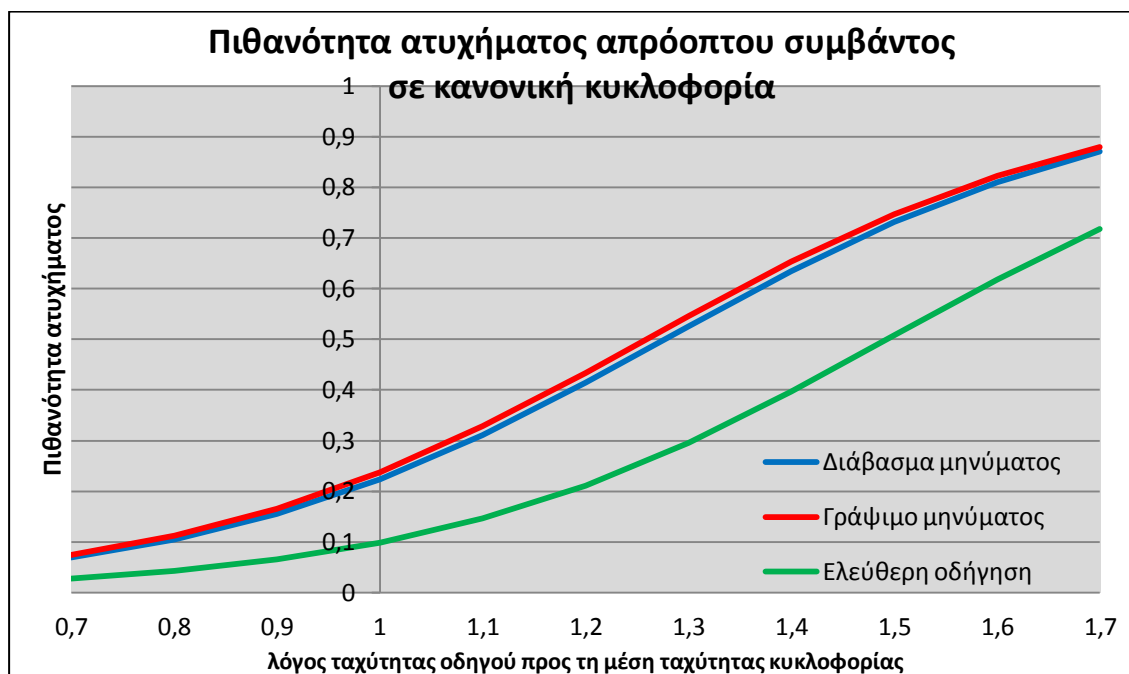




ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΓΡΑΠΤΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ



ΓΚΑΡΤΖΟΝΙΚΑΣ ΧΡΙΣΤΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Ι. Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και την κ. Ε. Βλαχογιάννη, Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για τις εύστοχες και χρήσιμες παρατηρήσεις τους πάνω στη Διπλωματική Εργασία.

Ευχαριστώ τον κ. Άκη Θεοφιλάτο, Υποψήφιο Διδάκτορα, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του πάνω σε καίρια ζητήματα της διπλωματικής εργασίας και ιδιαίτερα κατά το στάδιο της ανάλυσης στο στατιστικό πρόγραμμα.

Ακόμη, ευχαριστώ τον κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Υποψήφιο Διδάκτορα για τη βοήθεια του σε λειτουργικά και τεχνικά θέματα σχετικά με τον προσομοιωτή.

Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω τον κ. Χαράλαμπο Χριστοφόρου, προπτυχιακό φοιτητή για τη στήριξη και τη βοήθειά του πάνω σε σημαντικά ζητήματα στο θέμα της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ όλους τους φίλους μου για τις ωραίες αλλά και τις δύσκολες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα τα χρόνια και την οικογένεια μου για τη στήριξή της στον προπτυχιακό κύκλο των σπουδών.

Αθήνα, Ιούλιος 2012

Γκαρτζονίκας Χρίστος.

ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΓΡΑΠΤΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

ΓΚΑΡΤΖΟΝΙΚΑΣ ΧΡΙΣΤΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ:

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση των παραγόντων επιρροής της κυκλοφορίας και της ασφάλειας νέων οδηγών σε αυτοκινητόδρομους. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε προσομοιωτή οδήγησης όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε διάφορα σενάρια οδήγησης. Με χρήση προτύπων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός της επιρροής του γραψίματος/διαβάσματος μηνυμάτων, η ενεργοποίηση της αφύπνισης και άλλων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης και στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Με χρήση της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης προσδιορίστηκε η επιρροή του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων και των διαφόρων άλλων παραμέτρων στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Από την εφαρμογή των προτύπων προκύπτει ότι η το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων και η ενεργοποίηση της αφύπνισης οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της μέσης ταχύτητας αλλά και την αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε κανονικές αλλά και σε ιδιαίτερες συνθήκες κυκλοφορίας, ενώ ταυτόχρονα οδηγεί και σε αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα, πιθανώς λόγω του αυξημένου χρόνου αντίδρασης σε περίπτωση κάποιου συμβάντος. Οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής μείωσαν την ταχύτητά τους, αυξάνοντας την απόστασή τους από το προπορευόμενο όχημα, ενώ ταυτόχρονα παρουσίασαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

Λέξεις-Κλειδιά: γραπτά μηνύματα, προσομοιωτής οδήγησης, οδικά ατυχήματα, ταχύτητα, αυτοκινητόδρομος, χρονοαπόσταση, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

IMPACT OF TEXTING ON YOUNG DRIVERS' TRAFFIC AND SAFETY ON MOTORWAYS BY THE USE OF A DRIVING SIMULATOR

GKARTZONIKAS CHRISTOS

Supervisor: George Yannis, Associate Professor NTUA

ABSTRACT:

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of text messaging to the driver behavior and safety in motorways. In order to achieve this objective an experimental process on a driving simulator was carried out, in which all the participants drove in different driving scenarios. Lognormal regression methods were used to investigate the influence of text messaging as well as various other parameters on the mean speed and the mean distance from the front vehicle. Binary logistic methods were used to investigate the influence of text messaging as well as various other parameters in the probability of an accident. From the models application it appears that text messaging leads to statistically significant decrease of the mean speed and to increase of the headway in normal and in specific conditions in motorways and simultaneously leads to an increase of accident's probability, probably due to increased reaction time of the driver in case of an incident. It appeared that drivers who had mobile phones with touch screen, present different driving behavior as a mean speed decrease and a headways increase, and they presented also a higher probability of being involved in an accident.

Key words: text messaging, driving simulator, road accidents, motorways, speed, headways, lognormal regression, binary logistic regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής κατά το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 34 νέους οδηγούς στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Επιπλέον συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς αυτούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης και στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, δύο για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης**, δύο για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** και δύο για το **μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας ξεχωριστά.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα οδήγησης και ατύχημα ή όχι ατύχημα) προσδιορίστηκε μέσω των μεγεθών της ελαστικότητας και της ψευδοελαστικότητας. **Η σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής

ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίν. 6.1, Πίν. 6.2, Πίν. 6.3), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας, της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Βροχή	-0,011	-2,40	-0,003	-1,00	-0,009	-1,95	-0,002	-1,00
Ελεύθερη οδήγηση	0,065	10,30	0,016	5,61				
Ανάγνωση μηνύματος	0,026	4,05	0,007	2,36	-0,033	-4,77	-0,009	-3,67
Εγγραφή μηνύματος					-0,049	-6,98	-0,013	-5,44
Ενεργοποίηση αφύπνισης					-0,037	-5,38	-0,010	-4,11
Οθόνη αφής	0,015	-2,95	-0,004	1,36	-0,014	-2,70	-0,004	-1,56
Απόσταση από κεντρική οριογραμμή	-0,012	-9,23	-0,046	-16,14	-0,013	-9,37	-0,049	-20,78
Φύλο	0,013	2,85	0,003	1,18	0,014	2,85	0,004	1,56
Αρέσει η οδήγηση	-0,048	-4,84	-0,012	-4,35	-0,051	-4,93	-0,013	-5,65
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	5,15*10E-5	3,43	0,004	1,31	4,96*10E-5	3,16	0,004	1,56
Ατύχημα	0,034	4,45	0,009	3,09				
Αποτυχία αποστολής μηνύματος					0,023	2,64	0,006	2,56

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων απόστασης από προπορευόμενο όχημα

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Βροχή	0,14	2,31	0,056	2,07	0,164	2,71	0,063	2,52
Ελεύθερη οδήγηση	0,187	1,91	0,072	2,67	0,229	1,69	0,088	3,52
Ανάγνωση μηνύματος	0,154	2,16	0,059	2,19	0,182	1,86	0,070	2,80
Ενεργοποίηση αφύπνισης					0,122	1,85	0,047	1,88
Οθόνη αφής	0,116	2,31	0,030	1,11	0,127	2,75	0,049	1,96
Φύλο	-0,071	-1,92	-0,027	-1,00	-0,065	-1,84	-0,025	-1,00
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	-0,001	-2,9	-0,077	-2,65	-0,001	-3,228	-0,077	3,08

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	βi	Wald	Σχετική επιρροή		βi	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
Διακριτές μεταβλητές								
Βροχή	1,372	11,51	1,976	3,55	1,410	13,13	2,160	5,02
Διάβασμα μηνύματος	0,971	4,92	1,053	1,89	0,725	2,51	0,760	1,77
Γράψιμο μηνύματος	1,051	4,73	1,113	2,00	0,691	1,83	0,710	1,65
Οθόνη αφής	0,569	2,17	0,556	1,00	0,439	1,65	0,430	1,00
Οδηγική εμπειρία < 3 ετών	0,715	3,20	0,706	1,27	0,807	4,34	0,990	2,30
Συνεχείς μεταβλητές								
Ελάχιστη απόσταση από την κεντρική οριογραμμή	-0,213	-4,75	-0,793	-4,13	-0,206	-5,19	-0,830	-1,00
Χρονική απόσταση από προπορευόμενο όχημα	-0,038	-1,69	-0,192	-1,00				
Λόγος ταχύτητας	4,495	10,46	2,610	12,54	4,479	11,16	2,780	3,35

Από τους πίνακες αυτούς, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως εκείνα που παρουσιάζονται στο επόμενο εδάφιο.

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. **Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης φαίνεται ότι αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς όπως φαίνεται και στη διεθνή βιβλιογραφία.** Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων για την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων για τη μέση ταχύτητα οδήγησης και τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας οδήγησης και της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Πραγματοποιήθηκαν ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις ώστε να εξετασθεί η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας και αυξημένες συνθήκες ξεχωριστά.
2. **Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
 - i. Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων έχει επιρροή στην ταχύτητα τόσο για κανονικές όσο και για αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. Μπορεί να

εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**.

- ii. Οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 11% στην καλοκαιρία και 6% στην οδήγηση υπό βροχή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας. Στις αυξημένες συνθήκες μείωσαν ταχύτητα ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 9% στην καλοκαιρία και 7% στην οδήγηση υπό βροχή.
- iii. Κατά το γράψιμο μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη αφού μειώθηκε κατά 15% στην καλοκαιρία και 11% στην οδήγηση υπό βροχή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας ενώ στις αυξημένες μειώθηκε κατά 12% στην καλοκαιρία και 13% στην οδήγηση υπό βροχή.
- iv. Η οδήγηση υπό βροχή επηρεάζει στατιστικά τη μέση ταχύτητα του οδηγού.

3. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

- i. Παρατηρείται ότι **το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** οδηγεί στην **αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** τόσο στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας όσο και στις αυξημένες.
- ii. Παρατηρείται ότι η οδήγηση υπό βροχή οδηγεί στην αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και στις κανονικές και στις αυξημένες συνθήκες.
- iii. Οι συμμετέχοντες με οδηγική εμπειρία μεγαλύτερη των 3 ετών παρουσιάζουν αυξημένες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα και στις δύο συνθήκες. Αυτό ενδεχομένως να εξηγείται με τη μεγαλύτερη εμπειρία αυτής της κατηγορίας οδηγών, η οποία πιθανώς να είναι συνηθισμένη στα πιθανά απρόοπτα συμβάντα.

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

- i. **Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων είναι επικίνδυνο**, αφού αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα τόσο στις κανονικές όσο και

στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας, το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

- ii. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,9 και 2 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- iii. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,8 και 1,7 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- iv. Η μείωση της ταχύτητας μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά δεν αντισταθμίζει την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω του διαβάσματος και του γραψίματος μηνύματος.
- v. Στην οδήγηση υπό βροχή αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Επίσης, οι μεταβλητές αυτές παρουσίασαν πολύ μεγάλη επιρροή.
- vi. Οι οδηγοί που οδηγούσαν πιο κοντά στην κεντρική οριογραμμή παρουσίασαν αυξημένες πιθανότητες ατυχήματος και στις κανονικές και στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- vii. Οι οδηγοί που παρουσίασαν μεγαλύτερες χρονικές αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σημείωναν μειωμένες πιθανότητες ατυχήματος στις κανονικές συνθήκες. Όσο αφορά τις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας, η μεταβλητή δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

5. Συγκρίνοντας τις μεταβλητές διάβασμα και γράψιμο μηνύματος παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας, οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο ταχύτητα όταν γράφουν μήνυμα, αλλά η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και η πιθανότητα ατυχήματός αυξάνεται σε σχέση με το διάβασμα του μηνύματος. Για παράδειγμα στο σενάριο της βροχής η μείωση της ταχύτητας ήταν 6% στο διάβασμα του μηνύματος και 11% στο γράψιμο του μηνύματος. Ταυτόχρονα, όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
- ii. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας όταν οι οδηγοί γράφουν μήνυμα μειώνουν περισσότερο ταχύτητα σε σχέση με το διάβασμα του μηνύματος και η πιθανότητα ατυχήματός τους μειώνεται σε πολύ μικρό βαθμό. Για παράδειγμα στο σενάριο της καλοκαιρίας η μείωση της ταχύτητας ήταν

9% στο διάβασμα μηνύματος και 12% στο γράψιμο μηνύματος. Όταν ο οδηγός διάβαζε μήνυμα παρουσίαζε 1,1 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το γράψιμο του μηνύματος.

- iii. Προκύπτει ότι **το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος δεν διαχωρίζονται όπως αναφέρεται και στη διεθνή βιβλιογραφία**. Αν και η μείωση της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη κατά το γράψιμο μηνύματος, οι πιθανότητες εμφάνισης ατυχήματος είναι περίπου ίδιες όταν ο οδηγός διαβάζει μήνυμα.

6. Συγκρίνοντας τις μεταβλητές καλοκαιρία και βροχή παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας υπό βροχή, οι οδηγοί μειώνουν την ταχύτητα τους σε σχέση με την καλοκαιρία και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- ii. Όταν οι συμμετέχοντες οδηγούσαν υπό βροχή παρουσίαζαν μεγαλύτερες μέσες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με την οδήγηση υπό καλό καιρό τόσο στις αυξημένες όσο και στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.

7. Συγκρίνοντας τις μεταβλητές χρήση κινητού τηλεφώνου με ή χωρίς οθόνη αφής παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής μειώνουν την ταχύτητα τους περισσότερο και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- ii. Όταν οι οδηγοί χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής παρουσίαζαν μεγαλύτερες μέσες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα τόσο στις αυξημένες όσο και στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.

8. Συγκρίνοντας τη μεταβλητή φύλο κατά την οδήγηση παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας οι άνδρες οδηγοί έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με τις γυναίκες οδηγούς. Επίσης, παρουσιάζουν και μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

- ii. Οι άνδρες οδηγοί παρουσιάζουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τις γυναίκες οδηγούς τόσο στις αυξημένες όσο και στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.
- 9. Συγκρίνοντας την οδήγηση σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας παρατηρείται ότι:**
- i. Η ποσοστιαία μείωση της μέσης ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
 - ii. Η ποσοστιαία μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα ήταν μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
 - iii. Οι κοινές μεταβλητές στην πιθανότητα ατυχήματος για τις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας είναι η βροχή, το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος, η οθόνη αφής, ο λόγος ταχύτητας, η απόσταση από την κεντρική οριογραμμή και η οδηγική εμπειρία μικρότερη των 3 ετών. Η μεταβλητή χρονική απόσταση από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζεται στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.
 - iv. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας το διάβασμα μηνύματος παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή από το γράψιμο.
 - v. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,9 και 2 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα 1,8 και 1,7 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
 - vi. Συμπεραίνεται ότι, οι παράγοντες απόσπασης έχουν λίγο μεγαλύτερη επιρροή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας όπου παρατηρείται και μικρότερη μείωση της ταχύτητας και της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Ενδεχομένως, οι οδηγοί στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας να οδηγούνε περισσότερο αμυντικά και για αυτό να μειώνουν περισσότερο την ταχύτητα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>1</u>	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>1</u>
1.1	ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2	Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας	9
1.3	Μέθοδος	10
1.4	Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	13
<u>2</u>	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</u>	<u>15</u>
2.1	ΓΕΝΙΚΑ	15
2.2	ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	15
2.2.1	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ/ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΑΡΧΑΡΙΩΝ ΟΔΗΓΩΝ	16
2.2.2	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ/ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	19
2.2.3	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	22
2.2.4	ΟΙ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ	26
2.2.5	Η ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΨΙΜΟ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	28
2.3	ΣΥΝΟΨΗ	32
<u>3</u>	<u>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ</u>	<u>35</u>
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	35
3.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	35
3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	38
3.4	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	38
3.5	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	39
3.5.1	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	39
3.5.2	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	41
3.5.3	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	42
3.5.4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	44
3.6	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	45

3.7	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	49
4	<u>ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</u>	52
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	52
4.2	ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	53
4.2.1	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	53
4.2.2	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	54
4.2.3	Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ	54
4.2.4	ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΟΥ	63
4.2.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	64
4.2.6	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	67
4.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	74
4.3.1	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	74
4.3.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ	78
4.4	ΤΕΛΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	86
4.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	86
4.6	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	88
5	<u>ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	95
5.1	ΓΕΝΙΚΑ	95
5.2	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	96
5.2.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	96
5.2.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	98
5.2.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	99
5.2.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	102
5.2.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	103
5.2.6	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	106
5.2.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	109
5.2.8	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	116
5.2.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	119
5.3	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ	124
5.3.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	125
5.3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	126

5.3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	126
5.3.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	129
5.3.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	130
5.3.6	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	131
5.3.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	134
5.3.8	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	138
5.3.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	141
5.4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	145
5.4.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	146
5.4.2	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	147
5.4.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	149
5.4.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 151	
5.4.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	154
5.4.6	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	158
5.4.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	162
6	<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	<u>168</u>
6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	168
6.2	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	171
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	176
6.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	177
7	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	<u>179</u>

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

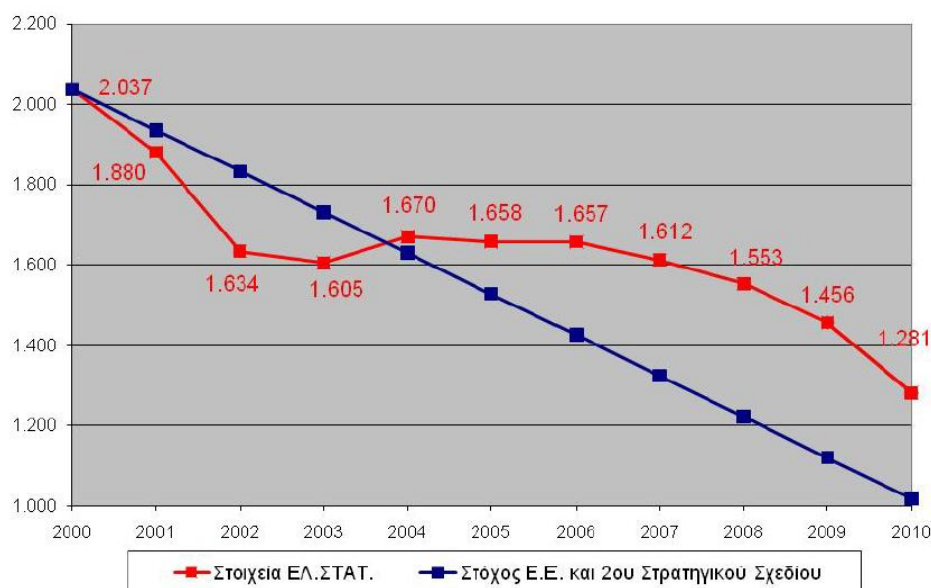
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

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

85 άτομα πεθαίνουν κάθε μέρα στους δρόμους της Ευρώπης. Για τον λόγο αυτό από το 2011 ξεκίνησε σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ανάμεσα τους και η Ελλάδα, ένα μεγαλεπήβολο σχέδιο. Στόχος του Στρατηγικού Σχεδίου είναι η βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ευρώπη για την περίοδο 2011 - 2020, με συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους και κατάλληλη δομή. Αυτό το σχέδιο θα οδηγήσει στον καθορισμό, στην εφαρμογή, στην παρακολούθηση και στην αξιολόγηση των απαραίτητων δράσεων για τη δραστική μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων, των νεκρών και των τραυματιών. Η προσπάθεια επίτευξης του Ευρωπαϊκού στόχου στην Ελλάδα, αφορά τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα για το έτος 2020 να είναι μειωμένος κατά 50% σε σχέση με το έτος 2010. Την τελευταία δεκαετία, με βάση το σχέδιο δράσης της ΕΕ για την οδική ασφάλεια 2001-2011, οι θάνατοι μειώθηκαν κατά σχεδόν 45% και σώθηκαν συνολικά περισσότερες από 125.000 ζωές. Οι νεκροί από οδικά ατυχήματα στην ΕΕ μειώνονταν κατά μέσο όρο 6% κάθε χρόνο ενώ κάποιες χρονιές η μείωση έφθασε το 11% (2010), ενδεχομένως και λόγω της οικονομικής κρίσης.

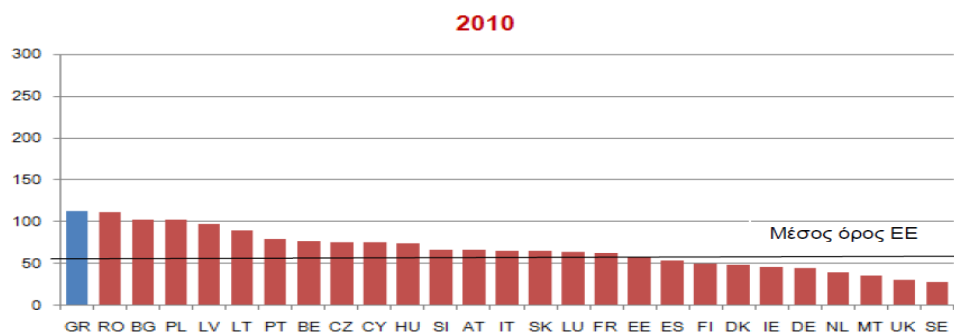
Στην Ελλάδα καθορίστηκε σύμφωνα με το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο ως ενδιάμεσος στόχος οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα το έτος 2015 να είναι λιγότεροι από 880 και ως απώτερος στόχος οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα το έτος 2020, να είναι λιγότεροι από 640 (Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Δραγομάνοβιτς Α., Λαΐου Α., *“Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2010”*,

Η απόκλιση από τον ευρωπαϊκό στόχο στην Ελλάδα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.1.



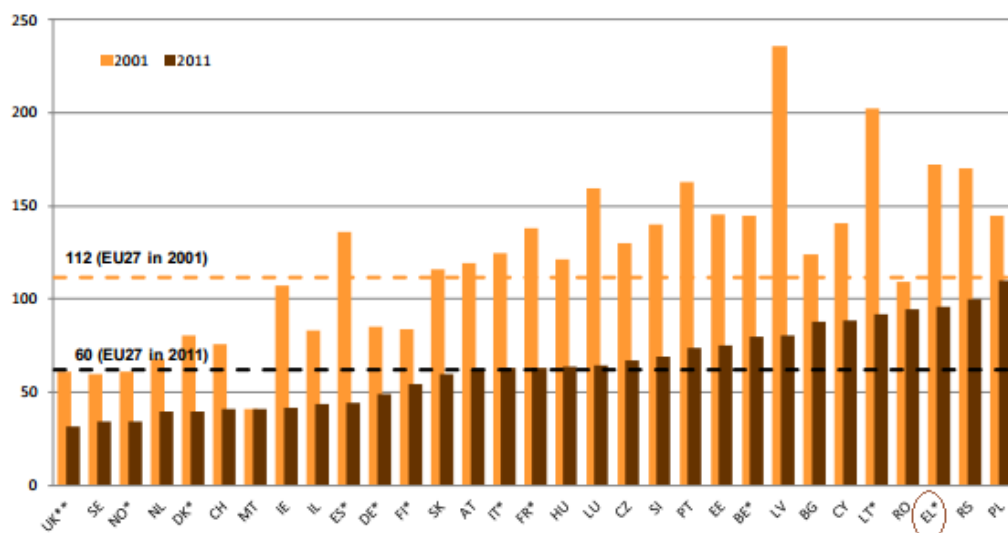
Διάγραμμα 1.1: Εξέλιξη αριθμού νεκρών στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα 2000-2010 και ο στόχος της Ε.Ε για την ίδια περίοδο Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ., ETSC Επεξεργασία: Τ.Μ.Σ.Υ/Ε.Μ.Π

Η Ελλάδα παρουσίαζε θλιβερή πρωτιά στα οδικά ατυχήματα το 2010 αφού κατείχε την πρωτιά σε νεκρούς ανά εκατομμύριο κατοίκων ανάμεσα σε όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Διάγραμμα 1.2: Αριθμός νεκρών στα οδικά ατυχήματα/εκατομμύριο κατοίκων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 2010 Πηγή: ETSC 2011

Όμως, το 2011 σημείωσε μείωση της τάξης του 30% σε σχέση με το 2008. Το φράγμα των 100 θανάτων από οδικά ατυχήματα ξεπεράστηκε, σημειώνοντας για το 2011 96 νεκρούς στα οδικά ατυχήματα/εκατομμύριο κατοίκων, που αποτελεί την καλύτερη επίδοση μετά το 1964 (Διάγραμμα 1.3.)



Διάγραμμα 1.3: Αριθμός νεκρών στα οδικά ατυχήματα/εκατομμύριο κατοίκων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 2011 Πηγή: ETSC 2012

Τρεις είναι οι **βασικοί παράγοντες** που οδηγούν στα οδικά ατυχήματα. Κατά σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας είναι:

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

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

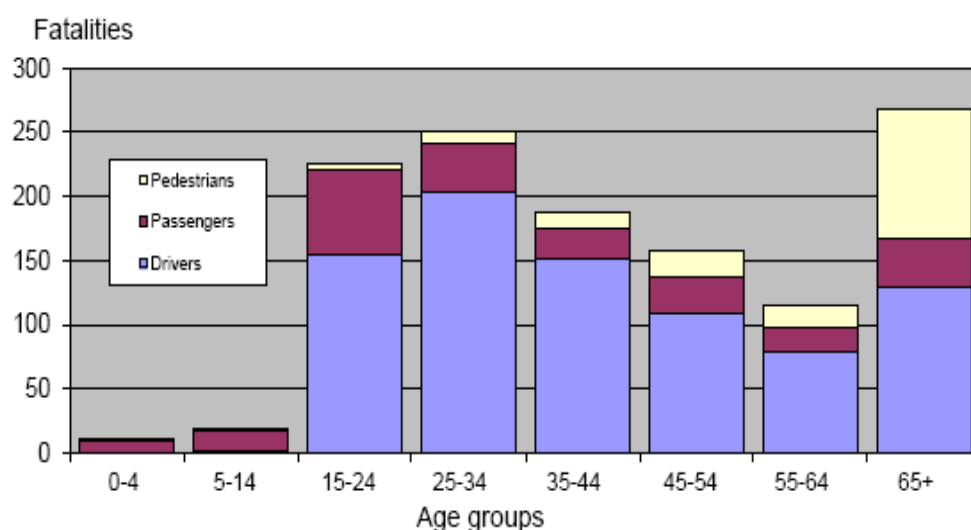
Το κυριότερο **πλεονέκτημα των προσομοιωτών οδήγησης** είναι ότι, σε συνθήκες απόλυτης ασφάλειας για τον οδηγό επιτρέπουν τη συλλογή με μεγάλη ακρίβεια ενός μεγάλου πλήθους δεδομένων που θα ήταν πολύ δύσκολο να ληφθούν σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Με το ειδικό λογισμικό που διαθέτουν είναι δυνατόν να προσομοιωθούν αρκετά ρεαλιστικά πολλές κυκλοφοριακές συνθήκες που χρήζουν έρευνας και να μελετηθούν διεξοδικά. Παράλληλα, επιτυγχάνουν παρόμοιες συνθήκες μέτρησης για όλους τους εξεταζόμενους, κάτι το οποίο είναι αδύνατο να επιτευχθεί με άλλο 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. Φυσικά, ο προσομοιωτής οδήγησης παρουσιάζει και **μειονεκτήματα** όπως η μη πλήρης ρεαλιστική απεικόνιση του περιβάλλοντος και των συνθηκών οδήγησής του, η στέρηση από τον οδηγό των παραμέτρων της πραγματικής οδήγησης (π.χ. βροχή) και η πιθανή αλλαγή της συμπεριφοράς του οδηγού στην καθημερινή ζωή, σε πραγματικές συνθήκες που δεν ‘παρακολουθείται’ από τον προσομοιωτή οδήγησης. Ειδικότερα το αίσθημα ασφάλειας αλλά και η πιθανή ζάλη που προκαλεί η παρατεταμένη οδήγηση στον προσομοιωτή ενδεχομένως να αλλοιώνει σε ένα μικρό βαθμό την οδηγική συμπεριφορά των οδηγών. Οι πιο πάνω παρατηρήσεις αποτελούν αδυναμίες του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης.

Ένα μέρος της κυκλοφορίας στην Ελλάδα αφορά τους αυτοκινητόδρομους. Η **ιδιαιτερότητα** ενός τέτοιου δικτύου σχετίζεται με τις μεγάλες ταχύτητες που αναπτύσσουν οι οδηγοί λόγω των δύο ή και τριών λωρίδων σε κάθε ρεύμα, αλλά και αυξημένης οδικής ασφάλειας τους σε σχέση με το υπόλοιπο δίκτυο.

Είναι γεγονός ότι οι **ευθυγραμμίες** πρέπει γενικά να αποφεύγονται διότι συντείνουν στην ανάπτυξη ψηλών ταχυτήτων ενώ ταυτόχρονα μειώνουν την εγρήγορση του οδηγού. Σε αρκετές περιπτώσεις όμως η ύπαρξη ευθυγραμμίας είναι επιβεβλημένη. Οι σωστοί έλεγχοι οδικής ασφάλειας (π.χ. αποκοπή δέντρων για καλή ορατότητα από τη διαχωριστική νησίδα) αλλά και η κατάλληλη συντήρηση (η οποία όμως δεν αντικαθιστά τα υπόλοιπα λάθη της χάραξης) πρέπει να γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα σε όλους τους αυτοκινητόδρομους.

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

Στην Ελλάδα το 2010, 45% των νεκρών ήταν άνδρες νεαρής ηλικίας (Διάγραμμα 1.4)



Διάγραμμα 1.4: Κατανομή ατυχημάτων ανάλογα με την ηλικία του οδηγού, συνεπιβατών και πεζών το 2010.

(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

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

των οδηγών μπορεί να αποσπαστεί σε τέτοιο βαθμό από μια συγκεκριμένη δραστηριότητα ή γεγονός ώστε να αποτύχουν να συγκεντρωθούν αρκετά στην οδήγηση και επομένως να αυξηθεί ο κίνδυνος να εμπλακούν σε κάποιο ατύχημα, ειδικά σε περίπτωση κάποιου συμβάντος.

Ορισμός της απόσπασης προσοχής

Η **έλλειψη προσοχής** εμφανίζεται σε μια ευρεία κατηγορία καταστάσεων στις οποίες ο οδηγός αδυνατεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της οδήγησης, όπως η υπνηλία. Όταν υπάρχει απουσία ανταγωνιστικής δραστηριότητας, η έλλειψη προσοχής αντιπροσωπεύει τη μειωμένη αντίδραση 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 λήψη/αποστολή γραπτών μηνυμάτων) που ανταγωνίζεται την προσοχή του οδηγού, σε σύγκριση με μια νοητική κατάσταση (υπνηλία ή κόπωση) που οδηγεί σε μειωμένη ικανότητα εστίασης προσοχής στο δρόμο.

Τα επίσημα στατιστικά στοιχεία που προέρχονται από την Ελληνική Αστυνομία για το σύνολο των ετών 2009 και 2010, δίνουν στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού αρκετά υψηλή θέση στην κατάταξη των αιτιών πρόκλησης ατυχήματος. Από τα συνολικά 16.359 ατυχήματα που συνέβησαν σε όλη την χώρα το έτος 2009, τα 2.243 εξ αυτών οφειλόταν στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού. Ομοίως από τα 15.072 ατυχήματα που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια του έτους 2010, τα 1.834 ατυχήματα οφειλόταν στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού (Πίνακας 1.1). Βέβαια, τα στοιχεία αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με ιδιαίτερη προσοχή, αφού βασίζονται στην κρίση του τροχονόμου και όχι σε ενδελεχή έρευνα από ειδικούς.

Αίτια	2009	2010	%
Υπερβολική ταχύτητα γενικώς	1.382	1.081	-22%
Αντικανονικό προσπέρασμα	281	340	21%
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	999	1.015	2%
Παραβίαση προτεραιότητας	1.448	1.579	9%
Μη τήρηση απόστασης ασφαλείας	340	495	46%
Απόσπαση προσοχής οδηγού	2.243	1.834	-18%
Λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς	5.682	6.041	6%
Αναφερόμενα σε επιβάτες	137	90	-34%
Αναφερόμενα στο όχημα	460	375	-18%
Αναφερόμενα στην οδό και στο καιρό	1.494	1.316	-12%
Αναφερόμενα σε πεζούς	1.893	1.584	-16%

[πηγή: Ελληνική Αστυνομία (www.astynomia.gr)]

Πίνακας 1.1: Ανάλυση αιτιών πρόκλησης ατυχημάτων για τα έτη 2009-2010

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

Εστιάζοντας την ανάλυση στα θανατηφόρα ατυχήματα, από τα 1.162 ατυχήματα, τα 76 καταγράφονται ως προκληθέντα εξαιτίας της απόσπασης της προσοχής ενώ 134 οφείλονται σε οδήγηση χωρίς σύνεση και προσοχή, 354 σε λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς και 4 αναφερόμενα σε επιβάτες (Πίνακας 1.2).

Αίτια	2010	Ποσοστό επί του συνόλου
Υπερβολική ταχύτητα	185	15,9%
Αντικανονικό προσπέρασμα	19	1,6%
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	154	13,3%
Παραβίαση προτεραιότητας	88	7,6%
Απόσπαση προσοχής οδηγού	76	6,5%
Παραβίαση σηματοδότη	8	0,7%
Οδήγηση χωρίς σύνεση και προσοχή	134	11,5%
Λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς	354	30,5%
Ερευνώνται	35	3,0%
Αίτια αναφερόμενα σε επιβάτες	4	0,3%
Αίτια αναφερόμενα στους πεζούς	82	7,1%
Αίτια αναφερόμενα στο όχημα	6	0,5%
Αίτια αναφερόμενα στην οδό και τον καιρό	17	1,5%
ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	1162	100%

[πηγή: Ελληνική Αστυνομία (www.astynomia.gr)]

Πίνακας 1.2: Ανάλυση αιτιών πρόκλησης θανατηφόρων ατυχημάτων για το έτος 2010

Μερικοί από τους παράγοντες που συντελούν στην απόσπαση της προσοχής κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι, η ομιλία στο κινητό, η εγγραφή/λήψη γραπτών μηνυμάτων, η κατανάλωση φαγητού, το κάπνισμα, αλλά και η ομιλία με το συνοδηγό κατά την διάρκεια της οδήγησης.

Αναφορικά με την αποστολή και λήψη γραπτών μηνυμάτων αξίζει να αναφερθούν τα πιο κάτω από διεθνείς μελέτες και έρευνες:

- Σε έρευνα που έγινε στις Η.Π.Α το 95% των ερωτηθέντων απάντησε ότι διαβάζει και αποστέλλει μηνύματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης παρόλο που αναγνωρίζει πως είναι επικίνδυνο (Atchley et al, 2011).
- Το ένα τέταρτο των ατυχημάτων οφείλεται στην αποστολή και λήψη γραπτών μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης (National Safety Council 2010).
- Είναι 5 φορές μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος της αποστολής και λήψης γραπτών μηνυμάτων σε σύγκριση με την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ (Klauer et al, 2006).
- Ελάχιστοι νέοι αλλάζουν συμπεριφορά όταν διαβάζουν/γράφουν μηνύματα παρόλο που αναγνωρίζουν ότι είναι πολύ πιο επικίνδυνο από την απρόσκοπτη οδήγηση (Nelson et al, 2009 and Athcley et al, 2011).
- Σύμφωνα με έρευνα ερωτηματολογίου, το 14,1% όλων των οδηγών και το 48,5% ηλικίας 18 έως 24 ετών παραδέχτηκαν ότι γράφουν/διαβάζουν μηνύματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης (AAA, 2008).
- Το διάβασμα και το γράψιμο γραπτών μηνυμάτων επιφέρει αδυναμία διατήρησης της ορθής θέσης του οχήματος στη λωρίδα, παράγοντας που επιδρά αρνητικά στην οδική ασφάλεια (Crisler et al, 2008).
- Όταν τα μάτια του οδηγού δεν βλέπουν το δρόμο για διάρκεια 3 δευτερολέπτων η πιθανότητα ατυχήματος αυξάνεται (Klauer et al, 2006) γεγονός που συμβαίνει κατά το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων.
- Οι τεχνολογίες εντός του οχήματος (π.χ. σύστημα ανάγνωσης εισερχόμενων μηνυμάτων) είναι υπεύθυνες για μισό εκατομμύριο ατυχήματα ετησίως αφού και αυτές αποσπούν την προσοχή των οδηγών (Owens et al, 2010).

- Μελέτη που δημοσιεύτηκε το Μάρτιο του 2012 στο Ηνωμένο Βασίλειο αποδεικνύει ότι η αποστολή γραπτών μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι πιο επικίνδυνη από την οδήγηση υπό την επήρεια ναρκωτικών (Institute of Advanced Motorists).

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

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

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

1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η ανάλυση των παραγόντων επιρροής**

της κυκλοφορίας και της ασφάλειας νέων οδηγών σε αυτοκινητόδρομο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Συγκεκριμένα, **θα εξεταστούν** ο βαθμός, στον οποίο οι παραπάνω παράγοντες σε συνδυασμό με ορισμένα **χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας** (κανονικές συνθήκες και αυξημένες), αλλά και σε συνάρτηση με **ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού** (π.χ. ετησίως διανυόμενα χιλιόμετρα, ηλικία, φύλο) **και του τρόπου οδήγησής του** (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλουν στη μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς (μέση ταχύτητα οδήγησης, απόσταση από το προπορευόμενο όχημα) και αν μέσω αυτών των μεταβλητών είναι δυνατή η πρόβλεψη ενός ατυχήματος.

Προκειμένου να γίνει η ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους στόχος 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 απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και της πιθανότητας να συμβεί ένα ατύχημα, ως συνέπεια του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων, ενεργοποίησης αφύπνισης και άλλων παραγόντων.

Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, με το τέλος της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την **κατανόηση του βαθμού και του τρόπου** με τον οποίο το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων και η ενεργοποίηση αφύπνισης σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, του οδικού περιβάλλοντος και των κυκλοφοριακών συνθηκών επηρεάζουν την ταχύτητα κυκλοφορίας, την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα 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.

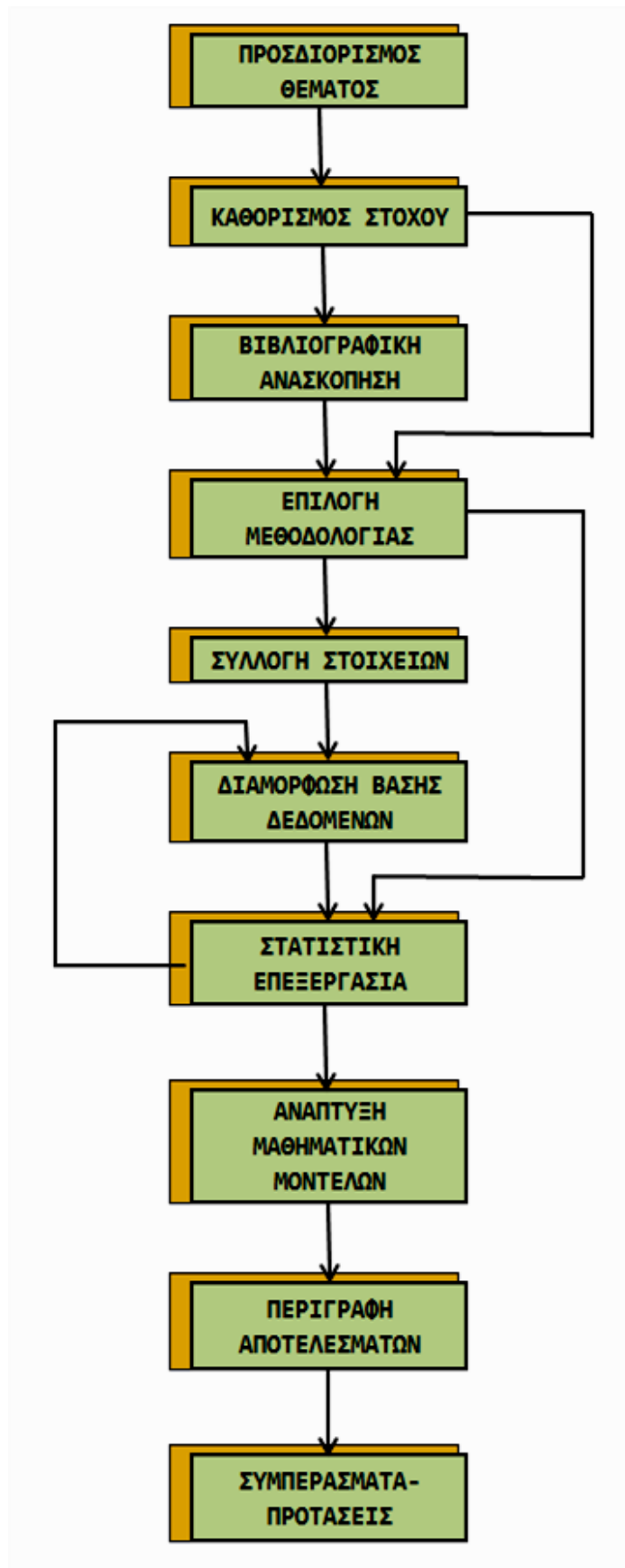
Αρχικά καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα Διπλωματική Εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν, δηλαδή, έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και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

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του τρόπου **συλλογής των στοιχείων**. Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα στον προσομοιωτή που διαθέτει το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο συνδυασμός της μεθόδου των ερωτηματολογίων και της συλλογής στοιχείων μέσω του λειτουργικού συστήματος του προσομοιωτή αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή. Ακολούθησε **η επιλογή της μεθόδου** στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS 17.0).

Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και **η παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής του διαβάσματος/γραψίματος μηνύματος και της ενεργοποίησης αφύπνισης στην ταχύτητα διαδρομής, στην απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Τέλος, προέκυψαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται, υπό μορφή διαγράμματος ροής, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας (Διάγραμμα 1.5).



Διάγραμμα 1.5: Διάγραμμα ροής των σταδίων
εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

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

Το **1ο κεφάλαιο** είναι **εισαγωγικό** και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά σχετικά με το θέμα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Στη συνέχεια δίνονται κάποιοι ορισμοί της απόσπασης προσοχής του οδηγού και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από τη διερεύνηση της επιρροής της αποστολής και λήψης γραπτών μηνυμάτων στην συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. 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. Για την καλύτερη αντίληψη αυτής, παρατίθεται και ένα διάγραμμα ροής, που απεικονίζει την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν.

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

Στο **κεφάλαιο 3**, που αφορά στο **θεωρητικό υπόβαθρο**, αναλύεται η επιλεγείσα μέθοδος και περιγράφεται η οικογένεια στην οποία ανήκει. Αρχικά, περιγράφονται βασικές μαθηματικές και στατιστικές έννοιες και στη συνέχεια αναλύονται οι προϋποθέσεις εφαρμογής και τα επιμέρους στοιχεία της γραμμικής και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης καθώς και της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης. Ακολούθως, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS 17.0).

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

Το **κεφάλαιο 5** είναι ένα από τα σημαντικότερα της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς περιλαμβάνει την αναλυτική **περιγραφή της μεθόδου** που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου. Παρουσιάζονται, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την καλύτερη κατανόηση τους.

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

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

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα **βασικότερα σημεία ερευνών** που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς και οδικής ασφάλειας ως αποτέλεσμα του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης. Στόχος τους είναι να εξετάσουν τη μεταβολή που επιφέρει η χρήση κινητού στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας, αλλά και της οδικής ασφάλειας.

2.2.1 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ/ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΑΡΧΑΡΙΩΝ ΟΔΗΓΩΝ

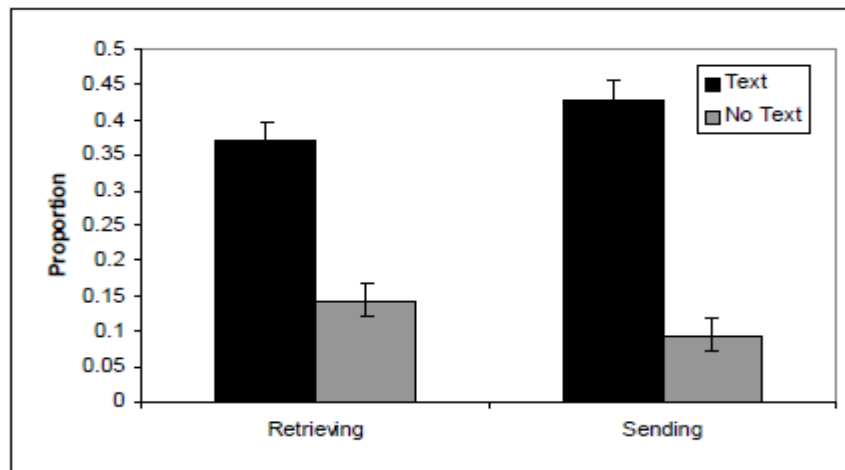
Στο πανεπιστήμιο Monash στη Μελβούρνη της Αυστραλίας πραγματοποιήθηκε μια έρευνα με θέμα στις επιπτώσεις του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων στους αρχάριους οδηγούς το Φεβρουάριο του 2006 υπό την επίβλεψη του Simon Hosking.

20 συμμετέχοντες οδήγησαν σε προσομοιωτή οδήγησης στον οποίο περιέχονταν αρκετά απρόοπτα συμβάντα όπως πεζοί, στάσεις οχημάτων, φωτεινοί σηματοδότες, στρέφοντα οχήματα και απότομες αλλαγές λωρίδας. Οι συμμετέχοντες ήταν ηλικίας 18-21 έτη, η οποία ηλικιακή ομάδα αυτή χρησιμοποιεί πιο συχνά το κινητό τηλέφωνο. Επίσης, είχαν οδηγική εμπειρία λιγότερη των έξι μηνών και λάμβαναν αμοιβή για κάθε διαδρομή.

Η διαδικασία περιελάμβανε 2 σενάρια οδήγησης. Στο πρώτο, οι συμμετέχοντες οδηγούσαν ελεύθερα και στο δεύτερο διάβαζαν και έγραφαν μηνύματα. Μέσω του προσομοιωτή και για τις δύο αυτές περιπτώσεις, γινόταν η καταγραφή για τη μέση ταχύτητα, την απόκλιση από την ορθή θέση στη λωρίδα, τα εναπομείναντα μέτρα για ενδεχόμενη σύγκρουση (και ελάχιστη τιμή), το χρόνο αντίδρασης του οδηγού στα απρόοπτα συμβάντα, τον αριθμό σημμάτων τροχαίας που δεν κατάφερε να διαβάσει ο οδηγός, τις λανθασμένες αλλαγές λωρίδας και τη διάρκεια και τη συχνότητα όπου τα μάτια του οδηγού δεν έβλεπαν το δρόμο. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ειδικό ερωτηματολόγιο πριν οδηγήσουν στον προσομοιωτή οδήγησης.

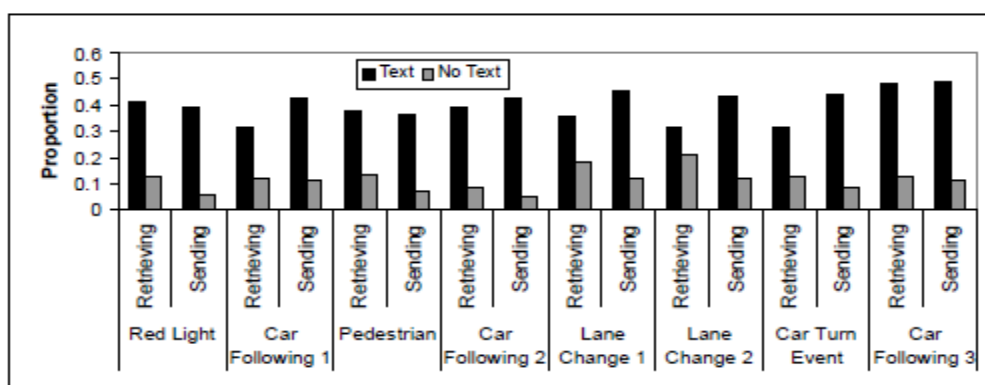
Η ανάλυση έγινε με το μικτό μοντέλο 2X2 επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA και τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

- Σε όλα τα απρόοπτα συμβάντα το ποσοστό του χρόνου που ο οδηγός δεν έβλεπε το δρόμο ήταν 40% ενώ χρησιμοποιούσε το κινητό του τηλέφωνο, σε αντίθεση με την ελεύθερη οδήγηση που ήταν μόνο 10%. Ομοίως και η συχνότητα όπου ο οδηγός δεν έβλεπε το δρόμο. Για παράδειγμα αν ο οδηγός γράφει μήνυμα με διάρκεια 30 δευτερόλεπτα, τα 12 δευτερόλεπτα δεν κοιτάζει το δρόμο (Διάγραμμα 2.1, Διάγραμμα 2.2).



Διάγραμμα 2.1: Μέση τιμή που ο οδηγός δεν κοιτάζει το δρόμο ενώ οδηγεί και στα δύο σενάρια

- Οι οδηγοί δεν μειώνουν ταχύτητα κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων αλλά αυξάνουν την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα για να αντισταθμίσουν τον αυξημένο κίνδυνο.
- Ο χρόνος σύγκρουσης που απομένει (time headway) αυξάνεται με το γράψιμο μηνυμάτων κατά 138% σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- Διαφορετικά επηρεάζει το είδος κάθε απρόοπτου συμβάντος (πεζοί, φωτεινοί σηματοδότες, αλλαγές κατεύθυνσης) για τα διάφορα μεγέθη που εξετάστηκαν.



Διάγραμμα 2.2: Μέση τιμή που ο οδηγός δεν βλέπει το δρόμο για κάθε απρόοπτο συμβάν στα 2 σενάρια οδήγησης.

- Οι συμμετέχοντες κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων παρέκκλιναν από την ορθή πορεία τους. Ως αντιστάθμιση του γραψίματος μηνυμάτων οδηγούσαν κατά 86% πιο κοντά στην αριστερή οριογραμμή.
- Οι οδηγοί κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων αδυνατούν να ανταποκριθούν σωστά στο 80% των μηνυμάτων που περιέχονται στα σήματα τροχαίας. Ειδικά στις περιπτώσεις ειδικών σημάτων 'STOP'.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αποκάλυψαν ότι για να ανακτήσει ο οδηγός την αρχική του προσοχή στην οδήγηση μετά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων έχει αρνητική επίπτωση σε πολλές μετρήσεις οδικής ασφάλειας. Επιχειρούν να αντισταθμίσουν την απόσπαση διατηρώντας μεγαλύτερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα χωρίς να μειώνουν ταχύτητα. Αυτό αναδεικνύει την αδυναμία που έχουν οι νεαροί αρχάριοι οδηγοί να μην αντιλαμβάνονται τον αυξημένο κίνδυνο του διαβάσματος/γραφίσματος μηνυμάτων λόγω έλλειψης εμπειρίας. Κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου, το γράψιμο μηνύματος ήταν πιο απαιτητικό από το διάβασμα γιατί οι οδηγοί έπρεπε να ελέγχουν αν αυτό που γράφουν είναι σωστό.

Στην έρευνα αποδείχτηκε ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου δεν επηρεάζει την πραγματοποίηση κάποιου συμβάντος με προπορευόμενο όχημα, γεγονός αφύσικο σε σχέση με παλαιότερες βιβλιογραφίες. Οι συμμετέχοντες έκαναν ελάχιστες δοκιμές, με αποτέλεσμα να μην τους δίνεται η ευκαιρία για εξοικείωση με το οδικό περιβάλλον και τον προσομοιωτή οδήγησης. Ο προκαθορισμός της ώρας και θέσης διαβάσματος/γραφίσματος του μηνύματος δεν είναι ρεαλιστικός, αφού στην καθημερινότητα ο οδηγός επιλέγει την ακριβή ώρα και θέση για να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο προσομοιωτής προσφέρει ασφαλές περιβάλλον οδήγησης, αφού οι επιπτώσεις του δεν είναι επιβλαβείς όμως η έρευνα δεν είναι τελείως αντιπροσωπευτική της πραγματικότητας.

2.2.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ/ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2011 υπό την καθοδήγηση του κ. Joel Cooper στο Τμήμα Μεταφορών του Πανεπιστημίου Τέξας (Texas, USA). Στόχος της έρευνας ήταν να ξεκαθαρίσει τους πραγματικούς κινδύνους που απορρέουν από το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων

Για τον σκοπό αυτό 42 άτομα ηλικίας 16-54 έτη οδήγησαν όχημα ειδικά εξοπλισμένο σε κλειστή πίστα 10 μιλίων, στην αυλή του Πανεπιστημίου που περιελάμβανε διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων αλλά και κάτω από συνθήκες ελεύθερης οδήγησης.

Οι συμμετέχοντες οδηγούσαν περίπου 90 λεπτά, πληρώθηκαν για τη συμμετοχή τους, οι μισοί από αυτούς ήταν άνδρες και οι άλλοι μισοί ήταν γυναίκες, όλοι χρησιμοποίησαν τα δικά τους προσωπικά κινητά τηλέφωνα και από τα 42 άτομα τα 29 είχαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής.

Στο ειδικό όχημα ενσωματώθηκαν κάμερες για την καταγραφή της θέσης, ταχύτητας, πλευρικής απόστασης, επιτάχυνσης του οχήματος και επίσης για την καταγραφή του χρόνου που τα μάτια του οδηγού δεν έβλεπαν το δρόμο, τη θέση της κεφαλής του, τη θέση των χεριών του και του σώματος του (Εικόνα 2.1).

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να οδηγούν με σταθερή ταχύτητα 30 μιλίων την ώρα, διατηρώντας την ορθή θέση τους στο δρόμο και να ανταποκρίνονται με όμοιο τρόπο σε όλα τα σενάρια.



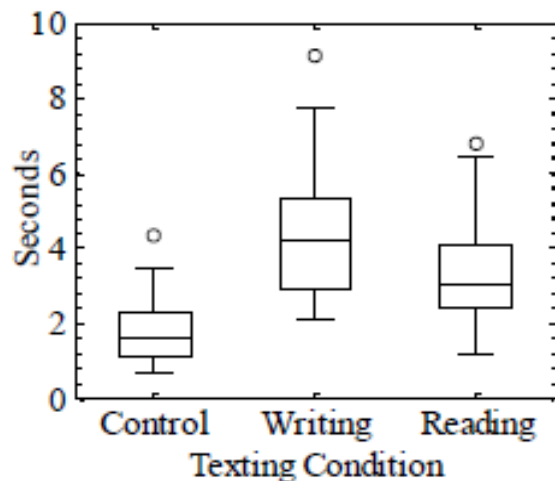
Figure 7. A camera was aimed at the driver to track head position and eye glances



Εικόνα 2.1: Κάμερες που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή διαφόρων παραμέτρων στο ειδικά εξοπλισμένο όχημα

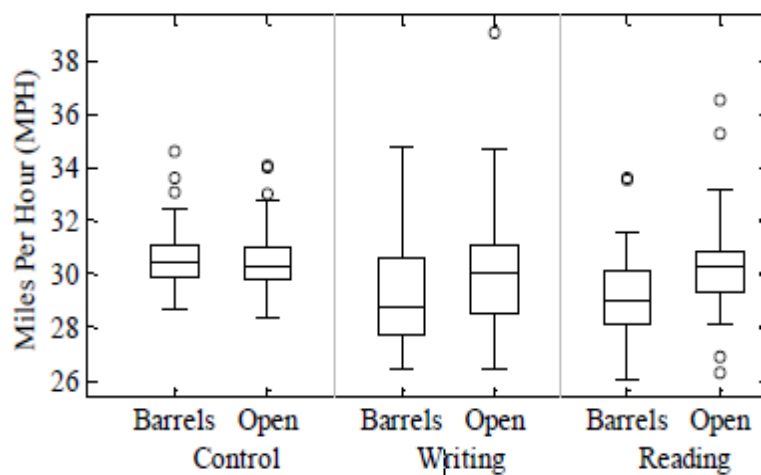
Τα στοιχεία προεπεξεργάστηκαν στη Matlab και αφού πήραν την τελική τους μορφή επεξεργάστηκαν στο ειδικό στατιστικό πρόγραμμα SPSS. Ακολούθως, έγινε έλεγχος με την εντολή ANOVA και ανάλογα με τους βαθμούς ελευθερίας διορθώθηκαν με τη διαδικασία Greenhouse-Geisser και τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

- Με το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων διπλασιάζεται ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών συγκριτικά με την ελεύθερη οδήγηση (Διάγραμμα 2.3).



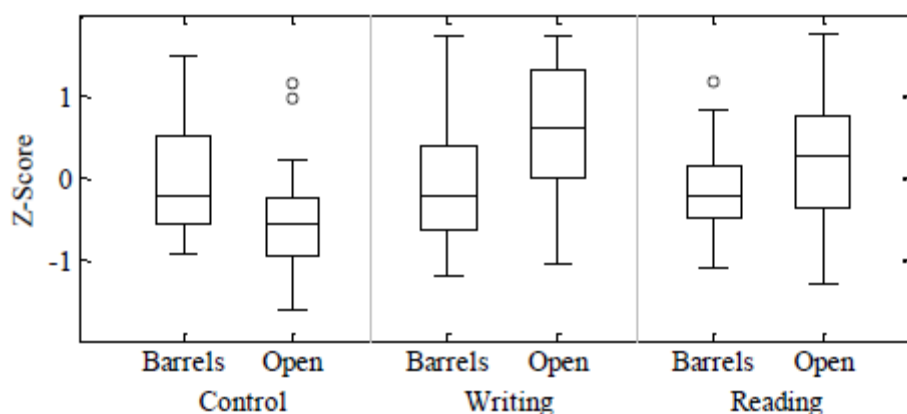
Διάγραμμα 2.3: Χρόνοι αντίδρασης των συμμετεχόντων στα διάφορα σενάρια

- Εξίσου αυξημένος είναι ο κίνδυνος τόσο στο διάβασμα όσο και στο γράψιμο μηνυμάτων σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- Ενώ ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διατηρήσουν σταθερή ταχύτητα 30 μιλίων την ώρα, κατά τη διάρκεια του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων παρουσίασαν μειωμένη ταχύτητα (Διάγραμμα 2.4).



Διάγραμμα 2.4: Μέσες ταχύτητες των συμμετεχόντων στα διάφορα σενάρια

- Παρουσίασαν μεγάλη μεταβλητότητα στη διατήρηση της ορθής θέσης στη λωρίδα τους κατά τη διάρκεια του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων (Διάγραμμα 2.5).



Διάγραμμα 2.5: Τυπική απόκλιση της πλευρικής απόκλισης των συμμετεχόντων στα διάφορα σενάρια

Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε πραγματικό όχημα που προσφέρει όλες τις ρεαλιστικές συνθήκες, όπως τις αεροδυναμικές δυνάμεις (αντίσταση του ανέμου) παρόλο που είναι πιο επικίνδυνο από τον προσομοιωτή οδήγησης. Αποδεικνύει τις δυσμενείς επιπτώσεις του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων στο χρόνο αντίδρασης, στη ταχύτητα, στην πλευρική απόκλιση και στο ποσοστό του χρόνου όπου ο οδηγός βλέπει το δρόμο.

2.2.3 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ

ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

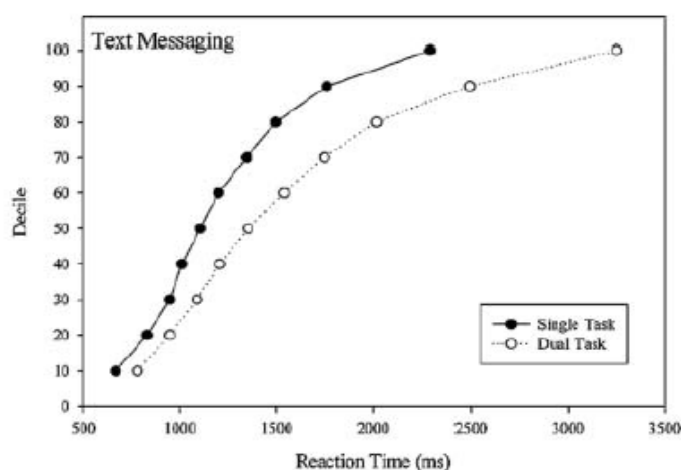
40 φοιτητές του Πανεπιστημίου στο Utah (University of Utah, Salt Lake City, USA), 20 άνδρες και 20 γυναίκες, κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ηλικίας 19-23 ετών (με μέση τιμή τα 21 έτη) και οδηγική εμπειρία από 3 έως 7 έτη (με μέση τιμή τα 4,75 έτη υπό την καθοδήγηση του **Frank A. Drews** (2009) συμμετείχαν σε έρευνα με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης με στόχο τον προσδιορισμό της επίδρασης του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης στην συμπεριφορά του οδηγού.

Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τα δικά τους προσωπικά κινητά τηλέφωνα και αφού συμπλήρωναν το ερωτηματολόγιο χωρίστηκαν σε δυάδες (20 στον αριθμό). Η διαδικασία περιλάμβανε **2 στάδια**. Στο πρώτο (single task) ο ένας από τη δυάδα οδηγούσε έχοντας σαφείς εντολές να ακολουθεί το μπροστινό αυτοκίνητο και τα σήματα τροχαίας. Στο δεύτερο στάδιο (dual task), ενώ το πρώτο άτομο της δυάδας οδηγούσε, ο δεύτερος του έστελλε γραπτά μηνύματα, τα οποία αφορούσαν κάποιες ιδέες για την βραδινή έξοδό τους (κινηματογράφος, εστιατόριο). Ο οδηγός απαντούσε με σκοπό τον προγραμματισμό της βραδινής εξόδου τους, ενώ προπορευόμενο όχημα πραγματοποιούσε απότομες στάσεις. Τα σενάρια αυτά πραγματοποιούνταν με τυχαία σειρά.

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** ορίστηκαν ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού στο επικίνδυνο συμβάν, η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, η πλευρική μετατόπιση από τον άξονα της οδού και η ύπαρξη ή όχι ατυχήματος.

Χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος ανάλυσης της διακύμανσης** (ANOVA – analysis of variance) και ο έλεγχος t-test. Από την στατιστική ανάλυση την **προέκυψαν τα εξής**:

- Ο **χρόνος αντίδρασης**, δηλαδή ο χρόνος που ο οδηγός ήθελε για να πατήσει το φρένο μετά από απρόοπτο συμβάν, ήταν μεγαλύτερος κατά 0,2 δευτερόλεπτα όταν χρησιμοποιούσε το κινητό του τηλέφωνο για να γράψει μήνυμα (Διάγραμμα 2.6).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6: Αθροιστική κατανομή των χρόνων αντίδρασης στις δύο συνθήκες οδήγησης.

- Οι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια του γραψίματος και διαβάσματος μηνυμάτων (dual task) διατηρούσαν **μεγαλύτερες μέσες αποστάσεις** από το προπορευόμενο όχημα αλλά, οι ελάχιστες τιμές της απόστασης αυτής ήταν μικρότερες σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Η μεταβλητή αυτή παρουσιάζει μικρότερη διακύμανση κατά την ελεύθερη οδήγηση (Πίνακας 2.1).
- Οι συμμετέχοντες παρουσίαζαν αδυναμία να διατηρήσουν την ορθή πορεία τους στη λωρίδα όταν έγραφαν και διάβαζαν μηνύματα στο κινητό τους τηλέφωνο. Δηλαδή, είχαν **μεγαλύτερες τιμές πλευρικής μετατόπισης** από τον άξονα της οδού (Πίνακας 2.1).

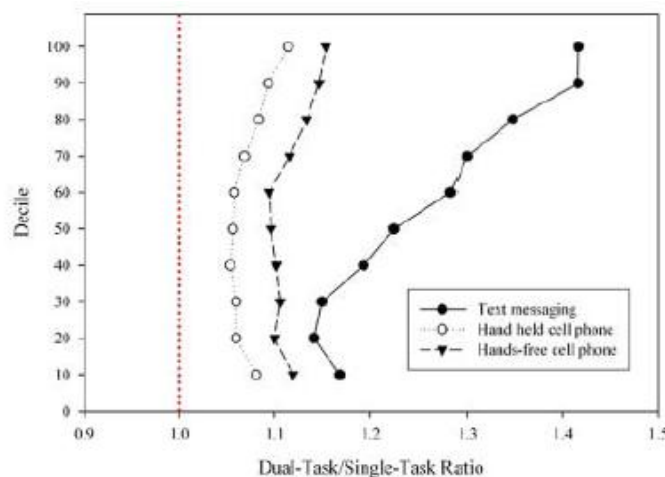
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στις δύο συνθήκες οδήγησης.

Variable	Condition	
	Single Task	Dual Task
Brake onset time (ms)	881 (349)	1,077 (380)
Following distance (m)	29.1 (9.7)	34.3 (12.6)
Standard deviation of following distance (m)	11.9 (6.3)	17.9 (9.5)
Minimal following distance (m)	9.0 (3.0)	6.8 (2.3)
Lane crossings (per kilometer)	0.26 (0.3)	0.49 (0.5)
Lane reversals (per kilometer)	10.5 (4.4)	13.2 (4.1)
Gross lateral displacement (m)	4.3 (1.3)	5.4 (1.9)

- Όταν οι συμμετέχοντες οδηγούσαν ελεύθερα παρατηρήθηκε μόνο ένα ατύχημα σε αντίθεση με το εναλλακτικό σενάριο του γραψίματος και διαβάσματος μηνύματος όπου παρατηρήθηκαν **έξι ατυχήματα**, με τον έλεγχο χ^2 να πληρείται.

- 9 στους 10 συμμετέχοντες απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ότι γράφουν περισσότερα από 2 μηνύματα την ημέρα καθώς οδηγούν. Ταυτόχρονα, ίδιο ποσοστό δήλωσε ότι σε περίπτωση που λάβει μήνυμα ενώ οδηγεί θα το διαβάσει.

Από τα συμπεράσματα προκύπτει ότι το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης έχουν αρνητικές επιπτώσεις στον χρόνο αντίδρασης, στον πλευρικό έλεγχο και στην ύπαρξη ή όχι ατυχήματος κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Ο **χρόνος αντίδρασης αυξάνεται 15-45%** με το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων. Οι συμμετέχοντες στην προσπάθεια τους να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο διατηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα και κρατούν το κινητό τους τηλέφωνο με το δεξί τους χέρι στο **ύψος του τιμονιού**, πρακτικές που όπως αποδεικνύεται είναι ανεπαρκείς. Η έρευνα αποδεικνύει ότι το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων είναι **πιο επικίνδυνο** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου για συνομιλία αφού οι χρόνοι αντίδρασης αυξάνονται κατά 10% και 15-45% αντίστοιχα (Διάγραμμα 2.7). Αυτό συμβαίνει γιατί με το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος τα μάτια του οδηγού δεν βλέπουν καθόλου το δρόμο παρόλο που ως ενέργεια απαιτεί λιγότερο χρόνο από μια συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο.



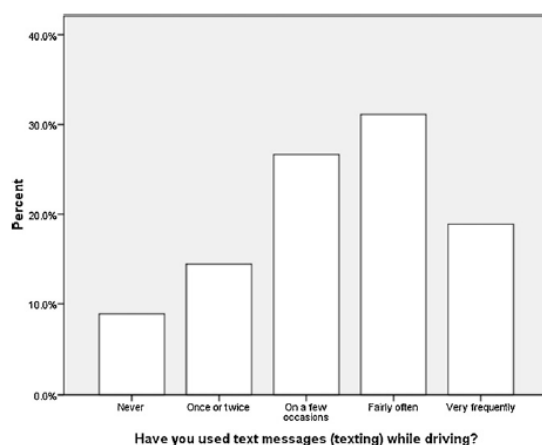
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.7: Χρόνοι αντίδρασης για τους τρεις διαφορετικούς παράγοντες απόσπασης (texting, hands-free, hand-held).

Κάποιες από τις αδυναμίες του πειράματος ήταν το μικρό δείγμα των συμμετεχόντων και η χρήση **προσομοιωτή οδήγησης** που αλλοιώνει μερικώς τη ρεαλιστικότητα της οδήγησης. Πιο αξιόπιστα αποτελέσματα θα προέκυπταν με την αύξηση του δείγματος.

2.2.4 ΟΙ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ

Η έρευνα υπό την επίβλεψη της **Marissa A. Harrison** διεξήχθη τον Μάρτιο του 2011 στο Penn State Harrisburg (USA) με στόχο να προσδιορίσει τις αντιλήψεις που επικρατούν στους φοιτητές σχετικά με την επιρροή του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων στην οδήγηση. Δημιουργήθηκε **διαδικτυακός ιστότοπος** μέσω του οποίου οι συμμετέχοντες φοιτητές συμπλήρωσαν το ειδικό ερωτηματολόγιο. Οι 91 συμμετέχοντες ήταν φοιτητές από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ). Το 66% των συμμετεχόντων ήταν γυναίκες και το υπόλοιπο 34% άνδρες με μέσο όρο ηλικίας τα 23 έτη. Η έρευνα εκτός από την περιγραφή των ιδεών και των αντιλήψεων που επικρατούν ανάμεσα στη νεολαία εξέτασε και τη συχνότητα εμφάνισης απροσεξίας και απόσπασης κατά την οδήγηση και τις συνέπειες που απορρέουν από αυτή τη συμπεριφορά. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν ήταν τα εξής:

- Μόλις **το 9%** των συμμετεχόντων δεν διαβάζουν και δεν γράφουν μηνύματα ενώ οδηγούν. (Διάγραμμα 2.8).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8: Συχνότητα διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων.

- Το 80% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι οδηγεί επικίνδυνα, ξεφεύγει από το όριο ταχύτητας και παρασύρεται στο απέναντι ρεύμα κυκλοφορίας όταν γράφει ή διαβάζει μήνυμα.

- Οι μισοί από τους συμμετέχοντες παραδέχονται ότι το γράψιμο και το διάβασμα μηνύματος κατά την οδήγηση είναι επικίνδυνο, τους προκαλεί ανασφάλεια και θα έπρεπε να **απαγορευτεί**. (Πίνακας 2.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση στις απαντήσεις των συμμετεχόντων με κλίμακα από το 1-5 (1:διαφωνώ απόλυτα, 5:συμφωνώ απόλυτα)

Item	M (SD)
It is unsafe to text while driving.	4.22 (.85)
It should be illegal to text while driving.	3.52 (1.1)
Texting while driving can be dangerous, but I am going to do it anyway.	2.92 (1.18)
It is my business if I want to text while driving.	2.71 (1.23)
Texting while driving is NOT distracting.	1.90 (.96)

Note: Responses given on a five-point Likert scale, with 1 = "Disagree strongly," 2 = "Disagree," 3 = "Neither disagree nor agree," 4 = "Agree," and 5 = "Agree strongly".

- Ένας **ελάχιστος αριθμός** των συμμετεχόντων δήλωσε πως είχε **εμπειρία** από τις συνέπειες που προκαλεί το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων στην οδήγηση. Συγκεκριμένα, μόλις το 2,2% των συμμετεχόντων έλαβε κλήση ενώ έγραφε μήνυμα, το 4,4% είχε ατύχημα ενώ έγραφε μήνυμα και 6,6% δεν σταμάτησε σε σήμα υποχρεωτικής στάσης λόγω της απόσπασης που προκαλεί το γράψιμο μηνύματος κατά την διάρκεια της οδήγησης (Πίνακας 2.3).
- Αντίθετα, ένα πολύ **μεγάλο** ποσοστό των συμμετεχόντων δήλωσε ότι **έχει βιώσει** την επίπτωση κάποιας απροσεξίας, ενώ διάβαζε ή έγραφε μήνυμα κατά την διάρκεια της οδήγησης. Συγκεκριμένα λόγω της απόσπασης της προσοχής που προκαλεί το γράψιμο και το διάβασμα 54,9% των συμμετεχόντων παρασύρθηκε στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας, 53,3% των συμμετεχόντων έτρεχε με 10 μίλια την ώρα περισσότερο από το όριο ταχύτητας και 38,5% έτρωγε καθώς διάβαζε και έγραφε μήνυμα (Πίνακας 2.3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Ποσοστό των συμμετεχόντων που δήλωσε ότι έχει βιώσει ή είχε κάποια εμπειρία ενώ διάβαζε ή έγγραφε μήνυμα κατά την οδήγηση.

"Regarding texting and driving, have you ever...?"	
Consequences	% of respondents ever experiencing consequences
Received a ticket for texting and driving?	2.2
Ran a stop sign because you were texting?	6.6
Damaged your vehicle because you were texting?	4.4
Hit something because you were texting?	4.4
Hit another car because you were texting?	4.4
Got injured from a car accident because you were texting and driving?	2.2
Injured someone else because of texting and driving?	2.2
"Regarding texting and driving, have you ever...?"	
Recklessness	% of respondents ever engaging in behavior
Drifted into another driving lane because you were texting?	54.9
Used texting while a passenger or passengers were riding in your vehicle?	61.1
Used texting while you were driving a child or children in your vehicle?	23.3
Been so distracted by texting that you know you are being reckless?	38.5
Driven more than 10 MPH over the speed limit while you were texting?	53.3
Driven more than 20 MPH over the speed limit while you were texting?	20.0
Driven more than 30 MPH over the speed limit while you were texting?	12.2
Engaged in "sexting" (talking about sex in text messages) while you were driving?	20.9
Got into an argument via text messages with someone while you were driving?	40.7
Eaten food, texted, and drove at the same time?	38.5

Μερικές από τις αδυναμίες του πειράματος ήταν το μικρό δείγμα των συμμετεχόντων, γεγονός που καθιστά αναποτελεσματική την στατιστική σύγκριση. Επίσης, υπήρχε **μέτρια συσχέτιση** μεταξύ των κύριων μεγεθών. Το γεγονός ότι ελάχιστοι δήλωσαν ότι βίωσαν τις συνέπειες σε κάποιες κατηγορίες αντίκειται στα αποτελέσματα παλαιότερων μελετών.

2.2.5 Η ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΨΙΜΟ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ

20 συμμετέχοντες του Τεχνολογικού Ινστιτούτου Μεταφορών στη Βιρτζίνια (Virginia Tech Transportation Institute, USA), 11 άνδρες και 9 γυναίκες, ηλικίας 39-51 υπό την καθοδήγηση του **Justin M. Owens** (2010) διεξήγαγαν έρευνα για να διαπιστώσουν αν τα ειδικά συστήματα εντός του οχήματος επιδρούν θετικά κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Η έρευνα έγινε με τη χρήση ειδικά εξοπλισμένου οχήματος, το οποίο στο εσωτερικό του διέθετε κατάλληλα συστήματα και τεχνολογίες που στόχο είχαν την αποδέσμευση των χεριών κατά το γράψιμο και το διάβασμα μηνύματος στην οδήγηση. Στόχος της έρευνας ήταν να διαπιστώσει αν οι προηγμένες τεχνολογίες και τα ειδικά συστήματα εντός του οχήματος, που βοηθούν στο γράψιμο και το διάβασμα

μηνυμάτων δεν αποσπούν την προσοχή του οδηγού και ως εκ τούτου να νομιμοποιηθούν.

Το όχημα ήταν εξοπλισμένο με το σύστημα OEM (original equipment manufacturer). Το σύστημα αυτό **διαβάζει απευθείας** στον οδηγό το εισερχόμενο μήνυμα με φωνητικό έλεγχο μέσω ασύρματης επικοινωνίας (bluetooth) επιτρέποντας και την αποστολή μηνυμάτων (Εικόνα 2.2). Για την αποστολή μηνυμάτων ο οδηγός χρησιμοποιεί πλήκτρα που βρίσκονται στο τιμόνι επιλέγοντας το μήνυμα που θέλει να στείλει από τα **15 έτοιμα** μηνύματα που βρίσκονται στην ειδική οθόνη.



ΕΙΚΟΝΑ 2.2: Ειδικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν εντός του οχήματος (Α:πλήκτρα στο τιμόνι Β: οθόνη επιλογής μηνυμάτων)

Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τα δικά τους προσωπικά κινητά τηλέφωνα, (10 άτομα με κλασικό πληκτρολόγιο 12 πλήκτρων, 6 με οθόνη αφής και 4 με Qwerty πληκτρολόγιο) ήταν εξοικειωμένοι με τεχνολογίες εντός του οχήματος αλλά άπειροι από το συγκεκριμένο λογισμικό. Για τη συμμετοχή τους πληρώθηκαν ένα ποσό το οποίο περιλάμβανε και τα έξοδα αποστολής των μηνυμάτων τους.

Η έρευνα παρουσίασε την επίδραση του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης με **τον κλασσικό τρόπο** (χρησιμοποιώντας δηλαδή τα χέρια) και με τα ειδικά συστήματα εντός του οχήματος. Στο **πρώτο σενάριο** οι συμμετέχοντες έγραφαν και διάβαζαν μηνύματα με τη βοήθεια των ειδικών τεχνολογιών και στο **δεύτερο σενάριο** με το κλασσικό τρόπο των χειριών. Ζητήθηκε

από τους συμμετέχοντες να διατηρήσουν ταχύτητα ίση ή μικρότερη των 60km/h και στα δύο σενάρια.

Το όχημα διέθετε 4 κάμερες οι οποίες κάλυπταν το πρόσωπο του οδηγού, το μπροστινό δρόμο και οι άλλες 2 τα ειδικά συστήματα (Εικόνα 2.3)

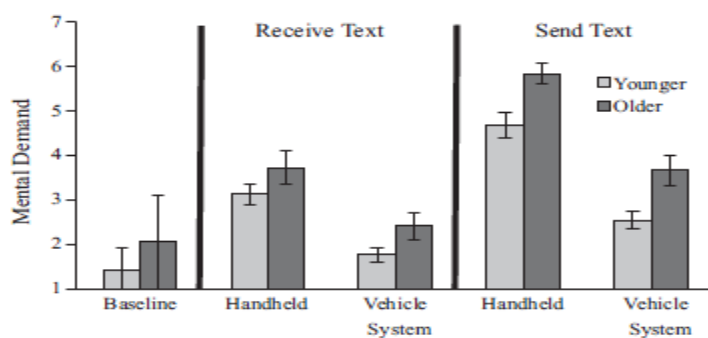


ΕΙΚΟΝΑ 2.3: Ειδικές κάμερες για την καταγραφή διάφορων οπτικών παραμέτρων σύμφωνα με τη διαδικασία του πειράματος.

Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με το λογισμικό General Linear Model (GLM) SAS 9.2. και η ορθότητα τους ελέγχθηκε με τη χρήση ANOVA.

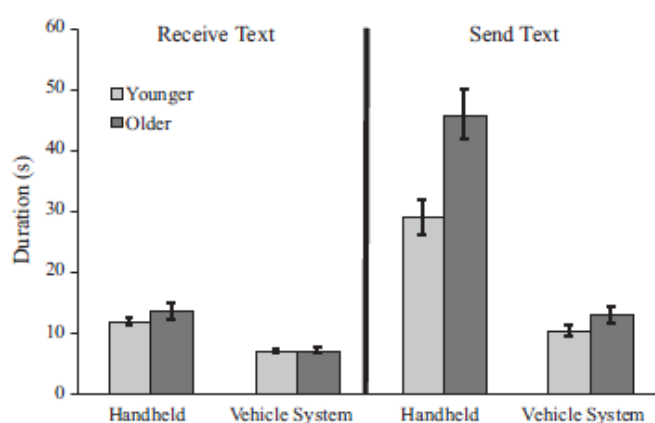
Τα αποτελέσματα παρατίθενται κάτωθι:

- Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων με τον κλασσικό τρόπο (‘δια χειρός’) απαιτεί πολύ **μεγαλύτερη σκέψη** και πνευματική εγρήγορση ειδικότερα στις μεγαλύτερες ηλικίες (Διάγραμμα 2.9).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.9: Πνευματική εγρήγορση ανάλογα με την ηλικία, τον παράγοντα απόσπασης και το σενάριο οδήγησης.

- **Η συχνότητα και η διάρκεια** που τα μάτια του οδηγού δεν βλέπουν το δρόμο αυξάνεται σημαντικά όταν το γράψιμο των μηνυμάτων γίνεται με τα χέρια. Συγκεκριμένα ο μέσος χρόνος που τα μάτια του οδηγού δεν βλέπουν τον δρόμο για αποστολή μηνύματος είναι 17,4 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας τα χέρια, 6,55 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας το ειδικό σύστημα, ενώ ο χρόνος αυτός είναι μόλις 3,14 δευτερόλεπτα στην ελεύθερη οδήγηση.
- Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιώντας το ειδικό σύστημα διατηρούσαν ορθότερη πορεία σε μοίρες παρουσιάζοντας **μικρότερη απόκλιση** από τον άξονα του δρόμου σε σχέση με τον κλασσικό τρόπο γραψίματος και διαβάσματος μηνυμάτων. Συγκεκριμένα για το διάβασμα μηνύματος η μέση απόκλιση από τον άξονα του δρόμου ήταν $2,18 \text{ deg}^2$ και $1,46 \text{ deg}^2$ χρησιμοποιώντας τα χέρια και το ειδικό σύστημα αντίστοιχα. Ομοίως για την αποστολή μηνύματος η μέση πλευρική απόκλιση ήταν $2,91 \text{ deg}^2$ και $1,66 \text{ deg}^2$ χρησιμοποιώντας τα χέρια και το ειδικό σύστημα αντίστοιχα.
- Το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων με τα χέρια, **διαρκούσε περισσότερο** σε σχέση με το ειδικό σύστημα για την αποστολή του ίδιου γραπτού μηνύματος. Το φαινόμενο αυτό ήταν πιο έντονο στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Συγκεκριμένα για το διάβασμα μηνύματος η μέση διάρκεια ήταν 12,8 και 7,1 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας τα χέρια και το ειδικό σύστημα αντίστοιχα (Διάγραμμα 2.10).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.10: Διάρκεια διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων με και χωρίς το ειδικό σύστημα εντός του οχήματος για νέους και ηλικιωμένους οδηγούς.

Η έρευνα καταδεικνύει ότι οι οδηγοί με τη χρήση ειδικών συστημάτων είχαν καλύτερες επιδόσεις και βελτίωση σε όλα τα μεγέθη που είχαν μετρηθεί. Η βελτίωση αυτή όμως δεν ήταν στα ίδια επίπεδα της ελεύθερης οδήγησης. Ο οδηγός αποσπάται

για **μικρότερο χρονικό διάστημα** (διάρκεια) όταν το διάβασμα και η αποστολή του μηνύματος γίνεται με τη χρήση ειδικών συστημάτων εντός του οχήματος. Επιπρόσθετα, όλα τα μεγέθη που μετρήθηκαν ήταν δυσμενέστερα στις μεγάλες ηλικίες. Επίσης, από τα μεγέθη που μετρήθηκαν παρατηρείται ότι η απόσπαση του οδηγού κατά το γράψιμο του μηνύματος είναι μεγαλύτερη και **δυσμενέστερη** σε σύγκριση με το διάβασμα του μηνύματος.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στις επιπτώσεις του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων με τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις.

- Το **διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων με τη χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει αναμφίβολα μεταβολή** στην συμπεριφορά των οδηγών. Μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις τα αποτελέσματα των ερευνών να διαφέρουν αριθμητικά, δείχνουν όμως μια γενική τάση στη μεταβολή των διαφόρων παραμέτρων. Αναφέρεται ότι προέκυψαν και συμπεράσματα που αφορούν σε μεγέθη διακριτά, των οποίων η μέτρηση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί με έναν κωδικοποιημένο και αντικειμενικό τρόπο.
- Ο παράγοντας απόσπασης της προσοχής **γράψιμο και διάβασμα μηνύματος** παρουσιάζει μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με τον παράγοντα απόσπασης προσοχής **συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο**. Συγκεκριμένα:
 - Η πιθανότητα ατυχήματος είναι **23,2 φορές** μεγαλύτερη όταν ο οδηγός γράφει ή διαβάζει μήνυμα και **5,9 φορές** όταν ο οδηγός μιλά στο κινητό τηλέφωνο (Rebecca L. Olson 2009).
- Η **ταχύτητα των οδηγών** τείνει να μειωθεί σε αντίθεση με τις αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα που τείνουν να αυξηθούν ως αντιστάθμισμα των αυξημένων πνευματικών απαιτήσεων, που προέρχονται από την ταυτόχρονη οδήγηση και τη χρήση του κινητού τηλεφώνου για το

διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά **στην ταχύτητα**:

- Δεν μειώνουν ταχύτητα κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων αλλά αυξάνουν την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα για να αντισταθμίσουν τον αυξημένο κίνδυνο (Simon Hosking, 2006).
- Ενώ ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διατηρήσουν ταχύτητα 30 μιλίων την ώρα, κατά τη διάρκεια του διαβάσματος/γραφίσματος μηνυμάτων είχαν μειωμένη ταχύτητα (Cooper, 2011).
- Οι οδηγοί παρουσίασαν μεγαλύτερη **πλευρική απόκλιση** στην περίπτωση που διάβαζαν/έγραφαν μηνύματα από την πορεία τους στο δρόμο σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Πιο συγκεκριμένα:
 - Οι συμμετέχοντες κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων παρέκκλιναν από την ορθή πορεία τους. Ως αντιστάθμιση του κινδύνου από την εγγραφή μηνυμάτων οδηγούσαν κατά 86% πιο κοντά στην αριστερή οριογραμμή (Simon Hosking, 2006).
 - Με το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων αυξάνεται η μεταβλητότητα της διατήρησης ορθής θέσης του οχήματος στον άξονα. Η μεταβλητότητα αυτή αποδείχθηκε στατιστικά σημαντική στη σύνταξη του μηνύματος, αλλά όχι στην ανάγνωσή του. Η μεταβλητότητα αυξάνεται κατά 50% σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (Simon Hosking, 2006).
- Κατά τη διάρκεια του διαβάσματος/γραφίσματος μηνυμάτων με τη χρήση κινητού τηλεφώνου ο χρόνος που οι οδηγοί βλέπουν το δρόμο μειώνεται αρκετά. Πιο συγκεκριμένα:
 - Οι συμμετέχοντες ξοδεύουν αναλογικά πολύ περισσότερο χρόνο κοιτάζοντας εντός του οχήματος στην περίπτωση που διαβάζουν/γράφουν μηνύματα. Το ποσοστό αυτό αυξάνεται ιδιαίτερα στην περίπτωση της αποστολής. Ο χρόνος που κοιτάζει ο οδηγός εντός του οχήματος ενώ γράφει μήνυμα είναι 4 φορές μεγαλύτερος σε σύγκριση με την ελεύθερη οδήγηση. Ομοίως και η συχνότητα της πράξης αυτής (Simon Hosking, 2006).

- Η συχνότητα και η διάρκεια που τα μάτια του οδηγού δεν βλέπουν το δρόμο αυξάνεται σημαντικά όταν το γράψιμο μηνυμάτων γίνεται διά χειρός. Συγκεκριμένα, ο μέσος διάρκεια που τα μάτια του οδηγού δεν βλέπουν το δρόμο είναι 17,4 δευτερόλεπτα δια χειρός για γράψιμο μηνύματος, 6,55 δευτερόλεπτα με το ειδικό σύστημα, ενώ με ελεύθερη οδήγηση 3,14 δευτερόλεπτα (Justin M. Owens, 2010).
- Ο κίνδυνος ατυχήματος αυξάνεται με το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση και πιο συγκεκριμένα:
 - Εξίσου αυξημένος είναι ο κίνδυνος τόσο στο διάβασμα όσο και στο γράψιμο μηνυμάτων σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (Joel Cooper, 2011).
 - Ο χρόνος σύγκρουσης που απομένει (time headway) αυξάνεται με το γράψιμο μηνυμάτων κατά 138% σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (Simon Hosking, 2006).
- Οι περισσότερες διεθνείς βιβλιογραφίες που εξετάζουν αυτό το φαινόμενο δεν διαχωρίζουν με σαφήνεια το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων με τη χρήση κινητού τηλεφώνου.

3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, που αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, παρουσιάζεται η θεωρία στην οποία βασίζεται η στατιστική ανάλυση της διπλωματικής εργασίας. Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι, η εξαρτημένη μεταβλητή του προβλήματος (ταχύτητα διαδρομής) αφενός λαμβάνει συνεχείς τιμές και αφετέρου ακολουθεί κανονική κατανομή. Ένας πρόσθετος λόγος που οδήγησε στη χρήση της μεθόδου αυτής είναι ότι, πρόκειται περί μιας απλής, ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου πρόβλεψης κάποιας μεταβλητής. Στην πορεία αναζήτησης μιας καλύτερης συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Σχετικά με το αν θα συμβεί τελικά κάποιο ατύχημα επιλέχθηκε η μέθοδος της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης (binary logistic regression). Αυτό έγινε διότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή και λαμβάνει μόνο δύο τιμές. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, και αφού γίνει αναφορά σε κάποιες βασικές στατιστικές έννοιες, αναλύονται τα επιμέρους θεωρητικά στοιχεία που αφορούν στη γραμμική και στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, καθώς και στα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Μέτρα αξιοπιστίας:

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

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

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

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

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

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

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

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής για τη μελέτη των διαφόρων στατιστικών μεγεθών 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 :

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

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

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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

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

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

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

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

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

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι 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 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην πορεία αναζήτησης μιας καταλληλότερης μεθόδου επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression). Μέσω της μεθόδου αυτής δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός μοντέλου που συσχετίζει δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την έρευνα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι ίδιο με εκείνο που εφαρμόζεται για την εκτέλεση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και αυτή γραμμική. Στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression) οι συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζονται από την ανάλυση παλινδρόμησης με βάση **την αρχή των ελαχίστων τετραγώνων**, δηλαδή υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα:

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

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής ακολουθεί μια **κανονική κατανομή** με αριθμητικό μέσο μ και τυπική απόκλιση σ^2 . Με άλλα λόγια η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση αποτελεί χρήσιμο εργαλείο όταν τα στοιχεία που περιέχονται στη βάση δεδομένων είναι μη αρνητικά, ο φυσικός λογάριθμος της ανεξάρτητης μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή και ο αριθμητικός μέσος είναι σχετικά μεγάλος. Με τη διαδικασία της παλινδρόμησης συσχετίζεται μια **εξαρτημένη μεταβλητή** με άλλες, τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Βρίσκει εφαρμογή στη μελλοντική πρόβλεψη μιας μεταβλητής σε σχέση με μια άλλη ή στον προσδιορισμό μιας συναρτησιακής σχέσης $\log(\mu_i) = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq})$ μεταξύ των παρατηρηθέντων τιμών $\mu_i (i=1, 2, \dots, q)$ της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer, Harwood, 1998).

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

$$\text{Log } y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{i1} + \beta_2 \cdot x_{i2} + \beta_3 \cdot x_{i3} + \dots + \beta_k \cdot x_{ki} + \varepsilon_i$$

όπου:

y : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

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

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

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πιο πολύπλοκη μορφή:

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

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

3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που περιγράφονται στο κεφάλαιο αυτό ισχύει η προϋπόθεση ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής. Εντούτοις στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (όπως το

ενδεχόμενο να συμβεί κάποιο ατύχημα) χρησιμοποιείται η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και ταξινόμησης. Είναι δυνατή η έκβαση μιας κατηγορικής μεταβλητής με δύο κατηγορίες με τη χρήση ενός συνόλου συνεχών και διακριτών μεταβλητών. Σε αντίθεση με τη γραμμική παλινδρόμηση, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1. Χρησιμοποιείται ο νεπέριος λογάριθμος για την **πιθανότητα** ή το **λόγο πιθανοφάνειας** (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι 1 σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

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

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

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

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

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

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

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

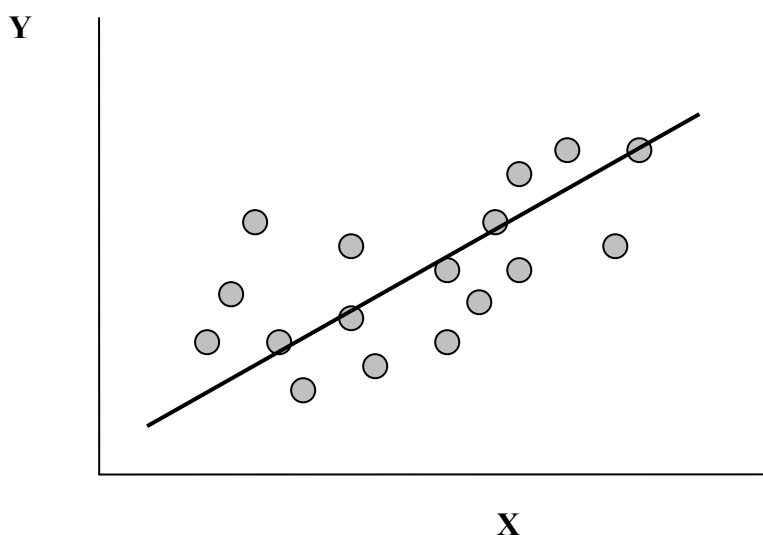
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές παραμείνουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/1-P_i$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή $\exp^{\beta_i}$.

3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

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

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

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



Διάγραμμα 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

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

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

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

Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των πρόσημων 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 πρόκειται για την ελαστικότητα (elasticity).

Η **ελαστικότητα** αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές

ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από την σχέση:

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

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

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

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

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

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

$$R^2 = SSR / SST$$

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

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

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

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

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

Αναφέρεται ότι η **διασπορά του σφάλματος** εξαρτάται από τον 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 ότι και στην απλή γραμμική και λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση με τη διαφορά ότι στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης το αντίστοιχο t-test έχει την ονομασία **Wald**. Η τιμή του Wald για κάθε μεταβλητή πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7 όπως ακριβώς και για το συντελεστή t.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια προσπαθούμε ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος και προτιμούνται τα μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας L . Μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές είναι περισσότερο σύνθετα και χρειάζεται ένας κανόνας να αποφασίζει εάν η μείωση του **$L = -\log(\text{likelihood})$** αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test (LRT)** (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 * (L(\hat{b}) - L(0))$, όπου $L(\hat{b}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, 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 $\rho^2 = 1 - (L(\hat{b}) / L(0))$ όπου $L(\hat{b}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) =$

L(μοντέλο χωρίς τις p μεταβλητές). Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του ρ^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι, ο συντελεστής ρ^2 έχει και εδώ συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι, δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του ρ^2 .

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

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

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

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

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

- **Descriptive Statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Options**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).
- **Correlate:** Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή **Bivariate correlations**. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης **Pearson** αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman** αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.
- **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης, μία εκ των οποίων είναι η γραμμική (**Linear**) που επιλέξαμε για την ανάλυση των δεδομένων μας. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί.

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

- **Ο συντελεστής συσχέτισης R^2** να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης ενώ, στα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης επιδιώκεται μεγάλη πιθανοφάνεια δηλαδή η τιμή του λογαρίθμου των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.
- Οι τιμές και τα πρόσημα των **συντελεστών παλινδρόμησης β_i** να μπορούν να εξηγηθούν λογικά.

- **Ο σταθερός όρος** της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δε λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος.
- **Η τιμή του στατιστικού ελέγχου t** να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και
- **Το επίπεδο σημαντικότητας** να είναι μικρότερο από 5%.

4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που οδήγησε στην επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης. Ως μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης επιλέχθηκαν η γραμμική, η λογαριθμοκανονική και η λογιστική παλινδρόμηση. Επόμενο βήμα ήταν η εφαρμογή μιας κατάλληλης διαδικασίας εκτέλεσης του πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή την **ανάλυση παραγόντων επιρροής κυκλοφορίας και της ασφάλειας νέων οδηγών σε αυτοκινητόδρομους με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

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

4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο σκέλος, στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **ανάλυση παραγόντων επιρροής κυκλοφορίας και της ασφάλειας νέων οδηγών σε αυτοκινητόδρομους με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Πρέπει να αναφερθεί πως είναι από τις πρώτες έρευνες που ο εν λόγω προσομοιωτής χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων και επιπλέον λίγες συναφείς έρευνες φαίνεται να έχουν πραγματοποιηθεί στη χώρα μας με τη βοήθεια προσομοιωτή οδήγησης. Το γεγονός αυτό δημιούργησε κάποιες αντικειμενικές δυσκολίες τόσο στον σχεδιασμό, όσο και στη διεξαγωγή του πειράματος που αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς.

4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Εξετάστηκε πειραματικά σε προσομοιωτή οδήγησης ο βαθμός στον οποίο το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων και η ενεργοποίηση αφύπνισης μέσω κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού αλλά και του οδικού περιβάλλοντος επιδρούν στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του οδηγού που θα εξεταστούν αφορούν την ηλικία, το φύλο, την οδηγική εμπειρία, τη συχνότητα που διαβάζει/γράφει μηνύματα ενώ οδηγεί κ.α. Συγκεκριμένα τα στοιχεία του οδικού περιβάλλοντος που θα ερευνηθεί η επίδρασή τους αφορούν:

- i. την οδό, οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο υπό κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (κανονικός φόρτος) και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (αυξημένος φόρτος)
- ii. τις περιβαλλοντικές συνθήκες, οδήγηση υπό καλοκαιρία και υπό βροχή και σε υγρό οδόστρωμα.

4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Αποφασίστηκε η έρευνα να εστιάσει στη μελέτη της συμπεριφοράς **νέων οδηγών**. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι η ομάδα του δείγματος έπρεπε να είναι συμπαγής με συγκεκριμένο μέγεθος και ήταν πιο εύκολο να αναζητηθούν νέοι οδηγοί. Επιπροσθέτως, είναι γνωστό από στατιστικά στοιχεία ότι ο κίνδυνος ατυχήματος σχετίζεται με την ηλικία του οδηγού. Οι νέοι ηλικιακά οδηγοί εκτός του ότι έχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής ικανότητας τους και παρατηρείται μια αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα. Για τον λόγο αυτό, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 18-28 ετών. Στο πείραμα συμμετείχαν 34 εθελοντές, 19 άνδρες και 15 γυναίκες. Όλοι τους ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης και συμμετείχαν στο πείραμα με το δικό τους προσωπικό κινητό τηλέφωνο με το οποίο ήταν καλύτερα εξοικειωμένοι ενώ στην πλειοψηφία τους ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου.

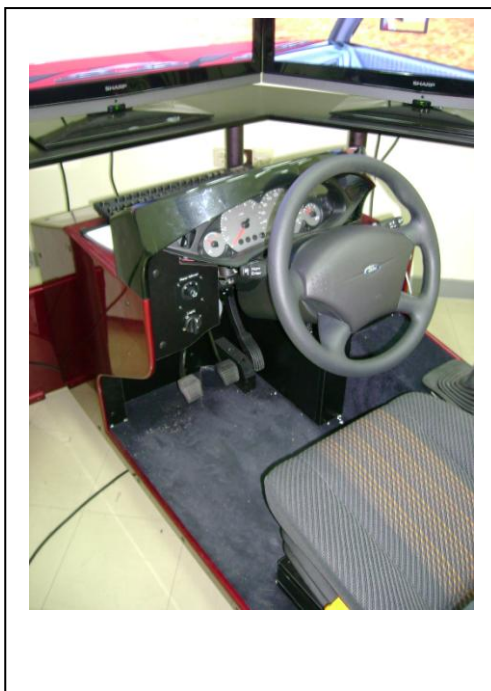
4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ

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



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

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



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

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

Επίσης, στον προσομοιωτή παρέχεται η **δυνατότητα προσομοίωσης** πολλών καταστάσεων μεταξύ εναλλακτικών τύπων οδών (αστική-υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος) σε διαφορετικές κυκλοφοριακές συνθήκες (κανονική – μειωμένη - χωρίς - μόνο συνοδευτική ή επερχόμενη κυκλοφορία), και υπό διαφορετικό περιβάλλον (ευμενείς καιρικές συνθήκες, ομίχλη, βροχή, χιόνι, νύχτα). Παράλληλα ανάλογα με τις απαιτήσεις του πειράματος μπορεί να επιλεγεί η προσομοίωση διαφόρων επικίνδυνων καταστάσεων όπως η εμφάνιση εμποδίου κατά την διάρκεια της οδήγησης ή η μη αναμενόμενη πορεία κάποιου προπορευόμενου οχήματος σε προκαθορισμένα ή τυχαία σημεία της διαδρομής (Εικόνα 4.4, 4.5, 4.6, 4.7).



ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επικίνδυνα γεγονότα- Απρόσμενο άνοιγμα πόρτας .



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



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



ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Επικίνδυνα γεγονότα- Εμφάνιση εμποδίου (ζώου) .

Οι επιλογές αυτές ρυθμίζονται στο λογισμικού του προσομοιωτή, μέσω ενός **ειδικού πληκτρολογίου ελέγχου** (εικόνα 4.8). Το πλήκτρο Mode χρησιμοποιείται για την περιήγηση σε διαφορετικούς καταλόγους επιλογών του κύριου προγράμματος και για την αλλαγή στις επιλογές στο εσωτερικό ενός συγκεκριμένου καταλόγου, ενώ το πλήκτρο Line δίνει τη δυνατότητα περιήγησης εντός των επιλογών κάθε καταλόγου.



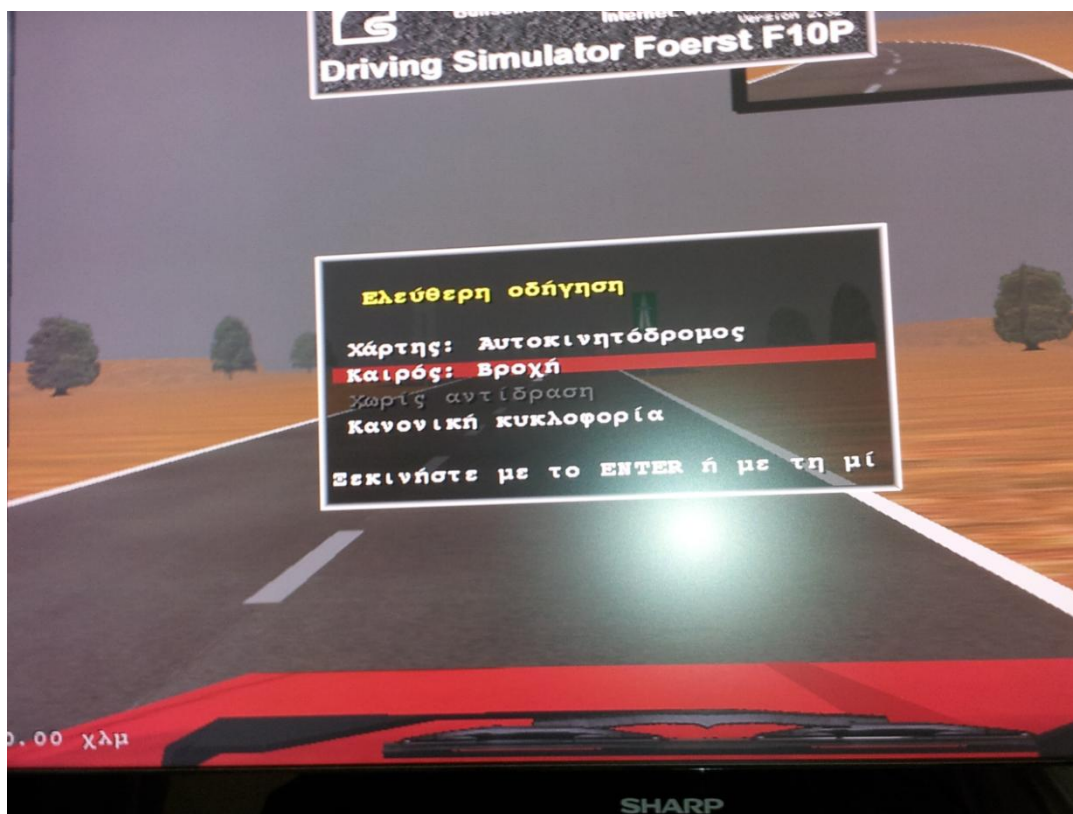
ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Πληκτρολόγιο ελέγχου .

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

Στον βασικό κατάλογο επιλογών (Ελεύθερη οδήγηση): στην επιλογή Χάρτης, στην δεύτερη σειρά, επιλέχθηκε ο αυτοκινητόδρομος (Εικόνα 4.9). Στην τρίτη σειρά, στην επιλογή Καιρός, επιλέχθηκε: Καλός στην περίπτωση ενδιαφέρει ο οδηγός να οδηγεί υπό ευμενείς καιρικές συνθήκες, Βροχή για οδήγηση υπό βροχή. (Εικόνα 4.10)

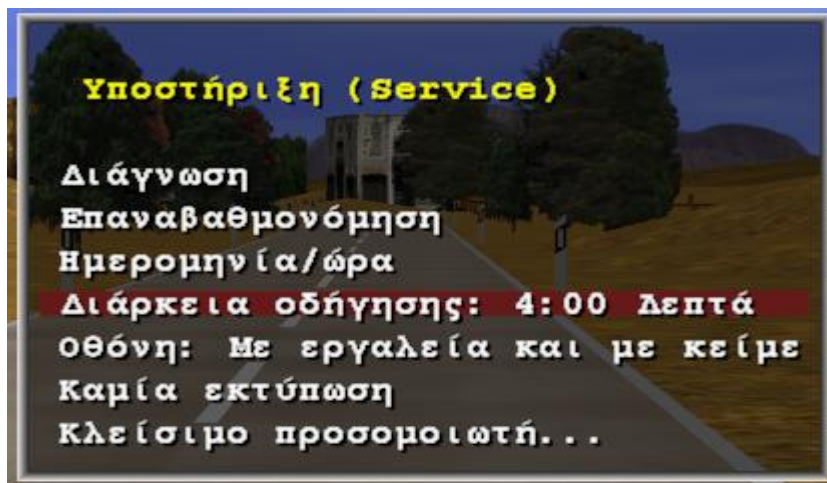


ΕΙΚΟΝΑ 4.9: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση.



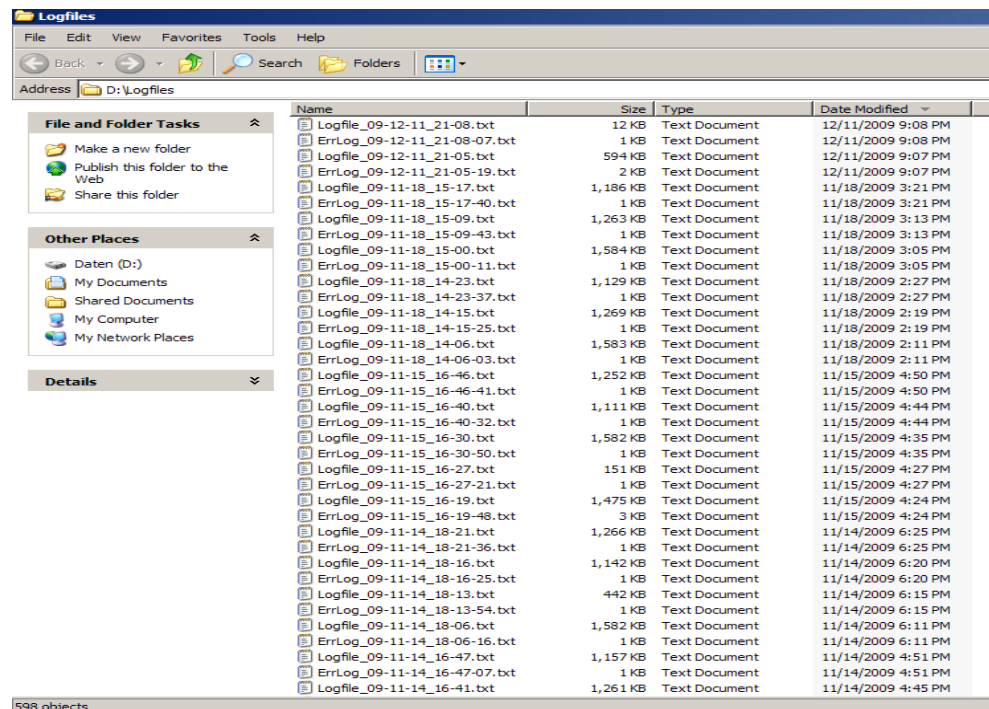
ΕΙΚΟΝΑ 4.10: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ρύθμιση οδικού περιβάλλοντος.

Στον κατάλογο Υποστήριξη (Service): επιλέγεται η διάρκεια της οδήγησης για κάθε πείραμα. Στην πέμπτη σειρά στην επιλογή Διάρκεια οδήγησης παρέχεται η δυνατότητα να επιλεγούν χρόνοι από 1:30 έως 5:00 λεπτά. Εναλλακτικά μπορεί να επιλεγεί Απεριόριστη διάρκεια και να διακοπεί το πείραμα πατώντας τα πλήκτρα Mode και Line στο πληκτρολόγιο ελέγχου ταυτόχρονα (Εικόνα 4.11).



ΕΙΚΟΝΑ 4.11: Κατάλογος επιλογών Υποστήριξη (Service) – Ρύθμιση Διάρκειας πειράματος.

Η αποθήκευση των δεδομένων των πειραμάτων πραγματοποιείται αυτόματα στο τέλος της διαδικασίας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον φάκελο D:\Logfiles σε μορφή κειμένου (*.txt) (εικόνα 4.12). Για να μετακινηθεί κάποιος από την οθόνη λειτουργίας του προσομοιωτή στην επιφάνεια εργασίας σε περιβάλλον Windows αρκεί να πατήσει το πλήκτρο Alt-Win  δεξιά του πλήκτρου Ctrl του πληκτρολογίου, ή εναλλακτικά τα πλήκτρα Ctrl+Esc ταυτόχρονα για να μεταβεί στο μενού Έναρξης. Για κάθε πείραμα δημιουργούνται δύο αρχεία ένα που φέρει την ονομασία Logfile*.txt και περιέχει όλες τις μεταβλητές που μετρήθηκαν και ένα αρχείο με την ονομασία Err_log*.txt που περιέχει τα σφάλματα που πραγματοποίησε οδηγός. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο προσομοιωτής καταγράφει δεδομένα ανά διαστήματα των 33 έως 50 χιλιοστών του δευτερολέπτου (ms) γεγονός που σημαίνει ότι κάθε δευτερόλεπτο μετρώνται οι τιμές κάθε μεταβλητής έως και 30 φορές. Αρχικά καταγράφονται 33 μεταβλητές σε κάθε μέτρηση (Πίνακας 4.1). Αναλυτικά οι μεταβλητές αυτές θα περιγραφούν στο υπό-κεφάλαιο παρατηρηθείσες μεταβλητές.



ΕΙΚΟΝΑ 4.12: Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών.

Πηγή DR-ING.REINER FOERST GMBG

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

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

4.2.4 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΟΥ

Πέραν του χώρου που είναι εγκατεστημένος ο προσομοιωτής οδήγησης (Εικόνα 4.1) για την ορθότερη συλλογή δεδομένων δημιουργήθηκε μια νέα θέση εργασίας (Εικόνα 4.13) για το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων. Αυτό κρίθηκε απαραίτητο καθώς οι οδηγοί με αυτόν τον τρόπο δεν θα επηρεάζονταν από την παρουσία του παρατηρητή και θα διατηρούσαν την οδηγική συμπεριφορά που συνήθως έχουν. Επιπροσθέτως, ήταν απαραίτητο για τη σωστή διεξαγωγή του πειράματος ο παρατηρητής να γνωρίζει με ακρίβεια την χρονική στιγμή σε σχέση με την ώρα έναρξης της διαδρομής και το οδικό περιβάλλον (αυτοκινητόδρομος με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας και αυξημένες συνθήκες) που θα πραγματοποιήσει το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων και την ενεργοποίηση αφύπνισης. Με τη βοήθεια μιας ενσύρματης κάμερας USB, ενός μετατροπέα USB σε UTP και με τη χρήση 15 μέτρων καλωδίου UTP ο παρατηρητής παρακολουθούσε σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη του πειράματος μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή που εγκαταστάθηκε στον βοηθητικό χώρο.



ΕΙΚΟΝΑ 4.13: Φωτογραφία του βοηθητικού χώρου-νέας θέσης εργασίας.

4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής ως εργαλείο για την διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου στην συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού διαθέτει ένα πλήθος σεναρίων οδήγησης και επιλογών που μπορούσαν να βοηθήσουν στο πείραμα. Με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, την ελληνική πραγματικότητα αλλά και ένα πλήθος δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ διαφορετικών σεναρίων επιλέχθηκε τελικά η διαδρομή ‘Αυτοκινητόδρομος’ ως η πιο κατάλληλη για την επίτευξη του στόχου αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η συγκεκριμένη επιλογή συνδυάζει οδήγηση σε **ράμπα εισόδου** (Χ.Θ +0 έως +600 μέτρα), **αυτοκινητόδρομο με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας** (Χ.Θ +600 έως +4000 μέτρα) και **αυτοκινητόδρομο με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας** (Χ.Θ +4000 έως το τέλος της διαδρομής) με όριο ταχύτητας 100 km/h.

Στο συγκεκριμένο σενάριο υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφορετικών καιρικών συνθηκών, από τα οποία επιλέχθηκαν να μελετηθούν η οδήγηση υπό **καλό**

καιρό και υπό **βροχή** σε βρεγμένο οδόστρωμα. Με βάση τις καταγραφές των αντιδράσεων των οδηγών στις μη αναμενόμενες καταστάσεις θα προκύψουν δεδομένα που αναμένεται να είναι σημαντικά για τη διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων και ενεργοποίηση αφύπνισης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Η διάρκεια της κάθε διαδρομής επιλέχθηκε να είναι πέντε λεπτά και να πραγματοποιούνται διαλείμματα μεταξύ των πειραμάτων που αφορούν τον ίδιο οδηγό, διότι η παρατεταμένη οδήγηση πιθανόν να προκαλούσε παρενέργειες στους οδηγούς, όπως π.χ. η ναυτία που έχει παρατηρηθεί σε παρόμοιες έρευνες. Παρατίθεται ένα σκαρίφημα της διαδρομής και μερικές επιπλέον εικόνες από το συγκεκριμένο περιβάλλον οδήγησης (Εικόνες 4.14, 4.15, 4.16).

Η διαδρομή περιλάμβανε: δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση με πλάτος 3,6 μέτρα η κάθε λωρίδα, μόνο επιβατικά αυτοκίνητα, όχι απευθείας πρόσβαση στην οδό, διαιρεμένη οδός με στηθαίο ασφαλείας, ύπαρξη λωρίδας έκτακτης ανάγκης και όριο ταχύτητας κυκλοφορίας 100 χιλιόμετρα την ώρα.

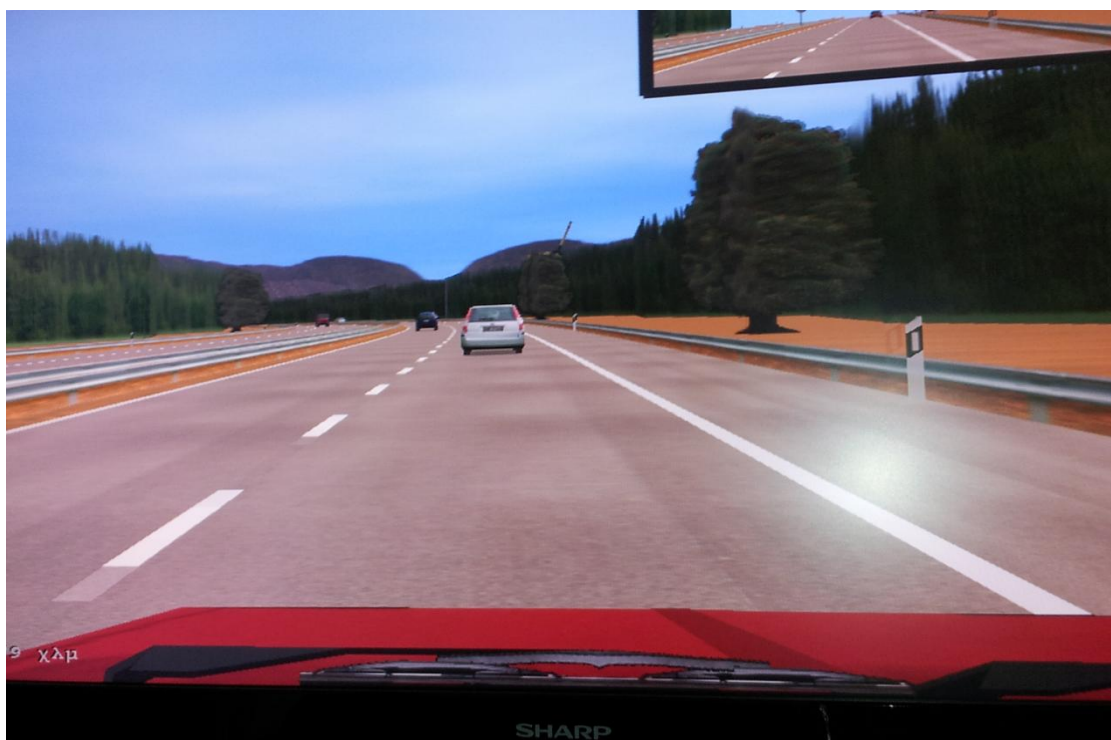
Έπειτα από μετρήσεις στον προσομοιωτή οδήγησης βρέθηκε ότι στο πρώτο τμήμα της διαδρομής ο ρυθμός ροής εξυπηρέτησης ήταν 600 ΜΕΑ/ώρα/λωρίδα, ο οποίος αντιστοιχεί σε στάθμη εξυπηρέτησης Α (κανονική κυκλοφορία). Ενώ στο δεύτερο τμήμα της διαδρομής ο ρυθμός ροής εξυπηρέτησης ήταν γύρω στα 950 ΜΕΑ/ώρα/λωρίδα, ο οποίος αντιστοιχεί σε στάθμη εξυπηρέτησης Β (αυξημένη κυκλοφορία).



ΕΙΚΟΝΑ 4.14: Σενάριο αυτοκινητόδρομος- σκαρίφημα διαδρομής



ΕΙΚΟΝΑ 4.15: Σενάριο αυτοκινητόδρομος- βροχή.



ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Σενάριο αυτοκινητόδρομος- καλός καιρός.

4.2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Μαρτίου και αρχές Απριλίου 2012. Οι 34 συνολικά συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο και να οδηγήσουν τρεις φορές ο καθένας στον προσομοιωτή οδήγησης.

Βασικός ήταν και ο ρόλος του **συντονιστή του πειράματος** που παρακολουθούσε και συνέλεγε δεδομένα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Από τον βοηθητικό χώρο απέστελλε, λάμβανε γραπτά μηνύματα και έδινε την εντολή για την ενεργοποίηση αφύπνισης στα σημεία που είχαν καθοριστεί ενώ ταυτόχρονα συμπλήρωνε σε ειδικό έντυπο του πειράματος παρατηρήσεις που αφορούσαν τη συμπεριφορά των οδηγών και τη χρονική εξέλιξη του πειράματος. Για να καθορίζει διάφορες χρονικές στιγμές κατέγραφε στο ειδικό έντυπο τη χιλιομετρική θέση που εμφανιζόταν στο κάτω αριστερά μέρος της κεντρικής οθόνης.

Η διαδικασία του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων γίνονταν σε καθορισμένα τμήματα της διαδρομής με διάρκεια συνήθως εξήντα έως ενενήντα δευτερόλεπτα όπως επίσης και η ενεργοποίηση αφύπνισης και στόχος τους ήταν να θέσουν τον οδηγό σε διαδικασία σκέψης καθώς απαιτούσαν πνευματική εγρήγορση. Σύμφωνα με έρευνες, έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός απόσπασης του οδηγού από την οδήγηση επηρεάζεται σημαντικά από το θέμα της συζήτησης. Όσο πιο έντονα απασχολεί τον οδηγό το θέμα της συζήτησης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η οδηγική του συμπεριφορά. Σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας οι συμμετέχοντες λάμβαναν μήνυμα 180 χαρακτήρων που τους καλούσε να δώσουν σαφείς εντολές στον παρατηρητή για τον τρόπο που θα μεταβούν από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου στο Πολυτεχνείο Πατησίων με τη χρήση αστικών συγκοινωνιών. Σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας οι συμμετέχοντες λάμβαναν μήνυμα 180 χαρακτήρων που τους καλούσε να δώσουν σαφείς εντολές στον παρατηρητή για τον τρόπο παρασκευής μιας συνταγής ζυμαρικών. Στη συνέχεια, σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας οι συμμετέχοντες καλούνταν να ενεργοποιήσουν την αφύπνιση τους μετά την πάροδο 5 λεπτών.

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

Στο πρώτο στάδιο του πειράματος οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα **ερωτηματολόγιο**, που αφορούσε στα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά και στην οδηγική τους συμπεριφορά σε σχέση με το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου. Για την επεξεργασία των μεταβλητών του ερωτηματολογίου επιλέχθηκαν μόνο οι μεταβλητές που αφορούσαν στον αυτοκινητόδρομο. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο τέλος του παρόντος υποκεφαλαίου (Έντυπο 4.1). Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δίνονταν στους οδηγούς οι απαραίτητες **οδηγίες** και γινόταν μια σύντομη **παρουσίαση του προσομοιωτή**. Για τη διαδικασία του πειράματος τους ζητήθηκε να διατηρήσουν την οδηγική συμπεριφορά που έχουν συνήθως και να μην επηρεαστούν από άλλους παράγοντες.

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

1^η ΦΑΣΗ – 1^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

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

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

2^η ΦΑΣΗ– 2^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

Οδηγός: Ο οδηγός στη φάση αυτή πραγματοποιούσε μια **πεντάλεπτη διαδρομή** στο επιλεγμένο σενάριο υπό καλό καιρό ή υπό βροχή. Ήταν υποχρεωμένος να διαβάσει και να γράψει μήνυμα όσες φορές χρειαζόταν. Με το τέλος της 2^{ης} φάσης του πειράματος ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας.

Συντονιστής πειράματος: Στη φάση αυτή ο συντονιστής του πειράματος, αφού πρώτα είχε κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή, παρακολουθούσε το πείραμα από το βοηθητικό χώρο μέσω του ειδικού εξοπλισμού. Βασικός ρόλος του ήταν να αποστείλει το γραπτό μήνυμα στον οδηγό, να δώσει εντολή για την ενεργοποίηση αφύπνισης και να καταγράψει την κατάλληλη χιλιομετρική θέση. Σε σκαρίφημα παρουσιάζονται οι θέσεις του ‘αυτοκινήτου’ όταν πραγματοποιούνταν αυτές οι ενέργειες (Εικόνα 4.17). Ταυτόχρονα σημείωνε στο έντυπο βάσει των χιλιομετρικών θέσεων τις θέσεις αρχής και τέλους του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων. Στο τέλος της διαδρομής ο παρατηρητής σταματούσε το χρονόμετρο και μετέβαινε στην αίθουσα του πειράματος. Ρύθμιζε τον προσομοιωτή σύμφωνα με το επόμενο σενάριο οδήγησης και έδινε οδηγίες για την επόμενη φάση του πειράματος.

3^η ΦΑΣΗ– 3^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

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

Στο τέλος της τρίτης φάσης ο συντονιστής του πειράματος μετέφερε τα αρχεία των δεδομένων από τον υπολογιστή του προσομοιωτή σε μία φορητή μονάδα αποθήκευσης, τότε πρώτα είχε δημιουργήσει ένα φάκελο ξεχωριστά για τις μετρήσεις που αντιστοιχούσαν σε κάθε συμμετέχοντα, ώστε να αποθηκευτούν τελικά στον

υπολογιστή που θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία και να κρατηθούν αντίγραφα ασφαλείας.



ΕΙΚΟΝΑ 4.17: Επεξηγηματικό σκαρίφημα Φάση 2 - Φάση 3 πειράματος.

ΕΝΤΥΠΟ 4.1: Ερωτηματολόγιο πριν την διαδικασία του πειράματος

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



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

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

Ερωτηματολόγιο πριν τη διαδικασία του πειράματος

α/α συμμετέχοντα: .

1. Ημερομηνία πειράματος _____.

2. Ηλικία: _____ ετών

3. Φύλο: Άντρας ☐ Γυναίκα ☐

4. Οδηγική εμπειρία (έτη): 1-3 ☐ 4-6 ☐ >7 ☐

5. Τι απόσταση διανύετε εβδομαδιαίως με Ι.Χ όχημα; _____ km

6. Σας αρέσει η οδήγηση; Ναι ☐ Όχι ☐

7. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ
 αποστέλλατε / διαβάζατε sms:

ΑΚ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΕΝΤΟΣ/ΕΚΤΟΣ	ΝΑΙ	ΟΧΙ

8. Πόσο συχνά οδηγείτε σε:

	ΑΚ	ΕΝΤΟΣ/ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ
Μία φορά την ημέρα		
Μια φορά την εβδομάδα		
Μια φορά το μήνα		
Ποτέ		

9. Πόσο συχνά οδηγείτε με βροχή σε:

	ΑΚ	ΕΝΤΟΣ/ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ
Μία φορά την ημέρα		
Μια φορά την εβδομάδα		
Μια φορά το μήνα		
Ποτέ		

10. Πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι, όταν οδηγείτε και διαβάζετε SMS :

	ΟΧΙ	ΛΙΓΟ	ΜΕΤΡΙΑ	ΑΡΚΕΤΑ	ΠΟΛΥ
<u>Εντός/Εκτός πόλης μέρα</u>					
<u>Εντός/Εκτός πόλης νύχτα</u>					
ΑΚ βροχή					
ΑΚ μέρα					

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

- Μειώνετε ταχύτητα οδηγώ πιο προσεκτικά
- Σταματάτε το όχημα
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου
- Δεν αλλάζετε συμπεριφορά

12. Κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά, όταν οδηγείτε και αποστέλλετε/διαβάζετε sms:

- Μειώνετε ταχύτητα
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου
- Δεν αλλάζετε συμπεριφορά
- Δεν αποστέλλω/διαβάζω sms
- Σταματάτε το όχημα

13. Πόσο συχνά:

- Αποστέλλετε/διαβάζετε sms όταν οδηγείτε;

ποτέ |----|----|----|----|----| πάντα

- Σταματάτε το αυτοκίνητο για να στείλετε/διαβάσετε ένα sms;

ποτέ |----|----|----|----|----| πάντα

14. Πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν:

ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Km/h)	0-10	10-20	>30
Διαβάζετε/αποστέλλετε sms			
Οδηγείτε κατά την διάρκεια της νύχτας			
Οδηγείτε Εντός/Εκτός πόλης			
Οδηγείτε υπό βροχή			

15. Το κινητό σας είναι «touch screen»; Ναι

☐

Όχι

☐

ΕΝΤΥΠΟ 4.2: Έντυπο συντονιστή πειράματος

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



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

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

ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ

α/α συμμετέχοντα:

ημερομηνία:

ώρα έναρξης:

ώρα λήξης:

ΣΕΙΡΑ ΣΕΝΑΡΙΟ "ΚΑΛΟΣ"

	Χ.Θ.Ε.	Χ.Θ.Λ.	Ατύχημα
Ελεύθερη οδήγηση 1	0,00		
Rm1			
Wm,1			
Ελεύθερη οδήγηση 2			
Rm2			
Wm,2			
Ελεύθερη οδήγηση 3			
Time fix (set alarm)			

	επιτυχία	αποτυχία	δυσκολεύτηκε
Wm1			
Wm2			
Set alarm			

ΣΕΙΡΑ ΣΕΝΑΡΙΟ "ΒΡΟΧΗ"

	Χ.Θ.Ε.	Χ.Θ.Λ.	Ατύχημα
Ελεύθερη οδήγηση 1	0,00		
Rm1			
Wm,1			
Ελεύθερη οδήγηση 2			
Rm2			
Wm,2			
Ελεύθερη οδήγηση 3			
Time fix (set alarm)			

	επιτυχία	αποτυχία	δυσκολεύτηκε
Wm1			
Wm2			
Set alarm			

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

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

4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

Τα **δεδομένα των ερωτηματολογίων** καταχωρήθηκαν σε ένα πίνακα με 34 γραμμές, όσοι ήταν και οι συμμετέχοντες και αφορούν τόσο στα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά όσο και στις συνήθειές τους κατά την οδήγηση. Στο σημείο αυτό προέκυψε το ζήτημα, με ποιο τρόπο θα καταχωρούνταν τα στοιχεία στον πίνακα που αποτελούνταν από ποσοτικά μεγέθη, όπως είναι η ηλικία, και από ποιοτικά, όπως είναι το φύλο.

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι **μεταβλητές** να είναι **συγκρίσιμες** μεταξύ τους. Για να αποκτήσουν οι ποιοτικές μεταβλητές την έννοια της μέτρησης αποφασίστηκε να καταχωρηθούν στον πίνακα με τρόπο τέτοιον, ώστε η κάθε πιθανή απάντηση του ερωτηματολογίου να αντιστοιχεί σε κάποιον ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα η οδηγική εμπειρία χωρίστηκε σε τρεις κατηγορίες 1-3, 4-6, >7 έτη οι οποίες αντιπροσωπεύονται από τις τιμές 1, 2 και 3 αντίστοιχα. Σε περίπτωση που κάποιος απαντούσε ότι το κινητό του τηλέφωνο έχει οθόνη αφής (touch screen) στην αντίστοιχη στήλη τοποθετήθηκε 1 (καταφατική απάντηση) αλλιώς 0 (αρνητική απάντηση). Η ηλικία και η εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση εισήχθησαν ως συνεχείς μεταβλητές. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβλητές που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο (Πίνακας 4.2) καθώς και απόσπασμα από τον πίνακα που καταχωρήθηκαν οι μεταβλητές αυτές (Πίνακας 4.3). Τέλος στα γραφήματα που δίνονται παρακάτω, αποτυπώνονται οι κατανομές των

διακριτών μεταβλητών του φύλου και οθόνης αφής για τους 34 συμμετέχοντες (Διαγράμματα 4.1,4.2) .

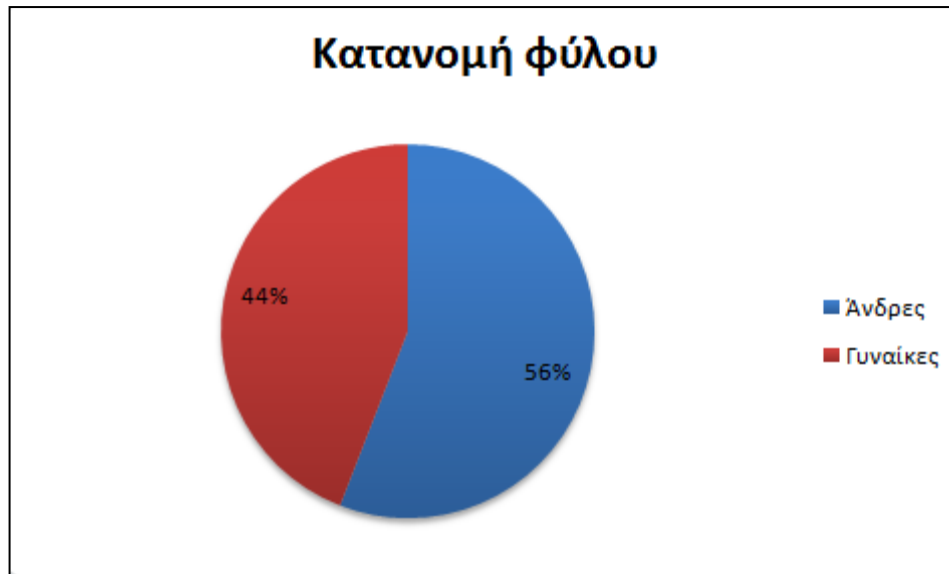
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
Age	η ηλικία του συμμετέχοντα π.χ22	Scale
Sex	το φύλο συμμετέχοντα (άνδρας=1,γυναίκα=0)	Nominal
d_experience	η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα (1-3έτη=1, 4-6έτη=2, >7=3)	Ordinal
dist_week	η εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση π.χ. 200	Scale
love_d	αν αρέσει στον συμμετέχοντα η οδήγηση (ναι=1,όχι=0)	Nominal
acc_ak	σας έχει συμβεί ατύχημα ενώ αποστέλλατε/διαβάζατε sms στον ΑΚ (ναι=1,όχι=0)	Nominal
touch	το κινητό του συμμετέχοντα είναι touch screen; (ναι=1,όχι=0)	Nominal
ak_freq	πόσο συχνά οδηγείτε σε Α/Κ ;(Μια φορά την ημέρα =1,Μια φορά την εβδομάδα =2,Μια φορά τον μήνα=3,Ποτέ =4)	Ordinal
ak_freq_rain	πόσο συχνά οδηγείτε σε Α/Κ με βροχή ;(Μια φορά την ημέρα =1,Μια φορά την εβδομάδα =2,Μια φορά τον μήνα=3,Ποτέ =4)	Ordinal
dang_ak_rain	πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι όταν οδηγείτε και διαβάζετε sms; (όχι=1,λίγο=2,μέτρια =3,αρκετά=4,πολύ=5)	Ordinal
dang_ak_day	πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι όταν οδηγείτε και διαβάζετε sms; (όχι=1,λίγο=2,μέτρια =3,αρκετά=4,πολύ=5)	Ordinal
b_rain	κατά ποιο τρόπο αλλάζετε οδική συμπεριφορά όταν οδηγείτε με βροχή ;(μειώνω ταχύτητα=1,σταματώ το όχημα =2,οδηγώ στην άκρη του δρόμου =3,δεν αλλάζω συμπεριφορά =4)	Ordinal
b_sms	κατά ποιο τρόπο αλλάζετε οδική συμπεριφορά όταν οδηγείτε και διαβάζετε/αποστέλλετε SMS ;(μειώνω ταχύτητα=1, οδηγώ στην άκρη του δρόμου=2, ,δεν αλλάζω συμπεριφορά =3,δεν αποστέλλω/διαβάζω sms =4,σταματώ το όχημα=5)	Ordinal
freq_sms	πόσο συχνά αποστέλλετε/διαβάζετε sms όταν οδηγείτε; (ποτέ=1,λίγο=2,μέτρια=3,συχνά=4,πάντα=5)	Ordinal
freq_stop	πόσο συχνά σταματάτε το αυτοκίνητο για να στείλετε/διαβάσετε sms; (ποτέ=1,λίγο=2,μέτρια=3,συχνά=4,πάντα=5)	Ordinal

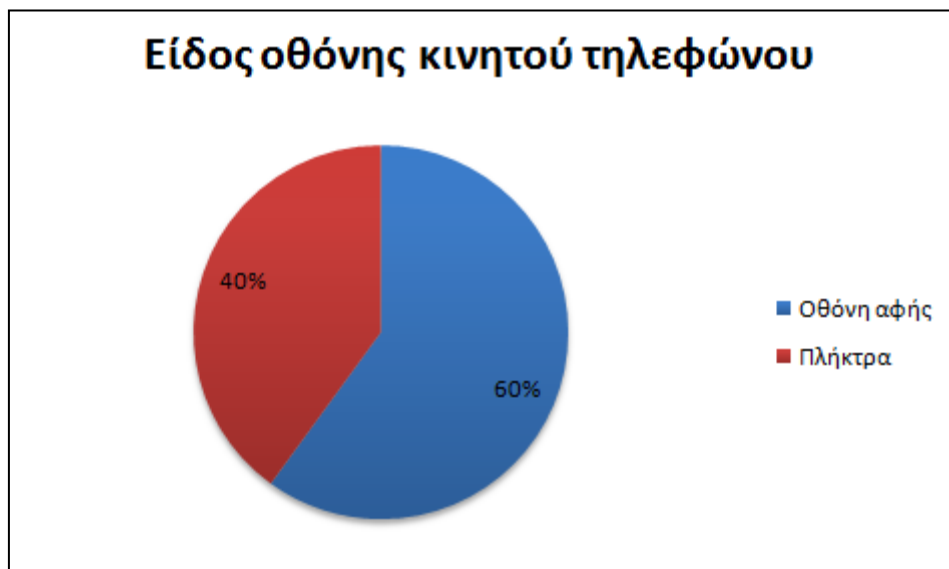
red_sms	πόσο μειώνετε την ταχύτητα όταν διαβάζετε/αποστέλλετε sms; (0-10=1, 10-20=2, >20=3)	Ordinal
red_night	πόσο μειώνετε την ταχύτητα όταν οδηγείτε κατά την διάρκεια της νύχτας; (0-10=1, 10-20=2, >20=3)	Ordinal
red_rain	πόσο μειώνετε την ταχύτητα όταν οδηγείτε υπό βροχή; (0-10=1, 10-20=2, >20=3)	Ordinal
wm1_ak_good	αποστολή 1ου sms στον ΑΚ με καλό καιρό (επιτυχία =1, αποτυχία=2, δυσκολεύτηκε=3)	Ordinal
wm2_ak_good	αποστολή 2ου sms στον ΑΚ με καλό καιρό (επιτυχία =1, αποτυχία=2, δυσκολεύτηκε=3)	Ordinal
alarm_good	ενεργοποίηση ώρας αφύπνισης (επιτυχία =1, αποτυχία=2, δυσκολεύτηκε=3)	Ordinal
wm1_ak_rain	αποστολή 1ου sms στον ΑΚ με βροχή (επιτυχία =1, αποτυχία=2, δυσκολεύτηκε=3)	Ordinal
wm2_ak_rain	αποστολή 2ου sms στον ΑΚ με βροχή (επιτυχία =1, αποτυχία=2, δυσκολεύτηκε=3)	Ordinal
alarm_rain	ενεργοποίηση ώρας αφύπνισης (επιτυχία =1, αποτυχία=2, δυσκολεύτηκε=3)	Ordinal

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου.

A/A	age	sex	d_experience	dist_week	love_d	acc_ak	acc_ee	touch	ak_freq	ee_freq	ak_freq_rain
1	24	1	2	200	1	0	0	0	1	2	3
2	24	1	2	130	1	0	0	1	2	1	3
3	24	1	2	45	0	0	0	1	3	1	3
4	24	1	2	120	1	0	1	1	1	2	3
5	24	1	2	140	1	0	0	0	2	1	2
6	21	1	1	100	1	0	0	1	2	1	3
7	22	0	3	300	1	0	0	1	1	1	3
8	21	0	1	600	1	2	2	1	1	1	1
9	23	0	2	150	1	0	0	0	3	1	3
10	22	1	2	30	1	0	1	0	1	1	3
11	22	0	2	60	1	0	0	0	3	3	3
12	25	1	3	500	1	0	0	1	2	1	4
13	22	0	1	40	1	0	0	0	3	1	4
14	23	1	1	50	1	0	0	0	3	1	3
15	22	0	2	30	1	0	1	0	3	1	3
16	22	0	1	140	1	0	0	1	3	1	3
17	21	1	2	150	0	0	0	1	2	1	3
18	23	1	2	100	1	0	0	1	2	1	3
19	23	1	2	100	1	0	0	1	3	1	3
20	22	1	2	180	1	0	0	0	2	1	3
21	28	1	3	150	1	0	0	0	2	1	3
22	22	0	1	150	1	0	1	1	2	2	3
23	23	0	1	100	1	0	0	1	3	1	3
24	22	1	2	10	1	0	0	0	2	1	3
25	21	0	1	40	1	0	0	1	3	3	4
26	23	1	2	150	1	0	0	1	2	1	3
27	21	0	1	100	1	0	0	1	1	1	3

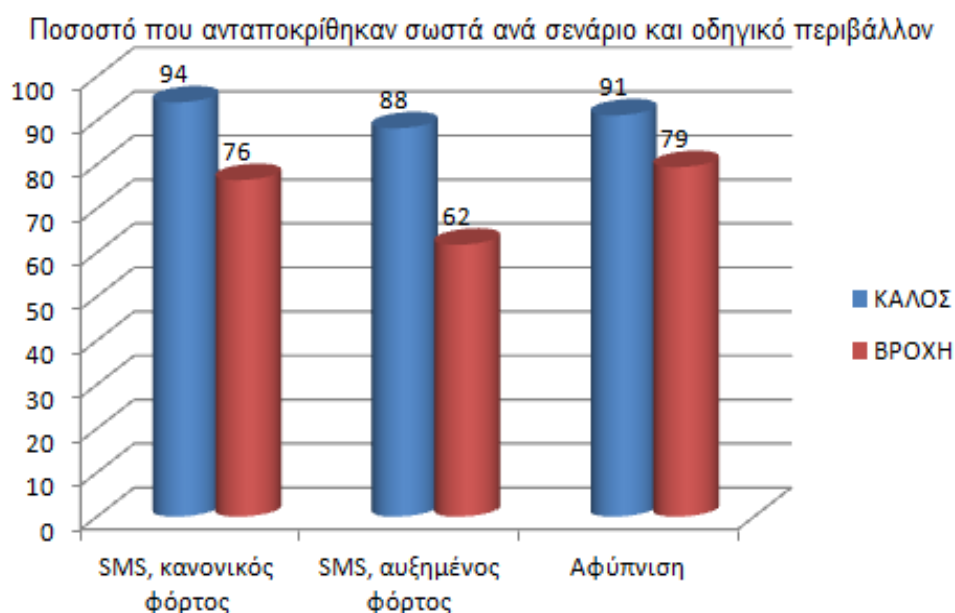


Διάγραμμα 4.1: Κατανομή του φύλου



Διάγραμμα 4.2: Κατανομή του είδους οθόνης κινητών τηλεφώνων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κατά τη διάρκεια του πειράματος συμπληρώθηκε ειδικό έντυπο από τον συντονιστή. Από το έντυπο αυτό προέκυψαν τρεις μεταβλητές που σχετίζονταν με το πόσο καλά ανταποκρίθηκαν οι οδηγοί στις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν. Οι μεταβλητές αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.



Διάγραμμα 4.3: Ποσοστό που ανταποκρίθηκαν σωστά ανά σενάριο και οδηγικό περιβάλλον

4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

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

Για τη διερεύνηση της επιρροής κατά το διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων και τοποθέτησης αφύπνισης μέσω κινητού τηλεφώνου έπρεπε να μελετηθούν ξεχωριστά τα διαστήματα που κάποιος διάβαζε, έγραφε γραπτά μηνύματα και οδηγούσε απρόσκοπτα. Με βάση το ειδικό έντυπο του πειράματος που είχε συμπληρώσει ο συντονιστής ήταν δυνατός ο **διαχωρισμός της συνολικής διαδρομής** ανάλογα με το οδικό περιβάλλον και τη χρήση ή όχι του κινητού τηλεφώνου **στα εξής τμήματα:**

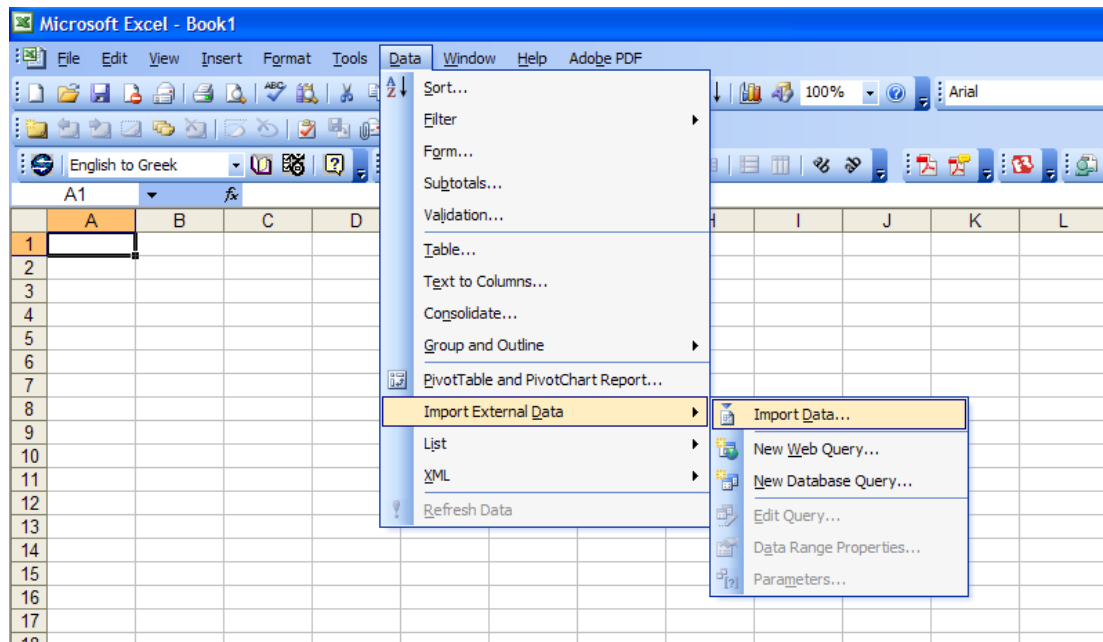
1. Τμήμα αυτοκινητοδρόμου με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας:
 - i. στο οποίο ο οδηγός δεν ήταν απασχολημένος από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου.
 - ii. στο οποίο οδηγός διάβαζε γραπτό μήνυμα μέσω κινητού τηλεφώνου.
 - iii. στο οποίο οδηγός έγραφε γραπτό μήνυμα μέσω κινητού τηλεφώνου.
2. Τμήμα αυτοκινητοδρόμου με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας:
 - i. στο οποίο ο οδηγός δεν ήταν απασχολημένος από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου.
 - ii. στο οποίο ο οδηγός διάβαζε γραπτό μήνυμα μέσω κινητού τηλεφώνου.
 - iii. στο οποίο ο οδηγός έγραφε γραπτό μήνυμα μέσω κινητού τηλεφώνου.
 - iv. στο οποίο ο οδηγός ενεργοποιούσε την αφύπνιση μέσω κινητού τηλεφώνου.

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

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

4.3.2.1 ΣΤΑΔΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

Τα αρχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή για κάθε οδηγό εισάγονται στο λογισμικό EXCEL μέσω της εντολής Data→Import External Data→Import Data (εικόνα 4.18). Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές σε κάθε φάση του πειράματος αποθηκεύτηκαν σε διαφορετική καρτέλα στο ίδιο αρχείο (Εικόνα 4.19). Στις τρεις πρώτες καρτέλες περιλαμβάνονται τα στοιχεία των τριών πρώτων διαδρομών (Logfile*.txt) ενώ στην τελευταία καρτέλα τα αρχεία με τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν τον συγκεκριμένο οδηγό (Err_log*.txt).



ΕΙΚΟΝΑ 4.18: Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'P13_01.xlsx'. The data is organized in a table with 30 rows and 30 columns. The first row is a header row with the following labels: Time, x-pos, y-pos, z-pos, road, rdist, rdist, rsur, ralpha, Dist, Speed, Brk, Acc, Clutch, Gear, RPM, HWay, DLeft, DRight, Wheel, THead, TTL, TTC, AccLat, AccLon, Event, EvVis, EvDist, ioDat, and EntNo. The data rows contain numerical values for these parameters. For example, row 4 has values: 39, 202, 0, 1700, 6, 1, 100, 2, 62.832, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 10000, 1.2, 1.2, 8, 10000, 10000, 10000, 0, 0, 0, 0, 100000, 7aR67H, and EntNo. The table is titled 'Logfile' in the first cell of the first row.

ΕΙΚΟΝΑ 4.19: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel-Αρχείο πειράματος.

4.3.2.2 ΣΤΑΔΙΟ 2: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΤΜΗΜΑΤΑ

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

Στο φύλλο επεξεργασίας της κάθε διαδρομής δημιουργήθηκε μια **νέα στήλη**. Στις σειρές που η μέτρηση της μεταβλητής Distance του προσομοιωτή ήταν ίση με την τιμή της μέτρησης που είχε καταγραφεί στο έντυπο του πειράματος αναγραφόταν στην πρώτη στήλη ένας χαρακτηρισμός που βοηθούσε τον διαχωρισμό της διαδρομής σε σχέση με τη χρήση του κινητού από τον οδηγό. Επίσης όταν η τιμή της μεταβλητής Distance ήταν ίση με την χιλιομετρική θέση όπου άλλαζαν οι συνθήκες κυκλοφορίας (Χ.Θ +600 έως +4000 μέτρα) για κανονικές συνθήκες και συνθήκες αυξημένης κυκλοφορίας (Χ.Θ +4000 έως τέλος διαδρομής) συμπληρωνόταν οι γραμμές αυτές με τους χαρακτηρισμούς, Q1 και Q2 αντίστοιχα στην πρώτη στήλη. Στα παραδείγματα που ακολουθούν, στη χιλιομετρική θέση Dist=5000 άρχισε ο συμμετέχοντας να γράφει μήνυμα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (εικόνα 4.20) ενώ στη σειρά όπου Dist=4000 ο οδηγός άρχισε να οδηγεί σε συνθήκες αυξημένης κυκλοφορίας (εικόνα 4.21).

R7140C3		f _x 237440																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1		DISTR	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM
7126			236975	4832,3	0	1827,3	10	0	875,07	9,47	0	4995,37	79,8	0	70	100	4	3534
7127			237008	4833,1	0	1827,4	10	0	875,79	9,49	0	4996,1	79,9	0	66	100	4	3539
7128			237041	4833,8	0	1827,5	10	0	876,51	9,5	0	4996,84	80	0	64	100	4	3543
7129			237074	4834,5	0	1827,6	10	0	877,23	9,51	0	4997,57	80,1	0	63	100	4	3548
7130			237108	4835,3	0	1827,8	10	0	877,98	9,52	0	4998,33	80,2	0	62	100	4	3552
7131			237141	4836	0	1827,9	10	0	878,7	9,54	0	4999,07	80,3	0	62	100	4	3556
7132	WM,2	Q2	237174	4836,7	0	1828	10	0	879,43	9,55	0	4999,8	80,4	0	61	100	4	3560
7133			237207	4837,5	0	1828,1	10	0	880,15	9,56	0	5000,54	80,5	0	66	100	4	3565
7134			237241	4838,2	0	1828,2	10	0	880,9	9,57	0	5001,3	80,6	0	68	100	4	3570
7135			237274	4838,9	0	1828,3	10	0	881,62	9,58	0	5002,04	80,7	0	65	100	4	3574
7136			237307	4839,7	0	1828,5	10	0	882,35	9,59	0	5002,79	80,8	0	62	100	4	3578
7137			237340	4840,4	0	1828,6	10	0	883,08	9,61	0	5003,53	80,9	0	62	100	4	3582
7138			237374	4841,2	0	1828,7	10	0	883,83	9,62	0	5004,29	81	0	64	100	4	3587
7139			237407	4841,9	0	1828,8	10	0	884,56	9,63	0	5005,04	81,1	0	67	100	4	3591
7140			237440	4842,6	0	1829	10	0	885,29	9,64	0	5005,78	81,2	0	69	100	4	3596
7141			237474	4843,4	0	1829,1	10	0	886,05	9,65	0	5006,55	81,3	0	67	100	4	3601
7142			237507	4844,1	0	1829,2	10	0	886,78	9,65	0	5007,3	81,4	0	60	100	4	3605
7143			237540	4844,9	0	1829,4	10	0	887,52	9,66	0	5008,04	81,5	0	56	100	4	3608
7144			237573	4845,6	0	1829,5	10	0	888,25	9,67	0	5008,79	81,6	0	55	100	4	3611
7145			237607	4846,3	0	1829,6	10	0	889,01	9,68	0	5009,56	81,7	0	58	100	4	3615

ΕΙΚΟΝΑ 4.20: Δημιουργία νέας στήλης-έναρξη αποστολής γραπτού μηνύματος.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	DISTR	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM
		188350	3900,8	0	2148,4	5	0	3597,5	8,97	0	3995,28	89,1	0	0	100	4	3912
		188383	3901,6	0	2148,2	5	0	3598,4	8,98	0	3996,1	89	0	0	100	4	3906
		188417	3902,4	0	2147,9	5	0	3599,2	8,99	0	3996,94	88,8	0	0	100	4	3900
		188450	3903,1	0	2147,7	5	0	3600	9	0	3997,75	88,7	0	0	100	4	3895
		188483	3903,9	0	2147,4	5	0	3600,8	9	0	3998,56	88,6	0	0	100	4	3889
		188517	3904,7	0	2147,2	5	0	3601,7	9,01	0	3999,4	88,5	0	0	100	4	3884
Q1		188550	3905,5	0	2146,9	5	0	3602,5	9,01	0	4000,21	88,3	0	0	100	4	3878
		188583	3906,2	0	2146,7	5	0	3603,3	9,02	0	4001,02	88,2	0	0	100	4	3872
		188616	3907	0	2146,4	5	0	3604,1	9,02	0	4001,83	88,1	0	0	100	4	3867
		188650	3907,8	0	2146,2	5	0	3604,9	9,03	0	4002,66	87,9	0	0	100	4	3861
		188683	3908,6	0	2145,9	5	0	3605,7	9,03	0	4003,46	87,8	0	0	100	4	3856
		188716	3909,3	0	2145,7	5	0	3606,5	9,04	0	4004,26	87,7	0	0	100	4	3850
		188749	3910,1	0	2145,5	5	0	3607,3	9,04	0	4005,07	87,6	0	0	100	4	3844
		188783	3910,9	0	2145,2	5	0	3608,2	9,04	0	4005,89	87,4	0	0	100	4	3839
		188816	3911,7	0	2145	5	0	3609	9,05	0	4006,69	87,3	0	0	100	4	3833
		188849	3912,4	0	2144,7	5	0	3609,8	9,05	0	4007,49	87,2	0	0	100	4	3828
		188882	3913,2	0	2144,5	5	0	3610,6	9,05	0	4008,29	87,1	0	0	100	4	3822
		188916	3914	0	2144,3	5	0	3611,4	9,05	0	4009,11	86,9	0	0	100	4	3816
		188949	3914,7	0	2144	5	0	3612,2	9,06	0	4009,91	86,8	0	0	100	4	3811
		188982	3915,5	0	2143,8	5	0	3613	9,06	0	4010,7	86,7	0	0	100	4	3806
		189015	3916,2	0	2143,6	5	0	3613,8	9,06	0	4011,5	86,6	0	0	100	4	3800

ΕΙΚΟΝΑ 4.21: Δημιουργία νέας στήλης-εισαγωγή χαρακτηρισμού οδικού περιβάλλοντος.

4.3.2.3 ΣΤΑΔΙΟ 3: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στάδιο αυτό περιγράφονται οι **μεταβλητές** που προέκυψαν για την διερεύνηση της επιρροής κατά το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων και ενεργοποίηση αφύπνισης μέσω κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Πίνακας μετρήσεων προσομοιωτή που επεξεργάστηκαν.

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

Οι μεταβλητές που υπολογίσθηκαν για τη διερεύνηση του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου στην συμπεριφορά του οδηγού παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 4.5). Σε κάθε ένα από τα αρχεία που προέκυψαν από τον προσομοιωτή υπολογίσθηκαν οι τιμές των

μεταβλητών αυτών για κάθε τμήμα της διαδρομής με χρήση απλών εντολών προγραμματισμού (Εικόνα 4.22). Με τις μεταβλητές αυτές του κάθε αρχείου δημιουργήθηκαν **δύο πίνακες δεδομένων** που αφορούσαν τις κανονικές και τις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας, απόσπασμα ενός πίνακα απεικονίζεται στην Εικόνα 4.23.

Όσον αφορά στις **μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων μέσω κινητού στην ασφάλεια του οδηγού** αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6. Δημιουργήθηκαν δύο αρχεία που περιελάμβαναν για όλους τους οδηγούς τις τιμές των μεταβλητές αυτών σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες ξεχωριστά. Ένα παράδειγμα από μέρος αυτού του αρχείου παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 4.23). Με τα στοιχεία αυτά δημιουργήθηκαν **δύο πίνακες δεδομένων** που αφορούσαν στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Πίνακας μεταβλητών για τη διερεύνηση της χρήσης κινητού στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού

1	Rainy	οδήγηση υπό βροχή (1=NAI ,0=OXI)
2	Good	οδήγηση υπό καλό καιρό (1=NAI ,0=OXI)
3	Rspur	μέση απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
4	rspur_max	μέγιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
5	rspur_min	ελάχιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
6	Logrspur	ο λογάριθμος της απόστασης οχήματος από τη μέση του δρόμου
7	Speed	μέση ταχύτητα
8	logV	λογάριθμος μέσης ταχύτητας
9	V_max	μέγιστη ταχύτητα
10	Brk	ποσοστό τμήματος διαδρομής που ο οδηγός φρέναρε
11	Acc	ποσοστό τμήματος διαδρομής που ο οδηγός πατούσε γκάζι
12	Rpm	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα
13	DLeft	μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού
14	DRight	μέση απόσταση οχήματος από το αριστερό άκρο της οδού
15	Incident	η πραγματοποίηση κάποιου ατυχήματος (1=NAI ,0=OXI)
16	Water	η πραγματοποίηση του φαινομένου της υδρολίσθησης (1=NAI ,0=OXI)
17	HWay	Απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε μέτρα
18	log_HWay	ο λογάριθμος της απόστασης από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος
19	THead	απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε δευτερόλεπτα
20	log_THead	ο λογάριθμος της απόστασης από τον πίσω προφυλακτήρα του

		προπορευόμενου οχήματος
21	THead_min	η ελάχιστη απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε δευτερόλεπτα
22	Q	οι συνθήκες κυκλοφορίας στον αυτοκινητόδρομο (1=αυξημένες, 0=κανονικές)
23	Free_Q1	ελεύθερη ο-δήγηση σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)
24	Rm_1	οδήγηση με ανάγνωση μηνύματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)
25	Wm_1	οδήγηση με εγγραφή μηνύματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)
26	Time_fix	οδήγηση με ενεργοποίηση αφύπνισης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)
27	Free_Q2	ελεύθερη οδήγηση σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)
28	Rm_2	οδήγηση με ανάγνωση μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)
29	Wm_2	οδήγηση με εγγραφή μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=NAI ,0=OXI)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DISTR	rspr	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	THead	Q	rspr_max	rspr_min	V_max	THead_min	incident	WATER	log_V	
free_Q1	7,61	2423,56	94,33	0	53	83,622	3,85	4336	108,9	6,7828	4,6268	4,154	1,0	9,4	0	109,1	0	0	1	1,975	
Rm_1	7,23	1589,78	92,1	0	49	99,471	4	4102	402	6,4041	4,942	11,13	1,0	10,38	3,64	112,2	0,5	0	1	1,964	
Wm_1	7,99	2486	91,88	0	54	100	4	4043	43,94	7,1646	4,1935	1,701	1,0	9,48	4,38	98,9	0,1	1	0	1,963	
free_Q2	9,52	3821,19	87,32	0	51	73,822	3,58	4404	1765	8,7032	2,6573	4,387	2,0	10,21	9,05	97,1	2,9	0	0	1,941	
Rm_2	9,02	3612,94	65,16	0	33	100	4	2874	151	8,2031	3,1714	8,437	2,0	9,65	7,96	84,6	4,5	0	1	1,814	
Wm_2	8,97	4256,95	81,2	0	44	93,137	3,49	4200	171,6	8,16	3,2204	7,606	2,0	9,71	7,85	91	5,8	0	0	1,910	
Time fix	3,11	5278,93	93,26	0	62	97,917	4	4601	1092	2,2628	9,0509	2,15	2	4,12	1,86	104	2,1	1	1	1,970	

ΕΙΚΟΝΑ 4.22: Απόσπασμα πίνακα υπολογισμού τελικών μεταβλητών από μετρήσεις μιας διαδρομής

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A/A	VROXI	KALOS	free_Q1	Rm_1	Wm_1	Time fix	free_Q2	Rm_2	Wm_2	rspr	Dist	Speed
28	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8,723	4254,705	55,012
28	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8,895	2238,271	68,659
28	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8,583	989,322	63,294
28	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8,757	1736,004	53,693
28	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9,002	3705,713	77,444
28	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8,813	2485,447	67,403
28	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9,243	3018,804	67,512
28	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8,892	3482,540	74,407
28	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8,911	1816,936	72,439
28	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8,430	970,801	67,250
28	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8,855	1523,266	67,750
29	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8,298	1101,660	89,863
29	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8,274	1349,821	86,645
29	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8,426	2303,147	71,490
29	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4,944	3639,587	83,397
29	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5,666	3561,017	85,035
29	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8,906	5206,448	73,869
29	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8,427	5853,507	67,570
29	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6,672	3257,902	92,812
29	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8,561	1164,530	81,241

ΕΙΚΟΝΑ 4.23: Απόσπασμα πίνακα δεδομένων για την διερεύνηση της επιρροής γραψίματος/διαβάσματος μηνυμάτων και ενεργοποίηση αφύπνισης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού

4.4 ΤΕΛΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

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

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

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Πίνακας μέσης ταχύτητας συνολικής διαδρομής και μέσων στροφών κινητήρα ανά λεπτό ανάλογα με τον παράγοντα απόσπασης, το οδικό περιβάλλον και τις περιβαλλοντικές συνθήκες

		Καλοκαιρία				Υπό βροχή			
		Ελεύθερη	Διάβασμα	Γράψιμο	Εν. αφύπνιση	Ελεύθερη	Διάβασμα	Γράψιμο	Εν. αφύπνιση
Κανονική	Ταχύτητα(km/h)	94	84	79	-	90	85	79	-
Κυκλοφορία	Στροφές κινητήρα(rpm)	3770	3530	3360	-	4010	3760	3570	-
Αυξημένη	Ταχύτητα(km/h)	88	80	78	81	83	77	73	75
Κυκλοφορία	Στροφές κινητήρα(rpm)	3590	3300	3240	3330	3680	3360	3190	3370

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Πίνακας μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα με βάση το οδικό περιβάλλον, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τον παράγοντα απόσπασης

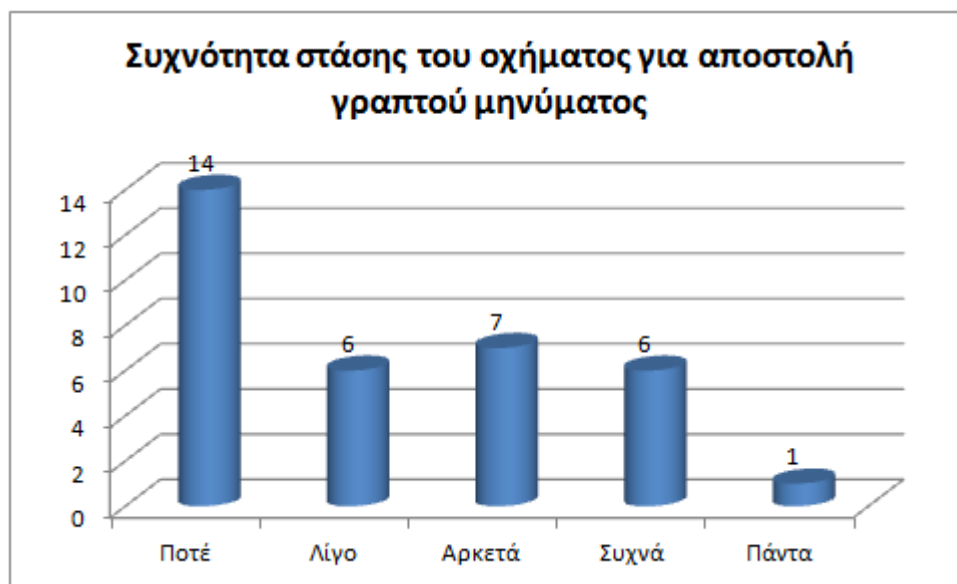
		Καλοκαιρία			Υπό βροχή		
		Ελεύθερη	Διάβασμα	Γράψιμο	Ελεύθερη	Διάβασμα	Γράψιμο
Κανονική Κυκλοφορία	Απόσταση από προπορευόμενο όχημα (m)	300	220	180	420	290	200
Αυξημένη Κυκλοφορία	Απόσταση από προπορευόμενο όχημα (m)	710	495	405	780	560	450

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: Πίνακας αθροίσματος αριθμού ατυχημάτων με βάση το οδικό περιβάλλον, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τον παράγοντα απόσπασης

	Καλοκαιρία				Υπό βροχή			
	Ελεύθερη	Διάβασμα	Γράψιμο	Εν. αφύπνισης	Ελεύθερη	Διάβασμα	Γράψιμο	Εν. αφύπνισης
Κανονική κυκλοφορία	0	2	3	-	1	9	4	-
Αυξημένη κυκλοφορία	0	2	3	3	2	6	4	4



Διάγραμμα 4.4: Συχνότητα διαβάσματος/γραφίσματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης.



Διάγραμμα 4.5: Συχνότητα στάσης του οχήματος για γράψιμο μηνύματος κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μετά τη διαμόρφωση των τελικών πινάκων στο λογισμικό EXCEL, ακολούθησε η εισαγωγή τους στο πεδίο δεδομένων (data view) του **ειδικού πακέτου στατιστικής ανάλυσης**. Στη συνέχεια καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος, και ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής στο πεδίο των μεταβλητών (variable view).

Επισημαίνεται ότι, το πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες με λιγότερα από 8 ψηφία και όλες οι στήλες αποτελούνται από αριθμούς και όχι από κείμενο. Για το λόγο αυτό, κατά την αντιγραφή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό επιλέχθηκε η εντολή ειδική επικόλληση (paste special) → τιμές (values) ώστε να μεταφερθούν μόνο οι τιμές των κελιών. Επιπλέον, σε περίπτωση που λείπει κάποια τιμή, στη θέση της εισάγεται ειδική σταθερά (9999,000) η οποία δεν λαμβάνεται υπόψη στην στατιστική ανάλυση.

Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal). Μετά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε

η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

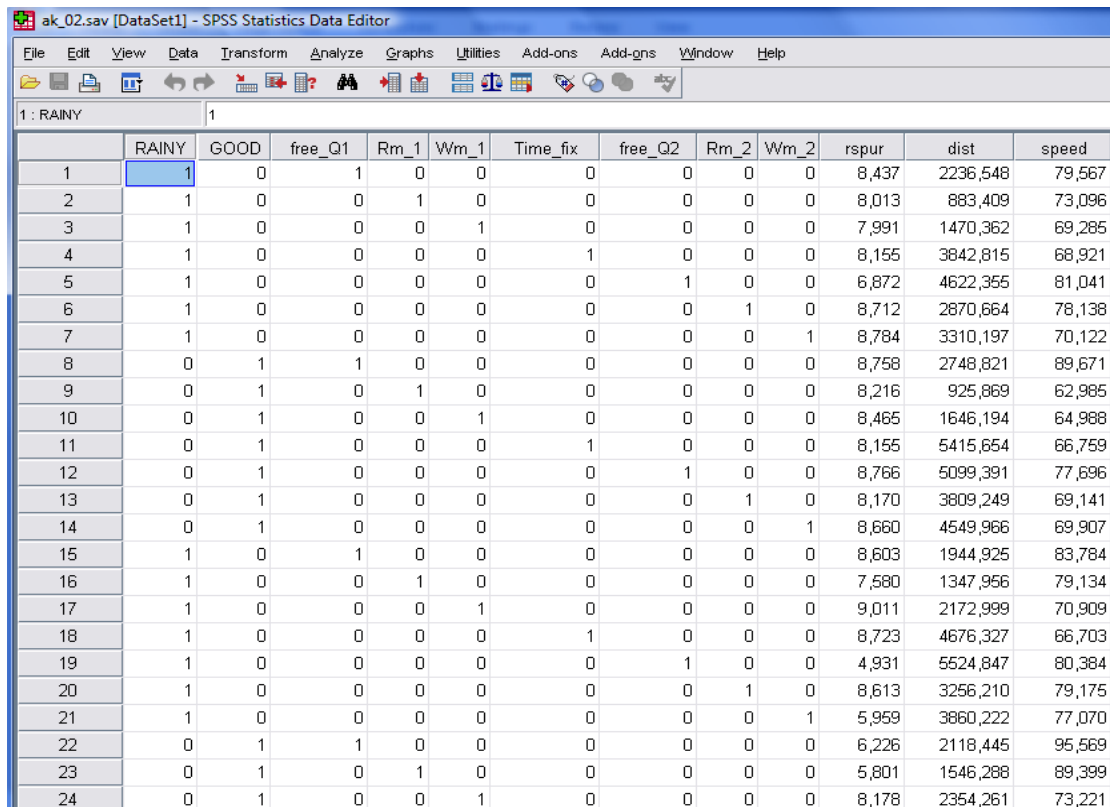
Αξίζει να σημειωθεί, ότι τόσο στο λογισμικό EXCEL όσο και στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, δημιουργήθηκαν έξι διαφορετικές βάσεις. Οι δύο εξετάστηκαν για τη διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος/γραψίματος μέσω κινητού στην μέση ταχύτητα της διαδρομής, άλλες δύο βάσεις στη μέση απόσταση προπορευόμενου οχήματος και οι υπόλοιπες δύο για την διερεύνηση της πιθανότητας να συμβεί κάποιο ατύχημα.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

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

ότι στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί.

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



	RAINY	GOOD	free_Q1	Rm_1	Wm_1	Time_fix	free_Q2	Rm_2	Wm_2	rspur	dist	speed
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8,437	2236,548	79,567
2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8,013	883,409	73,096
3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7,991	1470,362	69,285
4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8,155	3842,815	68,921
5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6,872	4622,355	81,041
6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8,712	2870,664	78,138
7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8,784	3310,197	70,122
8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8,758	2748,821	89,671
9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8,216	925,869	62,985
10	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8,465	1646,194	64,988
11	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8,155	5415,654	66,759
12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8,766	5099,391	77,696
13	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8,170	3809,249	69,141
14	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8,660	4549,966	69,907
15	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8,603	1944,925	83,784
16	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7,580	1347,956	79,134
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	9,011	2172,999	70,909
18	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8,723	4676,327	66,703
19	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4,931	5524,847	80,384
20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8,613	3256,210	79,175
21	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5,959	3860,222	77,070
22	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6,226	2118,445	95,569
23	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5,801	1546,288	89,399
24	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8,178	2354,261	73,221

ΕΙΚΟΝΑ 4.25: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

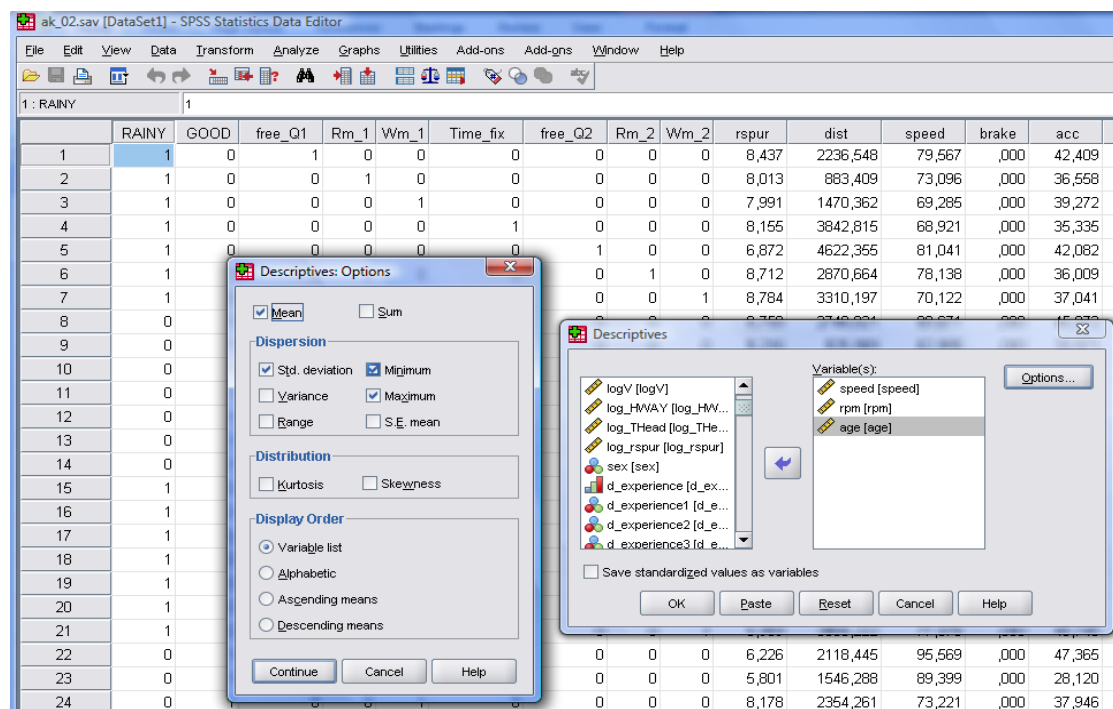
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	RAINY	Numeric	5	0	RAINY	{0, not_rain...}	None	5	Right	Nominal
2	GOOD	Numeric	5	0	GOOD	{0, not_goo...}	None	5	Right	Nominal
3	free_Q1	Numeric	7	0	free_Q1	{0, not free...}	None	7	Right	Nominal
4	Rm_1	Numeric	4	0	Rm_1	{0, not rm1...}	None	4	Right	Nominal
5	Wm_1	Numeric	4	0	Wm_1	{0, not wm1...}	None	4	Right	Nominal
6	Time_fix	Numeric	8	0	Time_fix	{0, not time ...}	None	8	Right	Nominal
7	free_Q2	Numeric	7	0	free_Q2	{0, NOT FR...}	None	7	Right	Nominal
8	Rm_2	Numeric	4	0	Rm_2	{0, not rm2...}	None	4	Right	Nominal
9	Wm_2	Numeric	4	0	Wm_2	{0, not wm2...}	None	4	Right	Nominal
10	rspur	Numeric	6	3	rspur	None	9999,000	6	Right	Scale
11	dist	Numeric	8	3	distance	None	9999,000	8	Right	Scale
12	speed	Numeric	7	3	speed	None	9999,000	7	Right	Scale
13	brake	Numeric	5	3	brake	None	9999,000	5	Right	Scale
14	acc	Numeric	6	3	acceleration	None	9999,000	6	Right	Scale
15	clutch	Numeric	7	3	clutch	None	9999,000	7	Right	Scale
16	gear	Numeric	6	3	gear	None	9999,000	6	Right	Scale
17	rpm	Numeric	8	3	rpm	None	9999,000	8	Right	Scale
18	HWay	Numeric	8	3	HWay	None	9999,000	8	Right	Scale
19	DLeft	Numeric	8	3	DLeft	None	9999,000	8	Right	Scale
20	DRight	Numeric	8	3	DRight	None	9999,000	8	Right	Scale
21	THead	Numeric	8	3	THead	None	9999,000	8	Right	Scale
22	Q	Numeric	1	0	Q	{0, Q1}...	None	1	Right	Nominal

ΕΙΚΟΝΑ 4.26: Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών

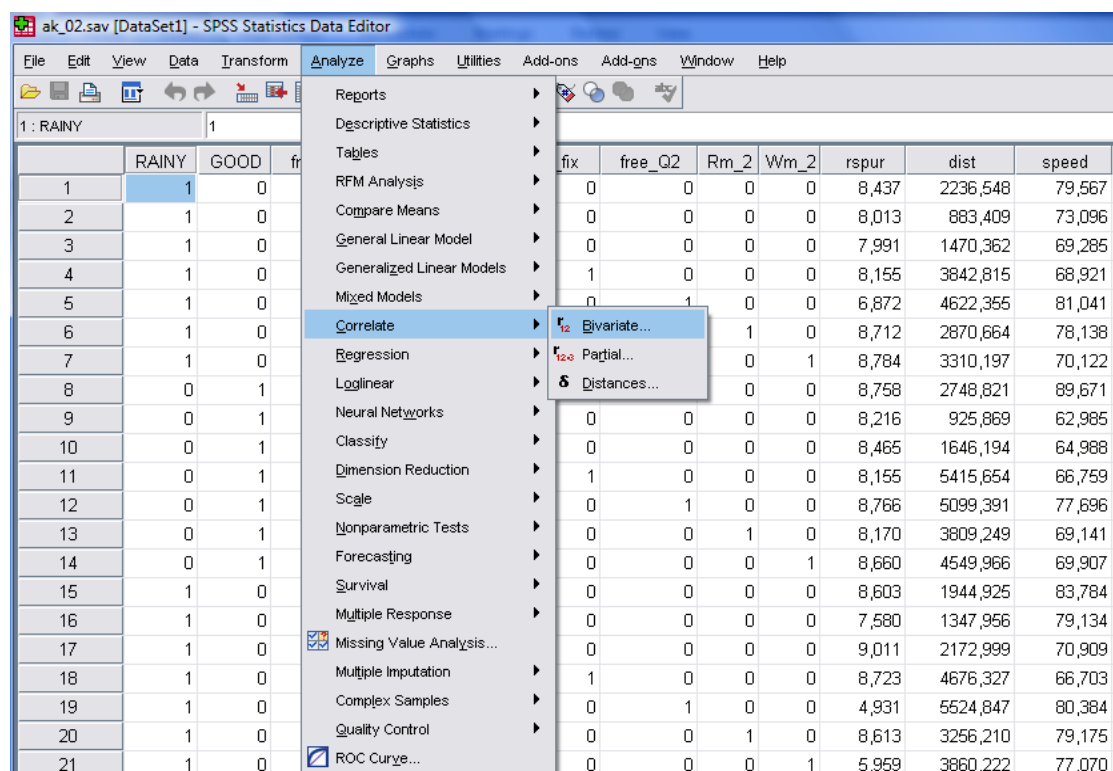
στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

	RAINY	GOOD	fr	h_2	Wm_2	rspur	dist
1	1	0		0	0	8,437	2236,548
2	1	0		0	0	8,013	883,409
3	1	0		0	0	7,991	1470,362
4	1	0		0	0	8,155	3842,815
5	1	0		0	0	6,872	4622,355
6	1	0		0	1	8,712	2870,664
7	1	0		0	1	8,784	3310,197
8	0	1		0	0	8,758	2748,821
9	0	1		0	0	8,216	925,869
10	0	1		0	0	8,465	1646,194
11	0	1		0	0	8,155	5415,654
12	0	1		0	0	8,766	5099,391
13	0	1		0	1	8,170	3809,249
14	0	1		0	1	8,660	4549,966
15	1	0		0	0	8,603	1944,925
16	1	0		0	0	7,580	1347,956
17	1	0		0	0	9,011	2172,999
18	1	0		0	0	8,723	4676,327
19	1	0		0	0	4,931	5524,847
20	1	0		0	0	8,613	3256,210
21	1	0		0	1	5,959	3860,222
22	0	1		1	0	6,226	2118,445

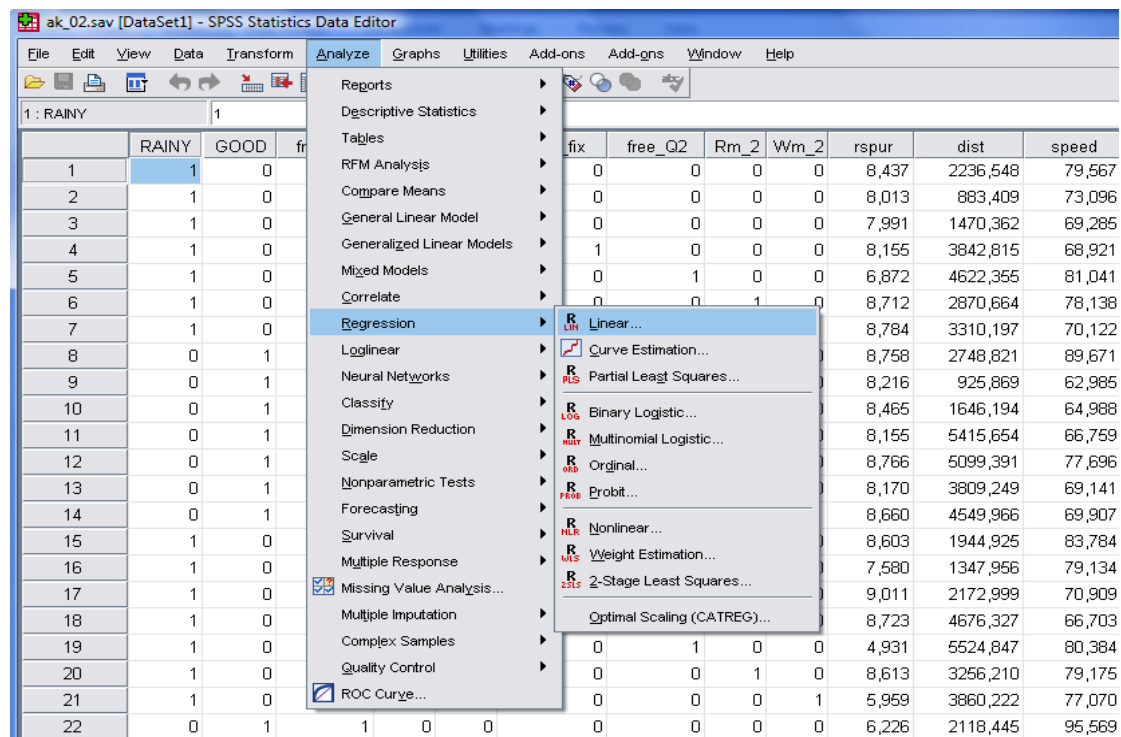
ΕΙΚΟΝΑ 4.27: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



ΕΙΚΟΝΑ 4.28: Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μεγίστου και του ελαχίστου στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

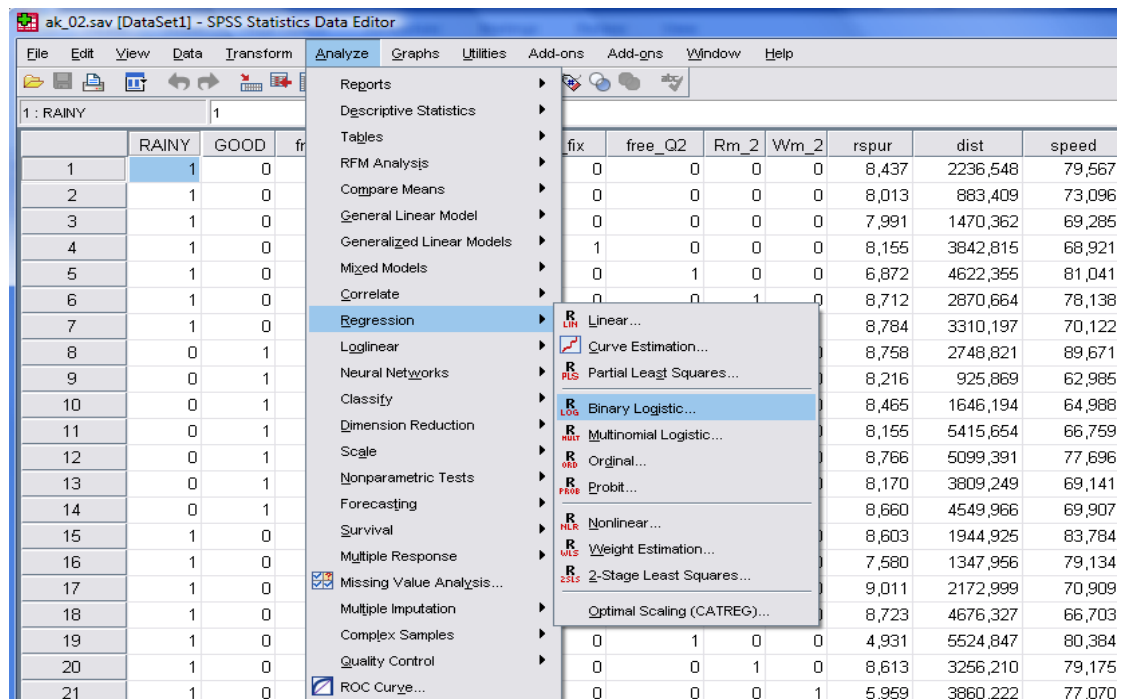


ΕΙΚΟΝΑ 4.29: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



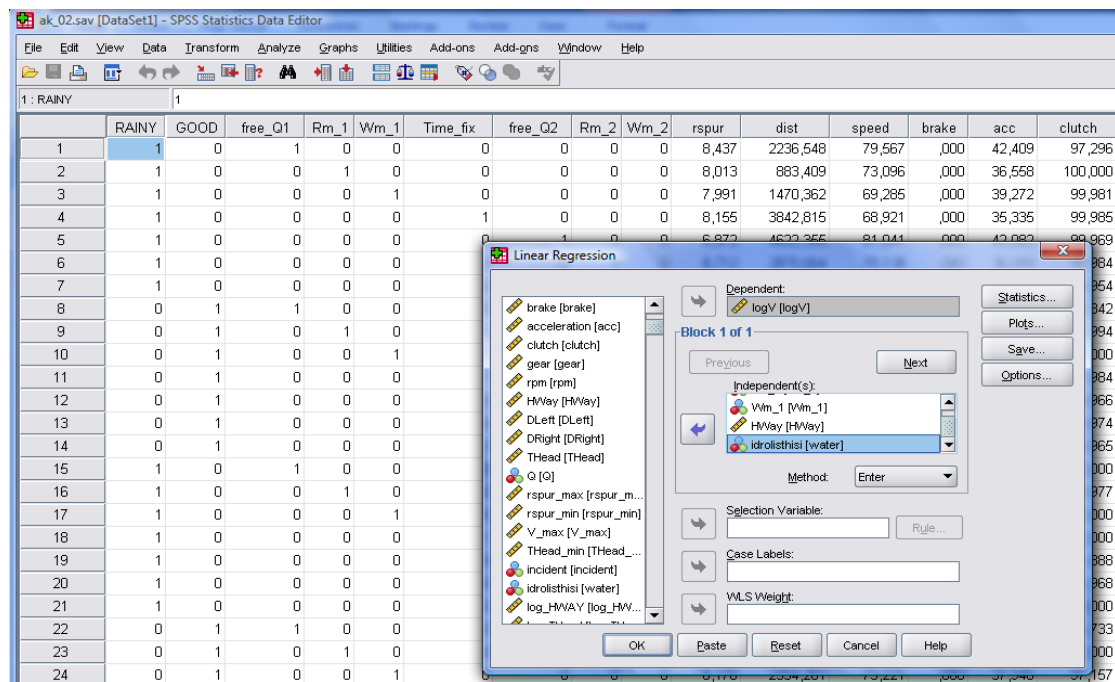
ΕΙΚΟΝΑ 4.30: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση

στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

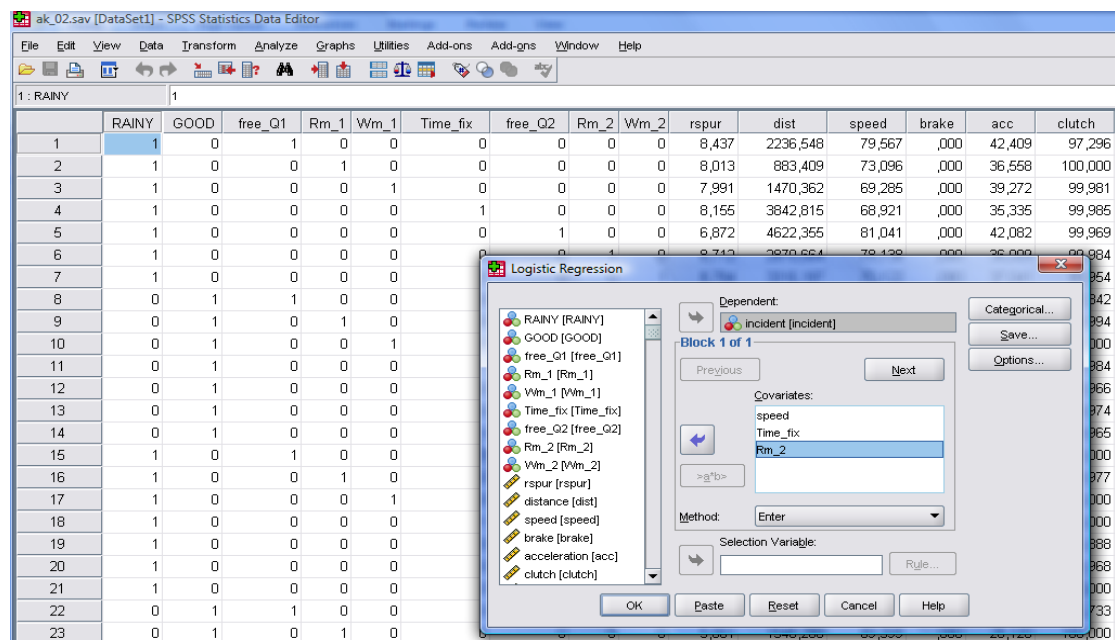


ΕΙΚΟΝΑ 4.31: Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση

στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



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



ΕΙΚΟΝΑ 4.33: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

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

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

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

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

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

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

Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, δύο για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης**, δύο για το **μοντέλο προσδιορισμού της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** και δύο για το **μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Σε κάθε στατιστικό πρότυπο εξετάστηκε η επιρροή της λήψης/αποστολής γραπτών μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας στον αυτοκινητόδρομο.

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και θα διερευνηθεί η επιρροή κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων σε αυτή. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν δύο στατιστικές αναλύσεις. Με τις δύο στατιστικές αναλύσεις θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης ξεχωριστά για κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο για κάθε περίπτωση και να ερευνηθεί αν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της οδού.

5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.5. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

logV: μέση ταχύτητα οδήγησης

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

- Rainy:** οδήγηση υπό βροχή (1= ναι, 0= όχι)
- Free_Q1:** ελεύθερη οδήγηση σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Rm_1:** οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Rm_2:** οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Wm_2:** οδήγηση με γράψιμο μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Time_fix:** ενεργοποίηση αφύπνισης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- touch:** εάν το κινητό τηλέφωνο του συμμετέχοντα είχε οθόνη αφής (1=ναι, 0=όχι)
- rspur:** απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα
- sex:** φύλο συμμετέχοντα (1=άνδρας, 0=γυναίκα)
- love_d:** εάν ο συμμετέχοντας δήλωσε ότι του αρέσει η οδήγηση (1=ναι, 0=όχι)
- dist_week:** εβδομαδιαία απόσταση που διανύει ο συμμετέχοντας
- incident:** το αν συνέβη ατύχημα (1=ναι, 0=όχι)
- wm2_rain:** εάν ο συμμετέχοντας απέτυχε να αποστείλει το μήνυμα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας υπό βροχή (1=ναι, 0=όχι)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: logV, rspur, dist_week ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως διακριτές (nominal), χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1.

5.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

<i>Οδικό περιβάλλον: κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας</i>					
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕ Σ	N	Ελάχιστο	Μέγιστ ο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
logV	198	1.769	2.142	1.92652	0.060467
rspur	198	3.741	10.836	7.38587	1.590624
dist_week	198	.00	650	139.85	151.249
<i>Οδικό περιβάλλον: αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας</i>					
logV	249	1,73	2,133	1,89815	0,057428
rspur	249	3,111	10,414	7,19092	1,801887
dist_week	249	0	650	141,85	155,200

5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διαδικασία της μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται και πάλι μέσω της εντολής analyze (analyze → correlate → bivariate correlations). Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πεδίο Variables. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αξίζει να επισημανθεί ότι οι τελικές μεταβλητές επελέγησαν **μετά από μεγάλο αριθμό δοκιμών**. Μερικά αποτελέσματα που παρουσίαζαν υψηλή συσχέτιση, άρα δεν ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους παρουσιάζονται παρακάτω μαζί με τους πίνακες τελικών μεταβλητών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations									
		Rainy	Free_Q1	Rm_1	touch	love_d	incident	idrolisthisi	d_experience1
Rainy	Pearson Correlation	1	-,014	,007	-,008	-,003	,184**	,532**	,018
	Sig. (2-tailed)		,842	,920	,905	,971	,009	,000	,797
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
Free_Q1	Pearson Correlation	-,014	1	-,500**	,007	,000	-,174*	,017	,007
	Sig. (2-tailed)	,842		,000	,919	1,000	,014	,809	,918
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
Rm_1	Pearson Correlation	,007	-,500**	1	,007	,000	,139	,017	,007
	Sig. (2-tailed)	,920	,000		,919	1,000	,051	,809	,918
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
touch	Pearson Correlation	-,008	,007	,007	1	-,214**	,057	-,104	,292**
	Sig. (2-tailed)	,905	,919	,919		,003	,429	,144	,000
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
love_d	Pearson Correlation	-,003	,000	,000	-,214**	1	,019	,031	,203**
	Sig. (2-tailed)	,971	1,000	1,000	,003		,793	,663	,004
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
incident	Pearson Correlation	,184**	-,174*	,139	,057	,019	1	,216**	,095
	Sig. (2-tailed)	,009	,014	,051	,429	,793		,002	,182
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
idrolisthisi	Pearson Correlation	,532**	,017	,017	-,104	,031	,216**	1	-,068
	Sig. (2-tailed)	,000	,809	,809	,144	,663	,002		,338
	N	198	198	198	198	198	198	198	198
d_experience1	Pearson Correlation	,018	,007	,007	,292**	,203**	,095	-,068	1
	Sig. (2-tailed)	,797	,918	,918	,000	,004	,182	,338	
	N	198	198	198	198	198	198	198	198

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations										
		RAINY	Rm_2	Wm_2	touch	rspur	love_d	dist_week	d_experience1	freq_sms
RAINY	Pearson Correlation	1	-,011	-,041	-,010	,116	-,016	-,009	,023	-,020
	Sig. (2-tailed)		,861	,517	,877	,068	,804	,892	,713	,749
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Rm_2	Pearson Correlation	-,011	1	-,328**	,001	,047	,002	,009	,009	-,007
	Sig. (2-tailed)	,861		,000	,986	,465	,977	,893	,892	,914
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Wm_2	Pearson Correlation	-,041	-,328**	1	-,003	,087	-,006	,016	-,007	,002
	Sig. (2-tailed)	,517	,000		,957	,173	,931	,798	,910	,972
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
touch	Pearson Correlation	-,010	,001	-,003	1	,144*	-,220**	,246**	,320**	-,240**
	Sig. (2-tailed)	,877	,986	,957		,023	,000	,000	,000	,000
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
rspur	Pearson Correlation	,116	,047	,087	,144*	1	,006	-,064	,182**	-,110
	Sig. (2-tailed)	,068	,465	,173	,023		,925	,315	,004	,084
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
love_d	Pearson Correlation	-,016	,002	-,006	-,220**	,006	1	,075	,209**	-,263**
	Sig. (2-tailed)	,804	,977	,931	,000	,925		,238	,001	,000
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
dist_week	Pearson Correlation	-,009	,009	,016	,246**	-,064	,075	1	,063	-,217**
	Sig. (2-tailed)	,892	,893	,798	,000	,315	,238		,320	,001
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
d_experience1	Pearson Correlation	,023	,009	-,007	,320**	,182**	,209**	,063	1	-,796**
	Sig. (2-tailed)	,713	,892	,910	,000	,004	,001	,320		,000
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
freq_sms	Pearson Correlation	-,020	-,007	,002	-,240**	-,110	-,263**	-,217**	-,796**	1
	Sig. (2-tailed)	,749	,914	,972	,000	,084	,000	,001	,000	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations								
		Rainy	Free_Q1	Rm_1	touch	sex	love_d	incident
Rainy	Pearson Correlation	1	-,014	,007	-,008	-,019	-,003	,184**
	Sig. (2-tailed)		,842	,920	,905	,787	,971	,009
	N	198	198	198	198	198	198	198
Free_Q1	Pearson Correlation	-,014	1	-,500**	,007	-,007	,000	-,174*
	Sig. (2-tailed)	,842		,000	,919	,920	1,000	,014
	N	198	198	198	198	198	198	198
Rm_1	Pearson Correlation	,007	-,500**	1	,007	-,007	,000	,139
	Sig. (2-tailed)	,920	,000		,919	,920	1,000	,051
	N	198	198	198	198	198	198	198
touch	Pearson Correlation	-,008	,007	,007	1	-,141*	-,214**	,057
	Sig. (2-tailed)	,905	,919	,919		,047	,003	,429
	N	198	198	198	198	198	198	198
sex	Pearson Correlation	-,019	-,007	-,007	-,141*	1	-,230**	-,117
	Sig. (2-tailed)	,787	,920	,920	,047		,001	,100
	N	198	198	198	198	198	198	198
love_d	Pearson Correlation	-,003	,000	,000	-,214**	-,230**	1	,019
	Sig. (2-tailed)	,971	1,000	1,000	,003	,001		,793
	N	198	198	198	198	198	198	198
incident	Pearson Correlation	,184**	-,174*	,139	,057	-,117	,019	1
	Sig. (2-tailed)	,009	,014	,051	,429	,100	,793	
	N	198	198	198	198	198	198	198

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

		RAINY	Rm_2	Wm_2	Time_fix	touch	rspur	sex	love_d	dist_week
RAINY	Pearson Correlation	1	-,011	-,041	-,002	-,010	,116	,012	-,016	-,009
	Sig. (2-tailed)		,861	,517	,969	,877	,068	,849	,804	,892
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Rm_2	Pearson Correlation	-,011	1	-,328**	-,335**	,001	,047	,006	,002	,009
	Sig. (2-tailed)	,861		,000	,000	,986	,465	,924	,977	,893
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Wm_2	Pearson Correlation	-,041	-,328**	1	-,324**	-,003	,087	,000	-,006	,016
	Sig. (2-tailed)	,517	,000		,000	,957	,173	,994	,931	,798
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Time_fix	Pearson Correlation	-,002	-,335**	-,324**	1	-,007	-,031	,017	-,001	-,042
	Sig. (2-tailed)	,969	,000	,000		,917	,621	,793	,992	,507
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
touch	Pearson Correlation	-,010	,001	-,003	-,007	1	,144*	-,143*	-,220**	,246**
	Sig. (2-tailed)	,877	,986	,957	,917		,023	,024	,000	,000
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
rspur	Pearson Correlation	,116	,047	,087	-,031	,144*	1	-,147*	,006	-,064
	Sig. (2-tailed)	,068	,465	,173	,621	,023		,021	,925	,315
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
sex	Pearson Correlation	,012	,006	,000	,017	-,143*	-,147*	1	-,229**	-,042
	Sig. (2-tailed)	,849	,924	,994	,793	,024	,021		,000	,511
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
love_d	Pearson Correlation	-,016	,002	-,006	-,001	-,220**	,006	-,229**	1	,075
	Sig. (2-tailed)	,804	,977	,931	,992	,000	,925	,000		,238
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249
dist_week	Pearson Correlation	-,009	,009	,016	-,042	,246**	-,064	-,042	,075	1
	Sig. (2-tailed)	,892	,893	,798	,507	,000	,315	,511	,238	
	N	249	249	249	249	249	249	249	249	249

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

		rspur	dist_week
rspur	Pearson Correlation	1	,051
	Sig. (2-tailed)		,472
	N	198	198
dist_week	Pearson Correlation	,051	1
	Sig. (2-tailed)	,472	
	N	198	198

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

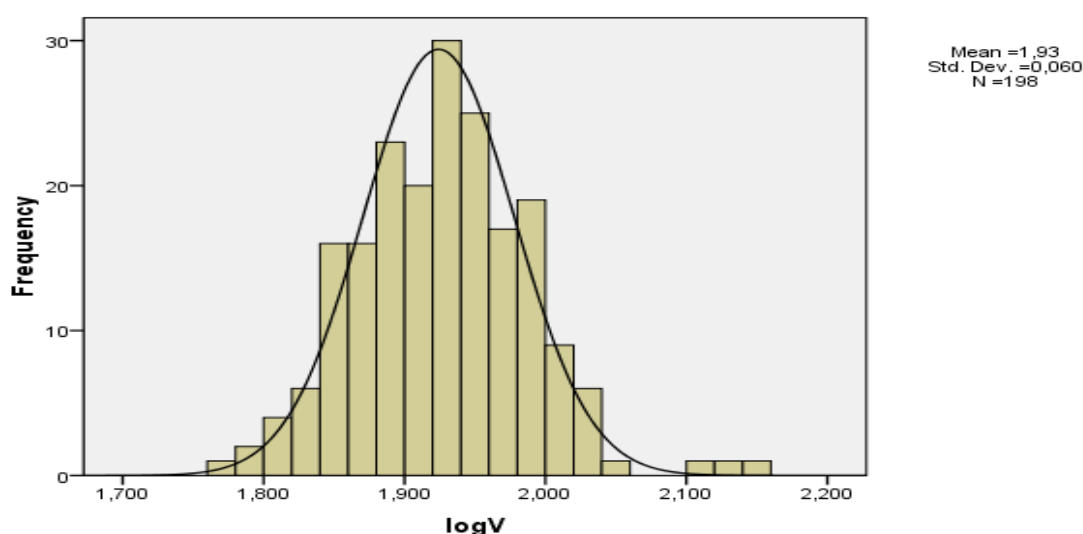
		rspur	dist_week
rspur	Pearson Correlation	1	-,064
	Sig. (2-tailed)		,315
	N	249	249
dist_week	Pearson Correlation	-,064	1
	Sig. (2-tailed)	,315	
	N	249	249

Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίσθηκε **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05. Συνεπώς οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα της μέσης ταχύτητας οδήγησης.

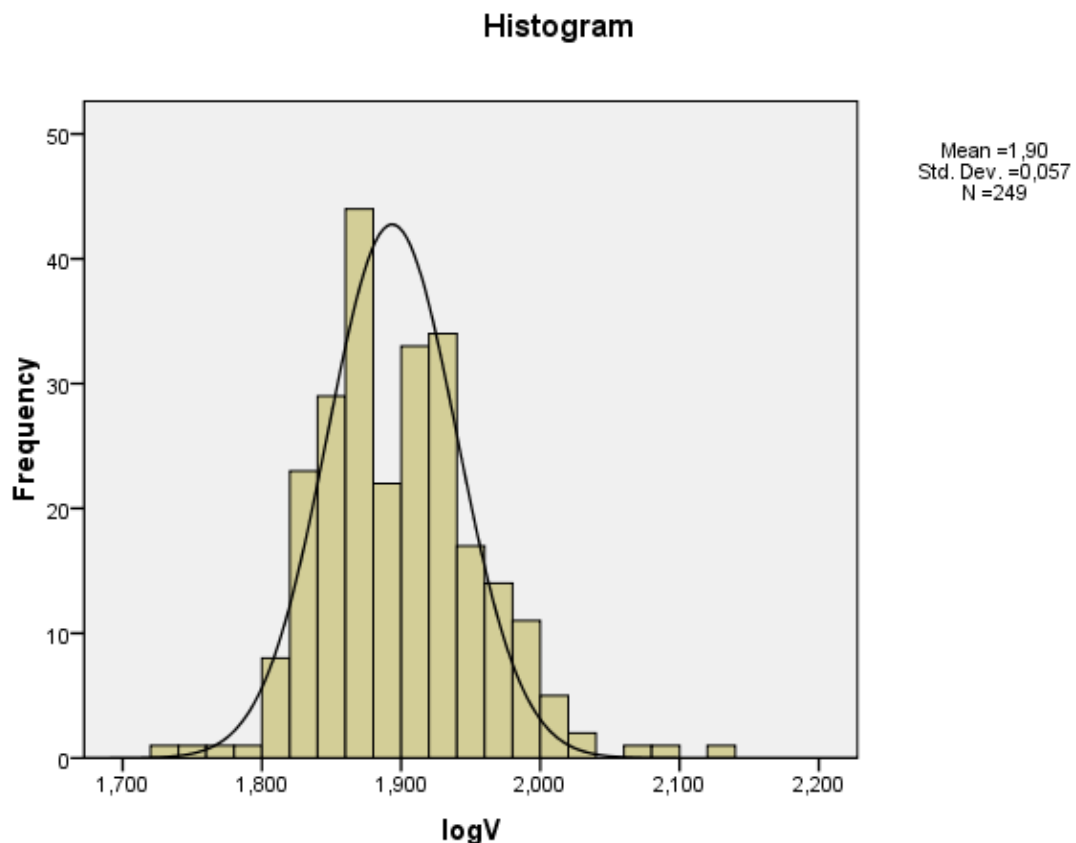
5.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων σχετικών με το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δηλαδή τη διερεύνηση κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω των μοντέλων της ταχύτητας. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση ταχύτητα οδήγησης ($\log V$). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

5.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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 των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών**. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές, βάσει των οποίων θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Προτεραιότητα, στο σημείο αυτό, δίδεται στην περιγραφή της

διαδικασίας αξιολόγησης των δεδομένων εξόδου της ανάλυσης και κατ' επέκταση του μοντέλου.

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

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

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

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

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

Ο συντελεστής t ορίζεται από τη σχέση: $t_{\text{stat}} = \beta_i / \text{s.e}$

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

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

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

Το σφάλμα πρέπει να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

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

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

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

5.2.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφορά της από την γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο ότι εδώ ενδιαφέρει ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής.

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

Τα τελικά αποτελέσματα, που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επιλέχθηκαν έπειτα από πολλές δοκιμές. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1,7$). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθεται παρακάτω.

Πίνακας 5.8: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,082	,061		34,387	,000
	Rainy	-,002	,006	-,020	-,366	,715
	Free_Q1	,063	,008	,491	7,971	,000
	Rm_1	,023	,008	,183	3,002	,003
	touch	-,018	,007	-,149	-2,441	,016
	rspur	-,014	,002	-,376	-6,672	,000
	sex	,017	,007	,139	2,276	,024
	love_d	-,052	,014	-,207	-3,655	,000
	dist_week	7,951E-5	,000	,199	3,531	,001
	incident	,038	,011	,193	3,509	,001
	age	-,002	,002	-,047	-,762	,447

a. Dependent Variable: logV

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,644 ^a	,415	,403	,046907

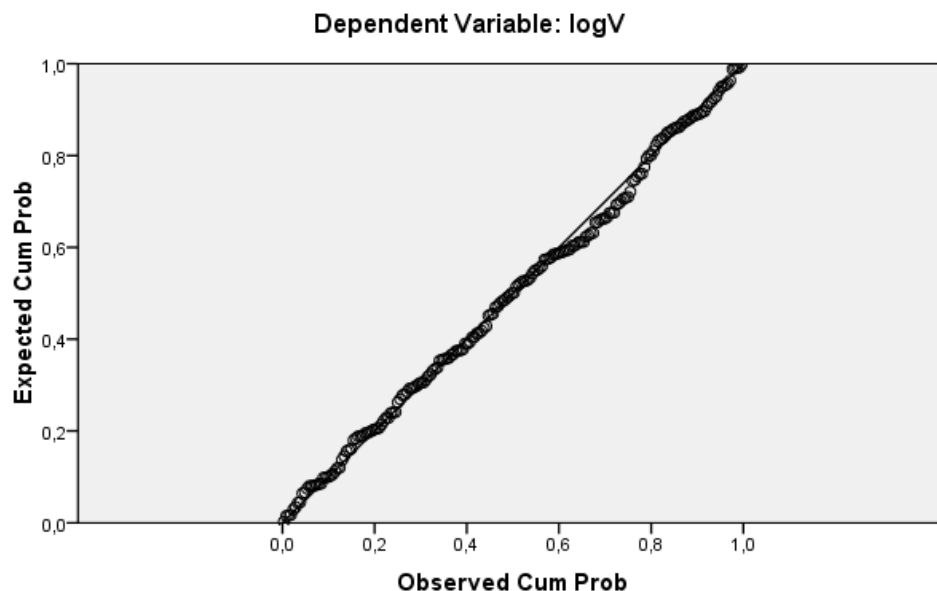
a. Predictors: (Constant), incident, dist_week, rspur, love_d, Free_Q1, Rainy, Rm_1, sex, touch

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,028	,015		135,488	,000
	Rainy	-,011	,005	-,089	-2,404	,017
	Free_Q1	,065	,006	,384	10,300	,000
	Rm_1	,026	,006	,151	4,047	,000
	touch	-,015	,005	-,120	-2,952	,003
	rspur	-,012	,001	-,352	-9,232	,000
	sex	,013	,005	,110	2,853	,005
	love_d	-,048	,010	-,190	-4,835	,000
	dist_week	5,153E-5	,000	,131	3,432	,001
	incident	,034	,008	,167	4,454	,000

a. Dependent Variable: logV

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,604 ^a	,364	,350	,048942

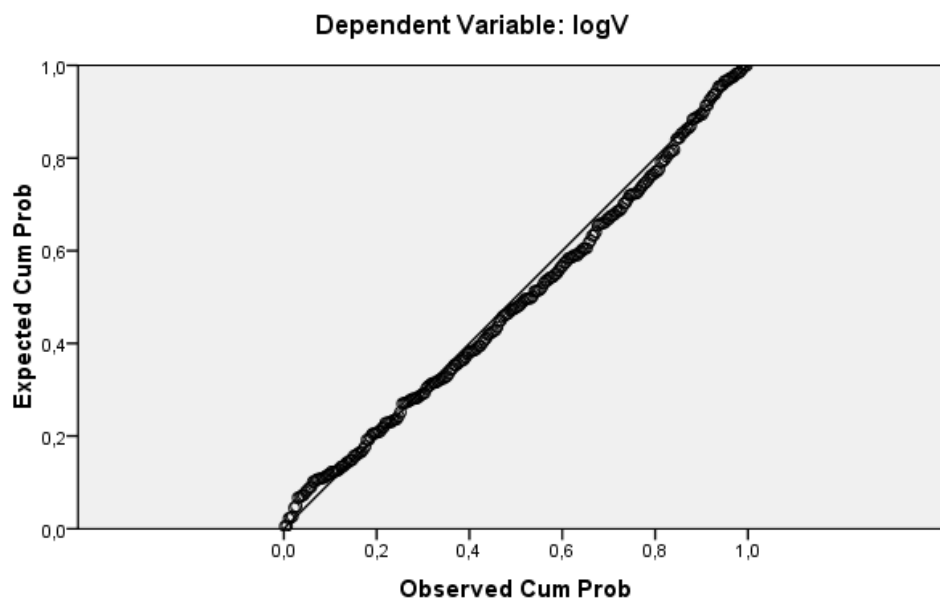
a. Predictors: (Constant), wm2_rain, Rm_2, dist_week, Rainy, love_d, rspur, Time_fix, Wm_2, sex, touch

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,066	,016		132,779	,000
	Rainy	-,009	,005	-,075	-1,945	,052
	Rm_2	-,033	,007	-,188	-4,772	,000
	Wm_2	-,049	,007	-,275	-6,978	,000
	Time_fix	-,037	,007	-,212	-5,383	,000
	touch	-,014	,005	-,114	-2,695	,007
	rspur	-,013	,001	-,372	-9,368	,000
	sex	,014	,005	,115	2,846	,005
	love_d	-,051	,010	-,202	-4,928	,000
	dist_week	4,957E-5	,000	,126	3,163	,002
	wm2_rain	,023	,009	,102	2,641	,009

a. Dependent Variable: logV

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Παρατηρούνται τα εξής:

- i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,484 στο μοντέλο των κανονικών συνθηκών κυκλοφορίας, ενώ στο μοντέλο που μελετήθηκαν οι αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας ισούται με 0,385.
- ii. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα δύο μοντέλα.
- iii. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- iv. Η μεταβλητή που αφορά στο διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων εμπεριέχεται και στα δύο στατιστικά μοντέλα.

5.2.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

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

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση των **κανονικών συνθηκών κυκλοφορίας** είναι:

$$\log V = +2.028 - 0.011 * \text{Rainy} + 0.065 * \text{Free_Q1} + 0.026 * \text{RM_1} - 0.015 * \text{touch} - 0.012 * \text{rspur} + 0.013 * \text{sex} - 0.048 * \text{love_d} + (5,15 * 10^{-5}) * \text{dist_week} + 0,034 * \text{incident}$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$\log V = 10^{\{+2.028 - 0.011 * \text{Rainy} + 0.065 * \text{Free_Q1} + 0.026 * \text{RM_1} - 0.015 * \text{touch} - 0.012 * \text{rspur} + 0.013 * \text{sex} - 0.048 * \text{love_d} + (5,15 * 10^{-5}) * \text{dist_week} + 0,034 * \text{incident}\}}$$

- **MONTELO 2:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση των αυξημένων συνθηκών κυκλοφορίας είναι:



$$\log V = 2.066 - 0.009 * \text{Rainy} - 0.033 * \text{Rm_2} - 0.049 * \text{Wm_2} - 0.037 * \text{Time_fix} - 0.014 * \text{touch} - 0.013 * \text{rspur} + 0.014 * \text{sex} - 0.051 * \text{love_d} + (4.957 * 10^{-5}) * \text{dist_week} + 0.023 * \text{wm2_rain}$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$\log V = 10^{\{2.066 - 0.009 * \text{Rainy} - 0.033 * \text{Rm_2} - 0.049 * \text{Wm_2} - 0.037 * \text{Time_fix} - 0.014 * \text{touch} - 0.013 * \text{rspur} + 0.014 * \text{sex} - 0.051 * \text{love_d} + (4.957 * 10^{-5}) * \text{dist_week} + 0.023 * \text{wm2_rain}\}}$$

όπου:

- logV:** μέση ταχύτητα οδήγησης
- Rainy:** οδήγηση υπό βροχή (1= ναι, 0= όχι)
- Free_Q1:** ελεύθερη οδήγηση σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Rm_1:** οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Rm_2:** οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Wm_2:** οδήγηση με γράψιμο μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- Time_fix:** ενεργοποίηση αφύπνισης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)
- touch:** εάν το κινητό τηλέφωνο του συμμετέχοντα είχε οθόνη αφής (1=ναι, 0=όχι)
- rspur:** απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα
- sex:** φύλο συμμετέχοντα (1=άνδρας, 0=γυναίκα)
- love_d:** εάν ο συμμετέχοντας δήλωσε ότι του αρέσει η οδήγηση (1=ναι, 0=όχι)
- dist_week:** εβδομαδιαία απόσταση που διανύει ο συμμετέχοντας
- incident:** το αν συνέβη ατύχημα (1=ναι, 0=όχι)
- wm2_rain:** εάν ο συμμετέχοντας απέτυχε να αποστείλει το μήνυμα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας υπό βροχή (1=ναι, 0=όχι)

ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Από το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, **όσο μειώνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «Rainy», μειώνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.** Δηλαδή όταν η οδήγηση γίνεται υπό βροχή μειώνεται η ταχύτητα που είχαν οι συμμετέχοντες. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί καθώς στην οδήγηση υπό δυσμενείς συνθήκες, λόγω της μείωσης της ορατότητας και της ολισθηρότητας του οδοστρώματος οι οδηγοί είναι περισσότερο επιφυλακτικοί και διατηρούν μικρότερες ταχύτητες. Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή «Rainy» θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,95 και 2,41.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Free_Q1», στο πρώτο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, όταν οι συμμετέχοντες οδηγούσαν ελεύθερα (τιμή 1 της μεταβλητής) η **ταχύτητα οδήγησης είναι υψηλότερη** από όταν δεν οδηγούσαν ελεύθερα (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο καθώς ο οδηγός λόγω της αλληλεπίδρασης με περισσότερους παράγοντες αναγκάζεται να μειώσει ταχύτητα ώστε αυτό να λειτουργήσει ως αντισταθμιστικός παράγοντας της αυξημένης επικινδυνότητας. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 10.3 στο πρώτο μοντέλο της ταχύτητας πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

Στο πρώτο μοντέλο η μεταβλητή «Rm_1» είχε θετικό πρόσημο, το οποίο συνεπάγεται ότι οι οδηγοί όταν διάβαζαν το μήνυμα παρουσίαζαν **ψηλότερη ταχύτητα**. Αυτό συνέβαινε διότι στο πρώτο μοντέλο το σύστημα αναφοράς ήταν το γράψιμο μηνύματος. Άρα το πρόσημο θεωρείται λογικό διότι οι οδηγοί μείωναν περισσότερο ταχύτητα στην περίπτωση όπου έγραφαν μήνυμα. Στο δεύτερο μοντέλο η μεταβλητή «Rm_2» είχε αρνητικό πρόσημο διότι το σύστημα αναφοράς ήταν η ελεύθερη οδήγηση. Από αυτό μπορεί να εξαχθεί η μείωση της ταχύτητας στην περίπτωση

ανάγνωσης του μηνύματος. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 4,1 και 4,8 αντίστοιχα στα δύο μοντέλα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Wm_2», στο δεύτερο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Το αρνητικό πρόσημο, συνεπάγεται ότι, όταν οι συμμετέχοντες έγραφαν μήνυμα (τιμή 1 της μεταβλητής) η **ταχύτητα οδήγησης ήταν χαμηλότερη** από όταν δεν έγραφαν μήνυμα (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται λογικό καθώς ο οδηγός λόγω της αλληλεπίδρασης με περισσότερους παράγοντες αναγκάζεται να μειώσει ταχύτητα ώστε αυτό να λειτουργήσει ως αντισταθμιστικός παράγων της αυξημένης επικινδυνότητας. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 6,9 στο δεύτερο μοντέλο της ταχύτητας πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΦΥΠΝΙΣΗΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Time_fix», στο δεύτερο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Δηλαδή όταν οι οδηγοί ενεργοποιούσαν την αφύπνιση στο κινητό τους τηλέφωνο παρουσίαζαν **χαμηλότερη ταχύτητα οδήγησης**. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 5,4 στο δεύτερο μοντέλο της ταχύτητας πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΟΘΟΝΗΣ ΑΦΗΣ

Η μεταβλητή «touch» παρουσιάζεται και στα δύο μοντέλα με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρείται δηλαδή, οδηγοί που είχαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής παρουσίαζαν **χαμηλότερη ταχύτητα**. Η μη ύπαρξη πλήκτρων που έχουν αντικατασταθεί με οθόνες αφής, πιθανώς να έχει δυσκολέψει τους χρήστες στην πληκτρολόγηση μηνυμάτων και ενδεχομένως αυτός να είναι ο λόγος της μείωσης της

ταχύτητας ως αντισταθμιστικός παράγοντας. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 2,9 και 2,7 αντίστοιχα στα δύο μοντέλα.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ

Η μεταβλητή «*tsru*» παρουσιάζεται και στα δύο μοντέλα και έχει αρνητικό πρόσημο. Δηλαδή όσο πιο κοντά είναι ο οδηγός στην κεντρική οριογραμμή τόσο **ψηλότερη ταχύτητα** έχει. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα εξηγείται ενδεχομένως από το ότι στις 2 λωρίδες του αυτοκινητοδρόμου η αριστερή χρησιμεύει για τα προσπεράσματα, άρα πιθανώς για αυτό οι ταχύτητες να είναι μεγαλύτερες. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 9,2 και 9,4 για τα 2 μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

Η μεταβλητή «*sex*» παρουσιάζεται και στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή της ταχύτητας. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **οι άνδρες** (τιμή 1 της μεταβλητής) **παρουσιάζουν ψηλότερη ταχύτητα από εκείνη των γυναικών** (τιμή 0 της μεταβλητής). 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. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 2,9 και 2,8 για τα 2 μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

Ο ΟΔΗΓΟΣ ΑΓΑΠΑΕΙ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ

Η διακριτή μεταβλητή «*love_d*» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες πριν την διαδικασία του πειράματος και εξετάζει αν αρέσει στον συμμετέχοντα η διαδικασία της οδήγησης. Η μεταβλητή παρουσιάζεται στα δύο μοντέλα με αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο συμμετέχοντας έχει απαντήσει πως του αρέσει η οδήγηση τότε **μειώνεται η ταχύτητα**. Έτσι οι οδηγοί που απαντούσαν πως τους αρέσει η οδήγηση πιθανώς οδηγούν πιο χαλαρά, παρουσιάζοντας σταθερές ταχύτητες και όχι μεγάλες διακυμάνσεις. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 4,8 και 4,9 για τα 2 μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ ΔΙΑΝΥΟΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Η εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση ως μεταβλητή «dist_week» παρουσιάζεται στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής της εβδομαδιαίας διανυόμενης απόστασης** οδηγεί σε **αύξηση της ταχύτητας**. Η μεταβλητή αυτή έχει εισαχθεί στη βάση δεδομένων ως συνεχής. Επομένως το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι, οι οδηγοί διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως, εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα από τους υπόλοιπους. Η επιρροή αυτή φαίνεται λογική καθώς οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις εβδομαδιαίως ενδεχομένως να είναι πιο εξοικειωμένοι με την ταχύτητα. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 3,4 και 3,2 για τα 2 μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

ΑΤΥΧΗΜΑ

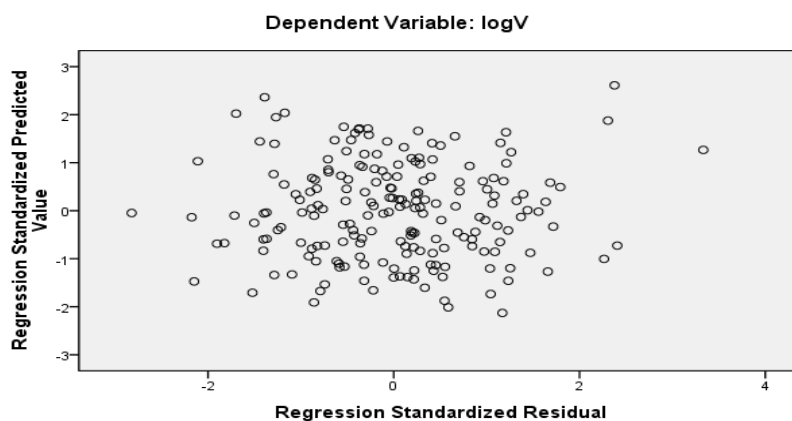
Η μεταβλητή «incident» παρουσιάζεται στο πρώτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι όταν **συμβαίνει ατύχημα στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας** (τιμή 1 της μεταβλητής) η **ταχύτητα οδήγησης είναι μεγαλύτερη**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο αφού η οδήγηση σε μεγάλες ταχύτητες αυξάνει τον κίνδυνο να συμβεί κάποιο ατύχημα. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 4,5 για το πρώτο μοντέλο.

ΑΠΟΤΥΧΙΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

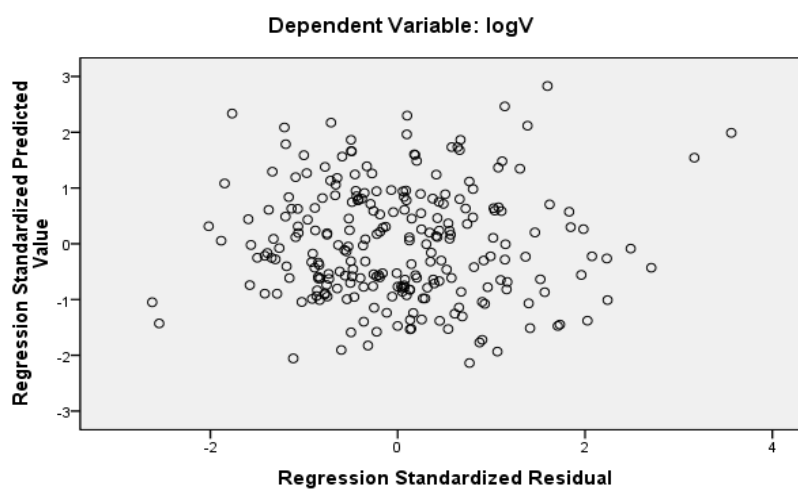
Η διακριτή μεταβλητή «wm2_gain» δηλώνει αν ο οδηγός απέτυχε ή όχι να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε μέσω μηνύματος κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Εμφανίζεται στο δεύτερο μοντέλο με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής επιφέρει **αύξηση της μέσης ταχύτητας**. Επομένως, οι οδηγοί που απέτυχαν να γράψουν το μήνυμα διατηρούσαν υψηλότερες ταχύτητες σε αντίθεση με τους οδηγούς που κατάφεραν να γράψουν το μήνυμα έχοντας χαμηλότερες ταχύτητες. Το συμπέρασμα αυτό

επιβεβαίωσε την υπόθεση ότι στην περίπτωση όπου το γράψιμο μηνύματος 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. Η τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 2,6 για το δεύτερο μοντέλο.

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.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 1



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 2

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

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

5.2.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

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

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

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

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση $e_i = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$, όπου β_i ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, X_i η τιμή της και Y_i η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Βροχή	-0,011	-2,40	-0,003	-1,00	-0,009	-1,95	-0,002	-1,00
Ελεύθερη οδήγηση	0,065	10,30	0,016	5,61				
Ανάγνωση μηνύματος	0,026	4,05	0,007	2,36	-0,033	-4,77	-0,009	-3,67
Εγγραφή μηνύματος					-0,049	-6,98	-0,013	-5,44
Ενεργοποίηση αφύπνισης					-0,037	-5,38	-0,010	-4,11
Οθόνη αφής	0,015	-2,95	-0,004	1,36	-0,014	-2,70	-0,004	-1,56
Απόσταση από κεντρική οριογραμμή	-0,012	-9,23	-0,046	-16,14	-0,013	-9,37	-0,049	-20,78
Φύλο	0,013	2,85	0,003	1,18	0,014	2,85	0,004	1,56
Αρέσει η οδήγηση	-0,048	-4,84	-0,012	-4,35	-0,051	-4,93	-0,013	-5,65
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	5,15*10E-5	3,43	0,004	1,31	4,96*10E-5	3,16	0,004	1,56
Ατύχημα	0,034	4,45	0,009	3,09				
Αποτυχία αποστολής μηνύματος					0,023	2,64	0,006	2,56

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, η οποία και στα δύο μοντέλα είναι η μεταβλητή της βροχής.

Εξετάζοντας τα μοντέλα της ταχύτητας παρατηρούμε ότι:

➤ **MONTELO 1:** εξέταση τμήματος με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας:

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «απόσταση από την κεντρική οριογραμμή» παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και έχει **16,14** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το αν κάποιος οδηγεί υπό βροχή. Η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» έχει **2,38** φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα σε σχέση με τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος», ενώ οι μεταβλητές «οθόνη αφής», «φύλο» και «εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση» έχουν σχεδόν την ίδια επιρροή στην ταχύτητα σε σχέση με την ανάγνωση μηνύματος. Η μεταβλητή «ατύχημα» έχει 1,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «ανάγνωση μηνύματος».

➤ **MONTELO 2:** εξέταση τμήματος με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας:

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «απόσταση από την κεντρική οριογραμμή» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η επιρροή αυτή έχει **20,78** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το αν κάποιος οδηγεί υπό βροχή. Η μεταβλητή «εγγραφή μηνύματος» έχει **1,48** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος» και **1,32** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «ενεργοποίηση αφύπνισης». Η μεταβλητή «εγγραφή μηνύματος» επηρεάζει 3,5 φορές περισσότερο σε σχέση με τις μεταβλητές «οθόνη αφής», «φύλο» και «εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση».

Ως γενικά συμπεράσματα αναφέρεται ότι:

- Το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων οδηγεί στη μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης και στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Η επιρροή της

«ανάγνωσης μηνύματος» είναι μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου.

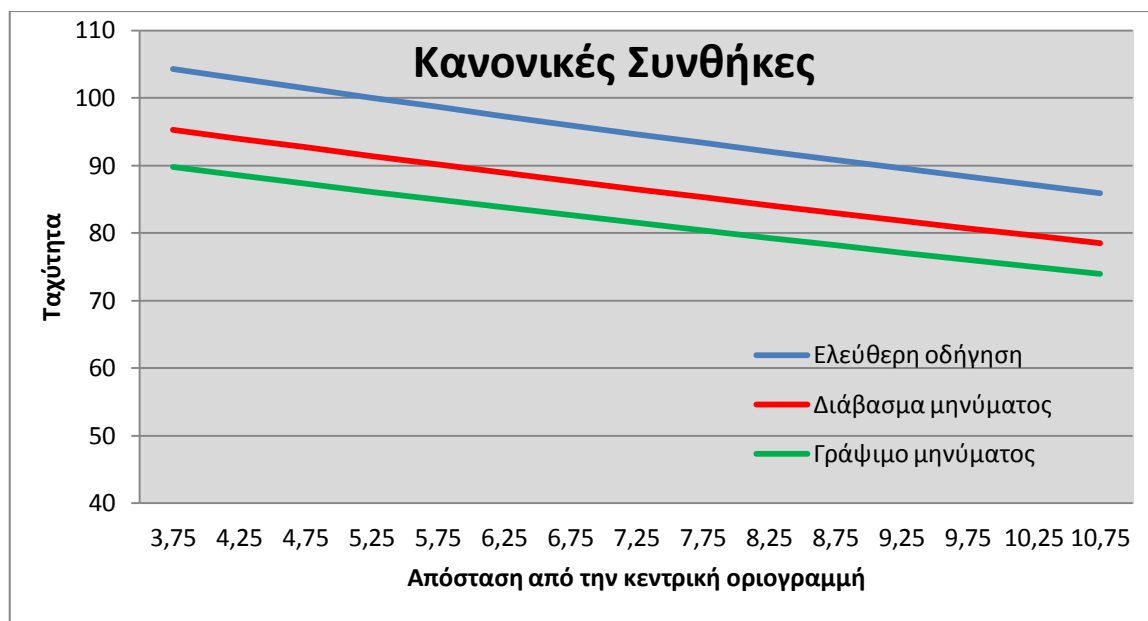
- Η μεταβλητή **«απόσταση από την κεντρική οριογραμμή»** έχει **μεγάλη επιρροή** στην ταχύτητα όπως φάνηκε και στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

Συγκεκριμένα έχει 6,84 και 5,66 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα οδήγησης σε σχέση με τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος». Η μεταβλητή «ατύχημα» δεν επέφερε καμία αλλαγή στην ταχύτητα οδήγησης όταν διερευνήθηκε στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου.

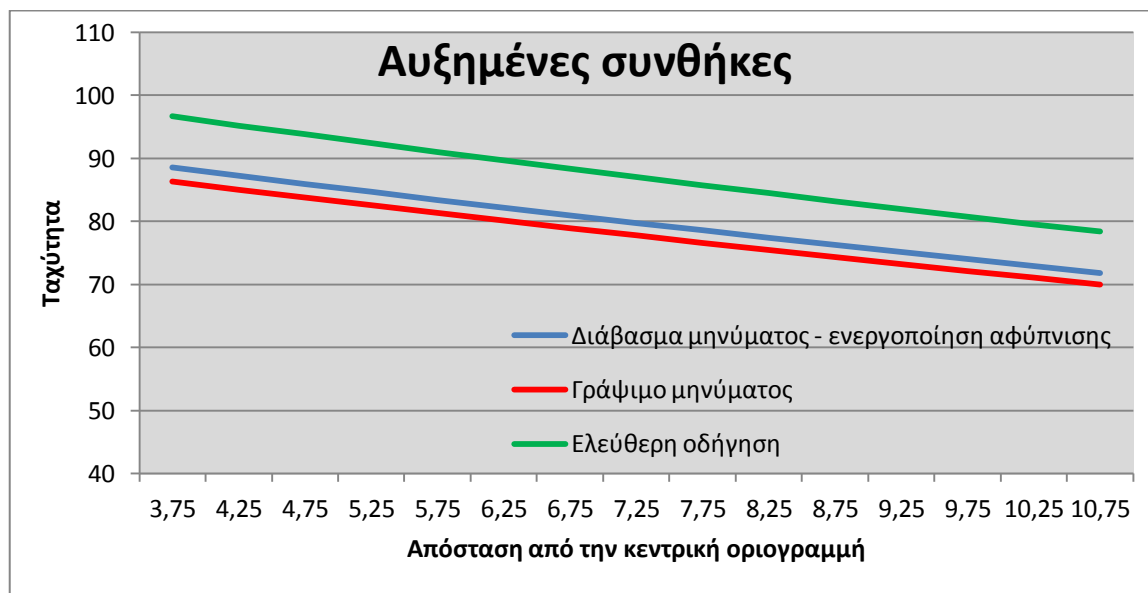
- Η **μέση ταχύτητα οδήγησης επηρεάζεται από τη μεταβλητή «οθόνη αφής»**. Συγκεκριμένα οι οδηγοί που χρησιμοποίησαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής ανέπτυσαν μικρότερη ταχύτητα. Ειδικότερα, η μεταβλητή «οθόνη αφής» επηρεάζει 1,74 και 2,35 φορές περισσότερο τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος» σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας αντίστοιχα.
- Η **μέση ταχύτητα οδήγησης επηρεάζεται από τη μεταβλητή «αρέσει η οδήγηση»**. Συγκεκριμένα οι οδηγοί που δήλωσαν ότι τους αρέσει η οδήγηση ανέπτυσαν μικρότερη ταχύτητα. Ειδικότερα, η μεταβλητή «αρέσει η οδήγηση» επηρεάζει 1,84 και 1,53 φορές περισσότερο τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος» σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας αντίστοιχα.

5.2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

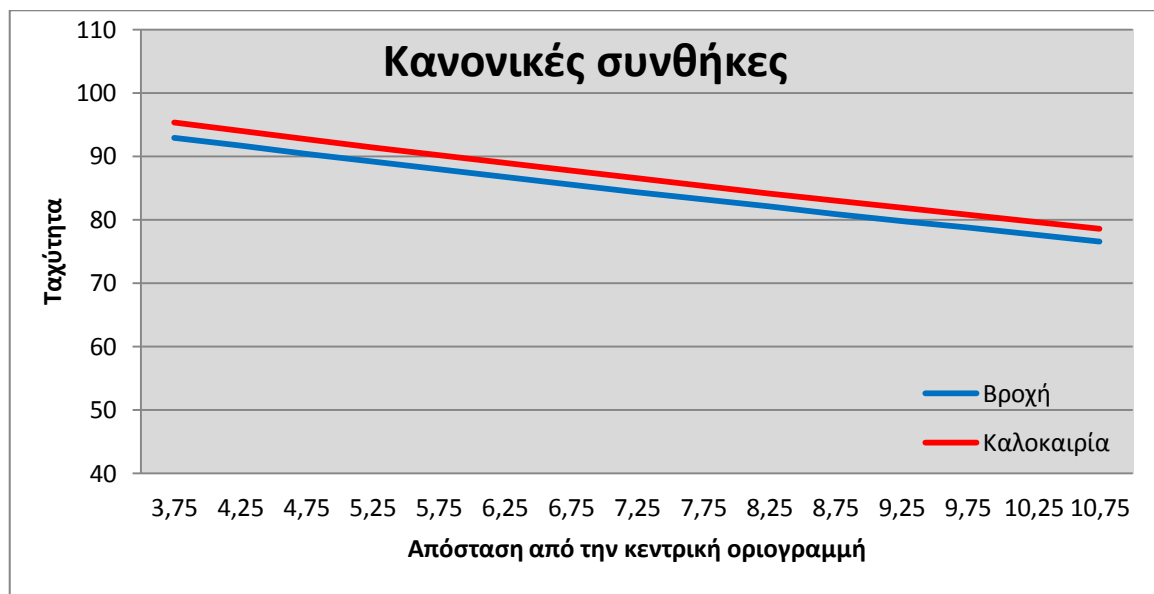
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



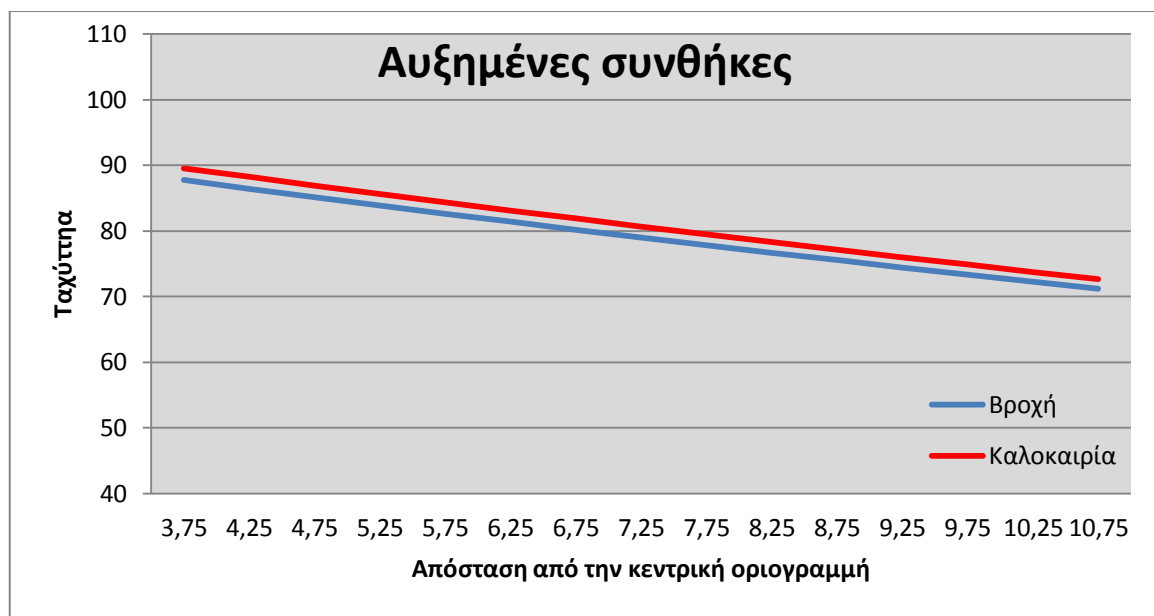
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ελάχιστη απόσταση από κεντρική οριογραμμή σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για διάβασμα-γράψιμο μηνύματος ή ελεύθερη οδήγηση (sex=1, love_d=1, dist_week=100, incident=0).



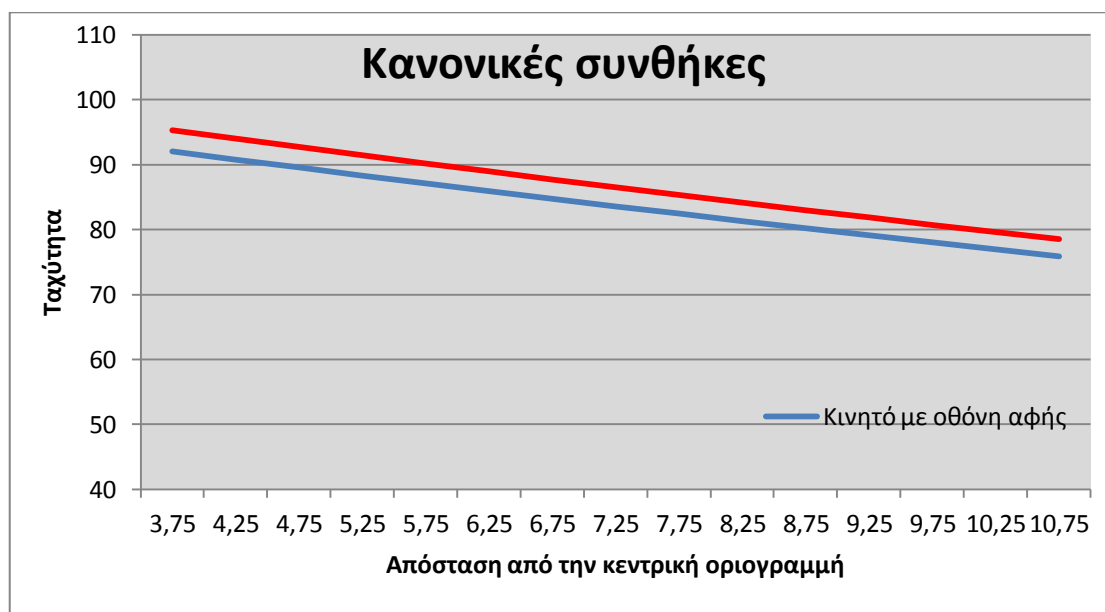
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ελάχιστη απόσταση από κεντρική οριογραμμή σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για διάβασμα-γράψιμο μηνύματος, ενεργοποίηση αφύπνισης ή ελεύθερη οδήγηση (sex=1, love_d=1, dist_week=100, incident=0).



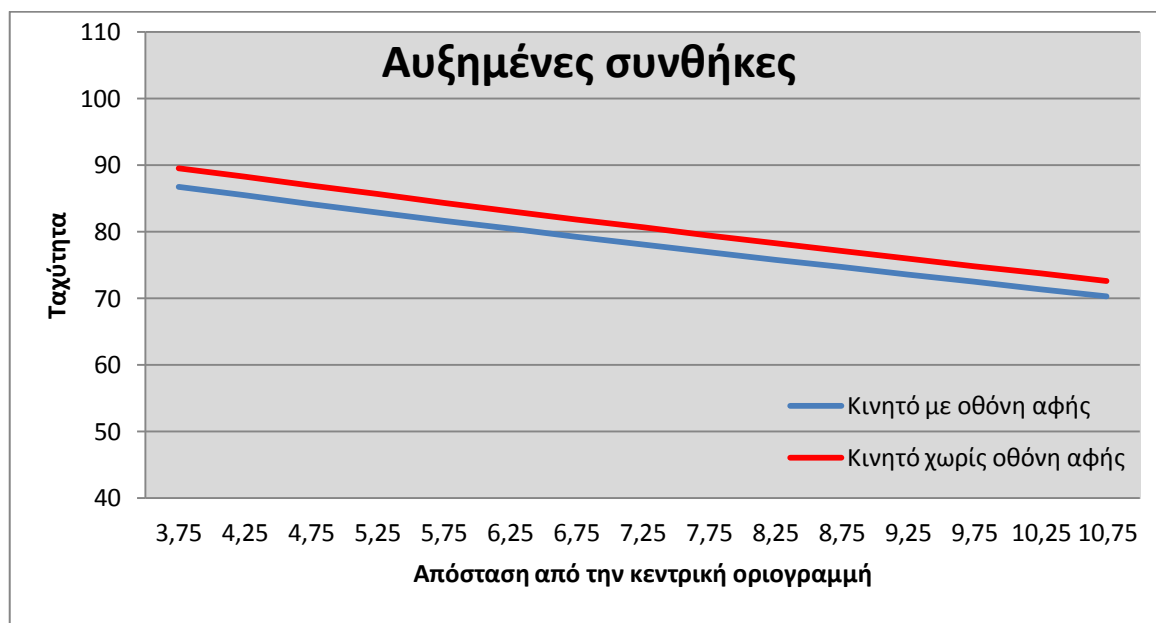
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ελάχιστη απόσταση από κεντρική οριογραμμή σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για βροχή ή καλοκαιρία (sex=1, love_d=1, dist_week=100, incident=0).



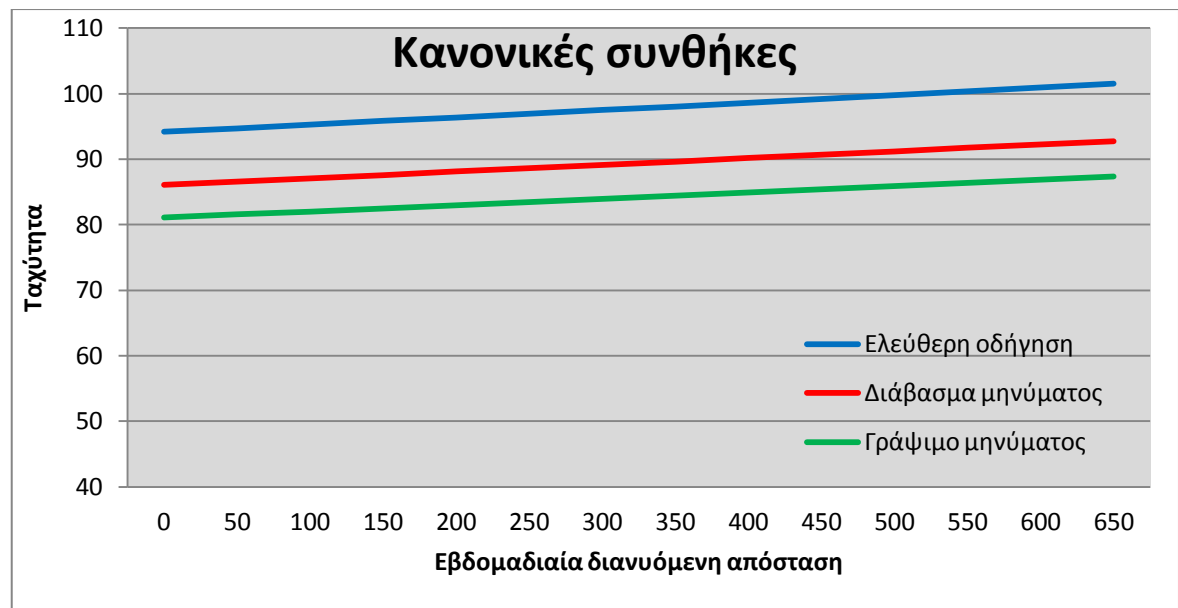
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.10: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ελάχιστη απόσταση από κεντρική οριογραμμή σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για βροχή ή καλοκαιρία (sex=1, love_d=1, dist_week=100, incident=0).



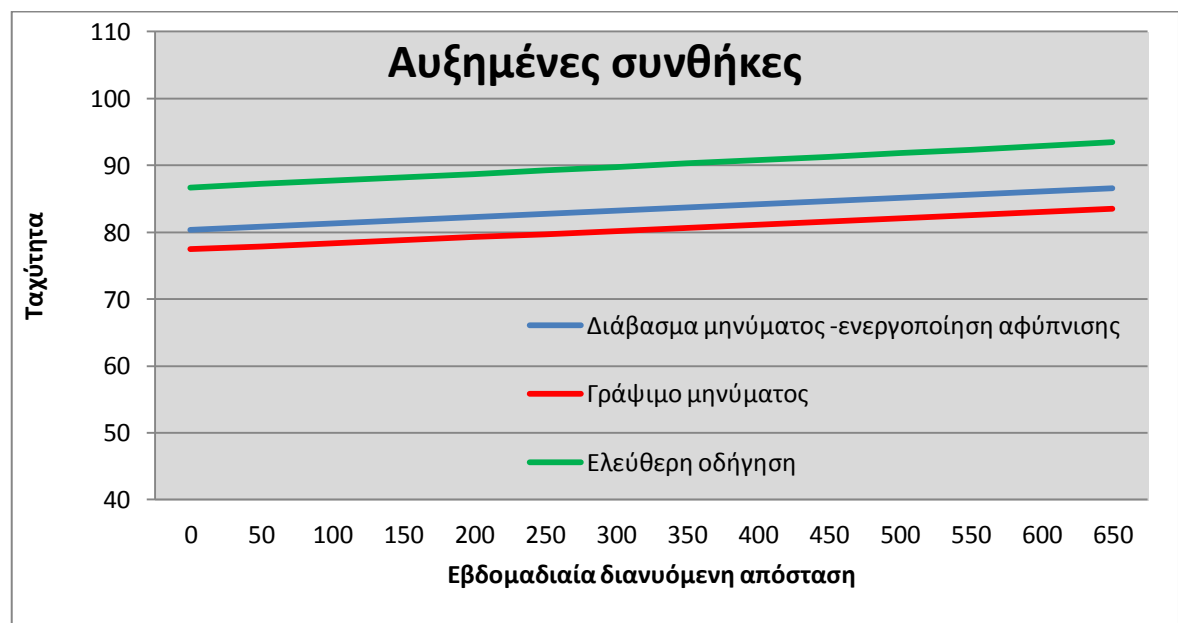
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.11: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ελάχιστη απόσταση από κεντρική οριογραμμή σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για κινητό με ή χωρίς οθόνη αφής (sex=1, love_d=1, dist_week=100, incident=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ελάχιστη απόσταση από κεντρική οριογραμμή σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για κινητό με ή χωρίς οθόνη αφής (sex=1, love_d=1, dist_week=100, incident=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.13: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για διάβασμα-γράψιμο μηνύματος ή ελεύθερη οδήγηση (sex=1, love_d=1, rspur=7m, incident=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.14: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για διάβασμα-γράψιμο μηνύματος ή ελεύθερη οδήγηση (sex=1, love_d=1, rspur=7m, incident=0).

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

- Η μέση ταχύτητα οδήγησης ήταν μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας αυτοκινητοδρόμου παρά στις κανονικές συνθήκες.
- Οι οδηγοί μείωσαν την ταχύτητά τους όταν έγραφαν και διάβαζαν μήνυμα ανεξάρτητα από το αν οδηγούσαν σε κανονικές ή αυξημένες συνθήκες όπως προκύπτει και στη διεθνή βιβλιογραφία. Η μείωση ήταν περισσότερο εμφανής στο γράψιμο μηνύματος.
- Οι οδηγοί μείωσαν την ταχύτητα τους όταν οδηγούσαν υπό βροχή στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- Οι οδηγοί που είχαν κινητό με οθόνη αφής οδηγούσαν πιο αργά σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς ανεξάρτητα από συνθήκες κυκλοφορίας.
- Η ταχύτητα των οδηγών είναι μεγαλύτερη όσο πιο κοντά είναι στην κεντρική οριογραμμή.
- Οι οδηγοί που διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως οδηγούν πιο γρήγορα.

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** και θα διερευνηθεί η επιρροή κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων σε αυτή. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν δύο στατιστικές αναλύσεις. Με τις δύο στατιστικές αναλύσεις θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα ξεχωριστά για κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. 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 προπορευόμενο όχημα έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της οδού.

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.5. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

logHWay: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Rainy: οδήγηση υπό βροχή (1= ναι, 0= όχι)

Free_Q1: ελεύθερη οδήγηση σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)

Rm_1: οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)

Free_Q2: ελεύθερη οδήγηση σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)

Rm_2: οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)

Time_fix: ενεργοποίηση αφύπνισης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=ναι, 0=όχι)

touch: εάν το κινητό τηλέφωνο του συμμετέχοντα είχε οθόνη αφής (1=ναι, 0=όχι)

sex: φύλο συμμετέχοντα (1=άνδρας, 0=γυναίκα)

dist_week: εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα

5.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων** (analyze → descriptive statistics → descriptives → options).

5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αξίζει να επισημανθεί ότι οι τελικές μεταβλητές εξελέγησαν **μετά από μεγάλο αριθμό δοκιμών**. Μερικά αποτελέσματα που παρουσίαζαν υψηλή συσχέτιση, άρα δεν ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους παρουσιάζονται παρακάτω μαζί με τους πίνακες τελικών μεταβλητών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations								
		RAINY	free_Q1	Rm_1	touch	sex	dist_week	gear
RAINY	Pearson Correlation	1	,010	,016	-,014	,002	-,003	-,214**
	Sig. (2-tailed)		,839	,740	,771	,962	,951	,000
	N	449	449	449	449	449	449	449
free_Q1	Pearson Correlation	,010	1	-,174**	-,003	-,006	,002	,005
	Sig. (2-tailed)	,839		,000	,948	,904	,965	,918
	N	449	449	449	449	449	449	449
Rm_1	Pearson Correlation	,016	-,174**	1	,004	-,011	,000	-,024
	Sig. (2-tailed)	,740	,000		,927	,811	,995	,610
	N	449	449	449	449	449	449	449
touch	Pearson Correlation	-,014	-,003	,004	1	-,146**	,259**	,030
	Sig. (2-tailed)	,771	,948	,927		,002	,000	,532
	N	449	449	449	449	449	449	449
sex	Pearson Correlation	,002	-,006	-,011	-,146**	1	-,055	,305**
	Sig. (2-tailed)	,962	,904	,811	,002		,242	,000
	N	449	449	449	449	449	449	449
dist_week	Pearson Correlation	-,003	,002	,000	,259**	-,055	1	,220**
	Sig. (2-tailed)	,951	,965	,995	,000	,242		,000
	N	449	449	449	449	449	449	449
gear	Pearson Correlation	-,214**	,005	-,024	,030	,305**	,220**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,918	,610	,532	,000	,000	
	N	449	449	449	449	449	449	449

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations									
		RAINY	free_Q2	Rm_2	Time_fix	touch	sex	dist_week	idrolisthisi
RAINY	Pearson Correlation	1	,028	-,017	-,011	-,014	,002	-,003	,450**
	Sig. (2-tailed)		,551	,723	,822	,771	,962	,951	,000
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
free_Q2	Pearson Correlation	,028	1	-,165**	-,163**	,007	-,010	,011	-,089
	Sig. (2-tailed)	,551		,000	,001	,889	,833	,816	,058
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
Rm_2	Pearson Correlation	-,017	-,165**	1	-,162**	,001	,010	,005	,036
	Sig. (2-tailed)	,723	,000		,001	,978	,831	,916	,449
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
Time_fix	Pearson Correlation	-,011	-,163**	-,162**	1	-,004	,017	-,030	-,050
	Sig. (2-tailed)	,822	,001	,001		,930	,713	,521	,294
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
touch	Pearson Correlation	-,014	,007	,001	-,004	1	-,146**	,259**	-,082
	Sig. (2-tailed)	,771	,889	,978	,930		,002	,000	,084
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
sex	Pearson Correlation	,002	-,010	,010	,017	-,146**	1	-,055	,053
	Sig. (2-tailed)	,962	,833	,831	,713	,002		,242	,263
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
dist_week	Pearson Correlation	-,003	,011	,005	-,030	,259**	-,055	1	,013
	Sig. (2-tailed)	,951	,816	,916	,521	,000	,242		,785
	N	449	449	449	449	449	449	449	449
idrolisthisi	Pearson Correlation	,450**	-,089	,036	-,050	-,082	,053	,013	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,058	,449	,294	,084	,263	,785	
	N	449	449	449	449	449	449	449	449

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

		Correlations					
		RAINY	free_Q1	Rm_1	touch	sex	dist_week
RAINY	Pearson Correlation	1	,010	,016	-,014	,002	-,003
	Sig. (2-tailed)		,839	,740	,771	,962	,951
	N	449	449	449	449	449	449
free_Q1	Pearson Correlation	,010	1	-,174**	-,003	-,006	,002
	Sig. (2-tailed)	,839		,000	,948	,904	,965
	N	449	449	449	449	449	449
Rm_1	Pearson Correlation	,016	-,174**	1	,004	-,011	,000
	Sig. (2-tailed)	,740	,000		,927	,811	,995
	N	449	449	449	449	449	449
touch	Pearson Correlation	-,014	-,003	,004	1	-,146**	,259**
	Sig. (2-tailed)	,771	,948	,927		,002	,000
	N	449	449	449	449	449	449
sex	Pearson Correlation	,002	-,006	-,011	-,146**	1	-,055
	Sig. (2-tailed)	,962	,904	,811	,002		,242
	N	449	449	449	449	449	449
dist_week	Pearson Correlation	-,003	,002	,000	,259**	-,055	1
	Sig. (2-tailed)	,951	,965	,995	,000	,242	
	N	449	449	449	449	449	449

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

		Correlations						
		RAINY	free_Q2	Rm_2	Time_fix	touch	sex	dist_week
RAINY	Pearson Correlation	1	,028	-,017	-,011	-,014	,002	-,003
	Sig. (2-tailed)		,551	,723	,822	,771	,962	,951
	N	449	449	449	449	449	449	449
free_Q2	Pearson Correlation	,028	1	-,165**	-,163**	,007	-,010	,011
	Sig. (2-tailed)	,551		,000	,001	,889	,833	,816
	N	449	449	449	449	449	449	449
Rm_2	Pearson Correlation	-,017	-,165**	1	-,162**	,001	,010	,005
	Sig. (2-tailed)	,723	,000		,001	,978	,831	,916
	N	449	449	449	449	449	449	449
Time_fix	Pearson Correlation	-,011	-,163**	-,162**	1	-,004	,017	-,030
	Sig. (2-tailed)	,822	,001	,001		,930	,713	,521
	N	449	449	449	449	449	449	449
touch	Pearson Correlation	-,014	,007	,001	-,004	1	-,146**	,259**
	Sig. (2-tailed)	,771	,889	,978	,930		,002	,000
	N	449	449	449	449	449	449	449
sex	Pearson Correlation	,002	-,010	,010	,017	-,146**	1	-,055
	Sig. (2-tailed)	,962	,833	,831	,713	,002		,242
	N	449	449	449	449	449	449	449
dist_week	Pearson Correlation	-,003	,011	,005	-,030	,259**	-,055	1
	Sig. (2-tailed)	,951	,816	,916	,521	,000	,242	
	N	449	449	449	449	449	449	449

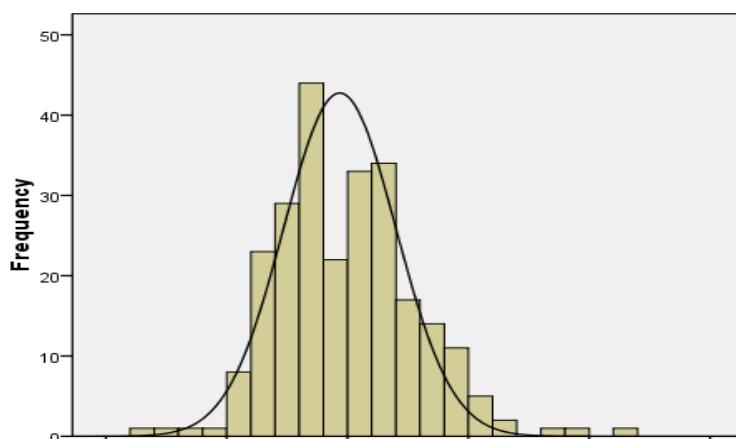
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίσθηκε **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05. Συνεπώς οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.

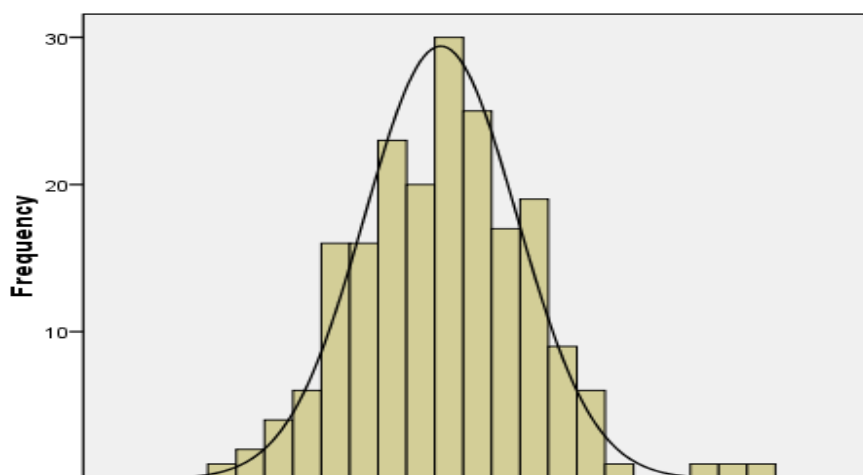
5.3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση κατά το διάβασμα/γράψιμο γραπτών μηνυμάτων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω των μοντέλων της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα ($\log H_{Way}$). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.15: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.16: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

5.3.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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.

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.

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

5.3.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφορά της από την γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο ότι εδώ ενδιαφέρει ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής.

Η διαδικασία της ανάλυσης είναι ακριβώς η ίδια με εκείνη που ακολουθήθηκε προηγουμένως για τη γραμμική παλινδρόμηση (analyze → regression → linear), με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί, ως εξαρτημένη μεταβλητή, ο λογάριθμος της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (logHWay).

Τα τελικά αποτελέσματα, που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επιλέχθηκαν έπειτα από πολλές δοκιμές. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1,7$). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθεται παρακάτω.

Πίνακας 5. 16: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2,082	,061		34,387	,000
Rainy	-,002	,006	-,020	-,366	,715
Free_Q1	,063	,008	,491	7,971	,000
Rm_1	,023	,008	,183	3,002	,003
touch	-,018	,007	-,149	-2,441	,016
rspur	-,014	,002	-,376	-6,672	,000
sex	,017	,007	,139	2,276	,024
love_d	-,052	,014	-,207	-3,655	,000
dist_week	7,951E-5	,000	,199	3,531	,001
incident	,038	,011	,193	3,509	,001
age	-,002	,002	-,047	-,762	,447

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Model Summary

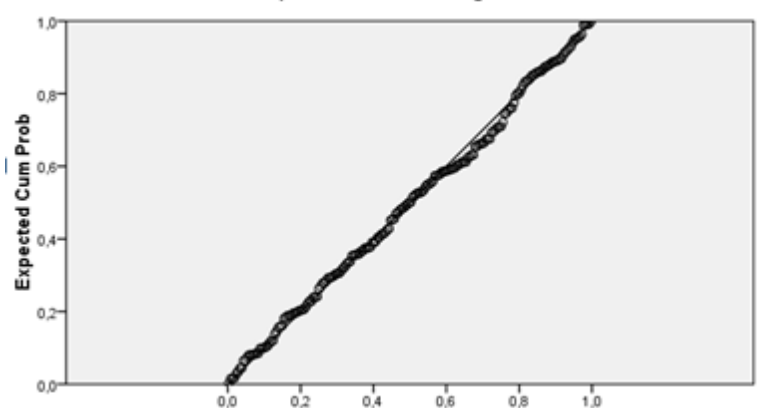
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,558 ^a	,312	,310	,639903

a. Predictors: (Constant), dist_week, Rm_1, RAINY, sex, free_Q1, touch

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,283	,074		8,312	,000
	RAINY	,140	,060	,111	2,307	,021
	free_Q1	,187	,086	,115	2,155	,023
	Rm_1	,154	,087	,005	1,907	,057
	touch	,116	,064	,101	2,312	,021
	sex	-,071	,061	-,239	-1,917	,057
	dist_week	-,001	,000	-,136	-2,898	,004

a. Dependent Variable: log_HWAY



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.17: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Model Summary

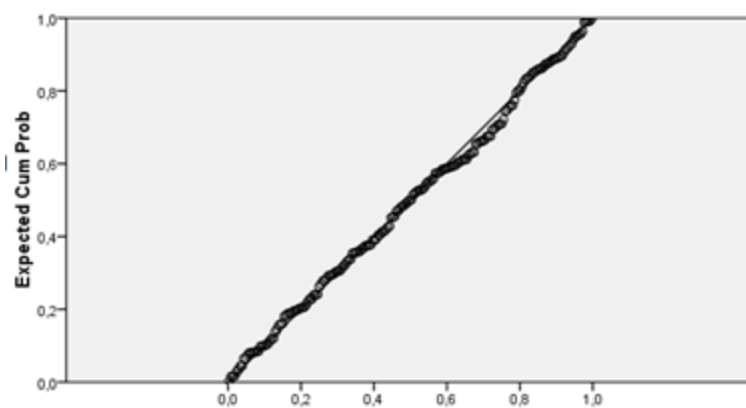
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,554 ^a	,312	,309	,642243

a. Predictors: (Constant), dist_week, RAINY, Rm_2, sex, Time_fix, free_Q2, touch

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,785	,076		4,738	,000
	RAINY	,164	,061	,111	2,705	,008
	free_Q2	,229	,090	,004	1,694	,076
	Rm_2	,182	,090	-,085	1,862	,061
	Time_fix	,122	,091	,023	1,854	,063
	touch	,127	,064	,101	2,754	,007
	sex	-,065	,062	-,240	-1,837	,065
	dist_week	-,001	,000	-,135	-3,228	,001

a. Dependent Variable: log_HWAY



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.18: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Παρατηρούμε τα εξής:

- i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,312 στο μοντέλο των κανονικών συνθηκών κυκλοφορίας, ενώ στο μοντέλο που μελετήθηκαν οι αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας ισούται με 0,307.
- ii. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα δύο μοντέλα.
- iii. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- iv. Η μεταβλητή που αφορά στην ανάγνωση/γράψιμο γραπτών μηνυμάτων εμπεριέχεται και στα δύο στατιστικά μοντέλα.

5.3.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα τελικά μοντέλα τη λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται **οι μαθηματικές σχέσεις** που αναπτύχθηκαν και έχουν ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση των κανονικών συνθηκών κυκλοφορίας είναι:

$$\log HWay = +2,283 + 0.140 * Rainy + 0.187 * Free_Q1 + 0.154 * RM_1 - 0.116 * touch - 0.071 * sex - 0,001 dist_week$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$\log HWay = 10^{\{+2,283 + 0.140 * Rainy + 0.187 * Free_Q1 + 0.154 * RM_1 - 0.116 * touch - 0.071 * sex - 0,001 dist_week\}}$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση των αυξημένων συνθηκών κυκλοφορίας είναι:

$$\log HWay = +2,785 + 0,164 * Rainy + 0,229 * Free_Q2 + 0,127 * RM_2 + 0,122 * Time_Fix - 0,127 * touch - 0,065 * sex - 0,001 dist_week$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$\log HWay = 10^{\{+2,785 + 0,164 * Rainy + 0,229 * Free_Q2 + 0,182 * RM_2 + 0,122 * Time_Fix - 0,182 * touch - 0,065 * sex - 0,001 dist_week\}}$$

ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Rainy» στα δύο μοντέλα, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της απόστασης του οδηγού από το προπορευόμενο όχημα. Πιο απλά, το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι **η οδήγηση υπό βροχή** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει αύξηση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** τόσο σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας όσο και σε αυξημένες. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς η οδήγηση υπό βροχή προκαλεί αύξηση της απόστασης, το οποίο ενδεχομένως να λειτουργεί και ως αντισταθμιστικός παράγοντας. Η μεταβλητή «Rainy» θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 2,3 και 2,7 αντίστοιχα.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Free_Q1» στο πρώτο μοντέλο και της μεταβλητής «Free_Q2» στο δεύτερο μοντέλο συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής συνεπάγεται **αύξηση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα**. Ενδεχομένως, όταν οι συμμετέχοντες οδηγούν απρόσκοπτα και δεν εκτελούν κανένα είδος πνευματικής διεργασίας διατηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις για μεγαλύτερη ασφάλεια. Η μεταβλητή «Free_Q1» στο πρώτο μοντέλο και η «Free_Q2» στο δεύτερο μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικές με τιμές t 2,2 και 1,7 αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

Η μεταβλητή «RM_1» στο πρώτο μοντέλο και η μεταβλητή «RM_2» στο δεύτερο μοντέλο έχουν θετικό πρόσημο, άρα όταν οι οδηγοί διαβάζουν μήνυμα **αυξάνουν την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα**. Αυτό συμβαίνει διότι και στα δύο μοντέλα σύστημα αναφοράς είναι το γράψιμο μηνύματος. Ενδεχομένως, οι οδηγοί όταν γράφουν μήνυμα να ξεχνιούνται και αυτό να έχει ως αποτέλεσμα να διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα κατά το γράψιμο μηνύματος παρά το διάβασμα. Η μεταβλητή «RM_1» στο πρώτο μοντέλο και η «RM_2» στο δεύτερο μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικές με τιμές t 1,9 και 1,8 αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΦΥΠΝΙΣΗΣ

Η μεταβλητή «Time_fix» στο δεύτερο μοντέλο παρουσιάζεται με θετικό πρόσημο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όταν οι οδηγοί ενεργοποιούσαν αφύπνιση μέσω του κινητού τους τηλεφώνου διατηρούσαν **μεγαλύτερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα**. Η μεταβλητή «Time_fix» είναι στατιστικά σημαντική με τιμή t 1,9.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΟΘΟΝΗΣ ΑΦΗΣ

Η μεταβλητή «touch» παρουσιάζεται και στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, οι συμμετέχοντες που χρησιμοποίησαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής κατά την οδήγηση διατηρούσαν **μεγαλύτερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα**. Ενδεχομένως η χρήση κινητού τηλεφώνου με οθόνη αφής να είναι πιο δύσκολη πνευματική διεργασία και οι μεγαλύτερες αποστάσεις να αποτελούν αντισταθμιστικό παράγοντα. Η μεταβλητή «touch» είναι στατιστικά σημαντική με τιμές t 2,3 και 2,8 αντίστοιχα στα δύο μοντέλα.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

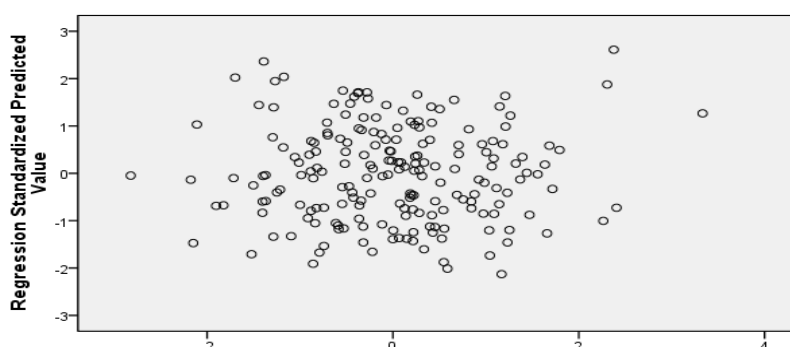
Η μεταβλητή «sex» παρουσιάζεται και στα δύο μοντέλα και παρουσιάζεται με αρνητικό πρόσημο. Δηλαδή, όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής,

μειώνεται η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **οι άνδρες** (τιμή 1 της μεταβλητής) **διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από τις γυναίκες** (τιμή 0 της μεταβλητής). Το γεγονός αυτό εξηγείται ενδεχομένως βάσει των χαρακτηριστικών της προσωπικότητας των δύο φύλων, με τους άντρες περισσότερο παρορμητικούς και ριψοκίνδυνους και λιγότερο επιφυλακτικούς στην οδήγηση σε σχέση με τις γυναίκες. Η μεταβλητή «sex» είναι στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα με τιμές 1,9 και 1,8 αντίστοιχα.

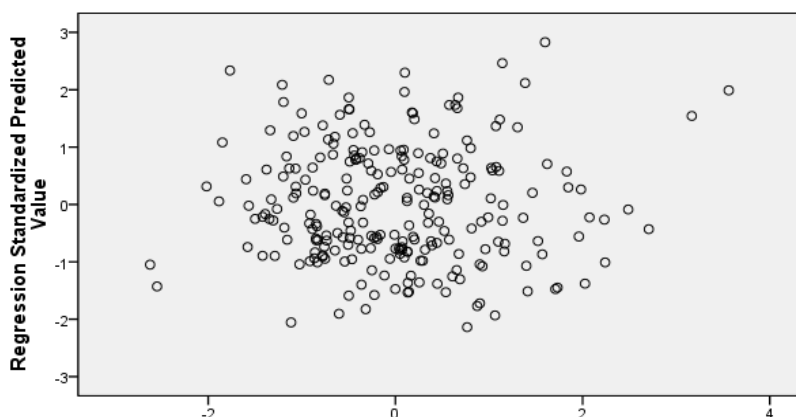
ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ ΔΙΑΝΥΟΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Η εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση ως μεταβλητή παρουσιάζεται στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής της εβδομαδιαίας διανυόμενης απόστασης** οδηγεί σε **μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα**. Η μεταβλητή αυτή έχει εισαχθεί στη βάση δεδομένων ως συνεχής. Επομένως το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι, οι οδηγοί διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως, διατηρούν μικρότερες αποστάσεις. Η επιρροή αυτή φαίνεται λογική καθώς οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις εβδομαδιαίως ενδεχομένως να είναι πιο εξοικειωμένοι και για αυτό διατηρούν μικρότερες αποστάσεις.

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.19: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 1



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.20: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 2

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

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

5.3.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε ενός από τα παραπάνω μοντέλα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα όπως επεξηγήθηκε στο προηγούμενο μοντέλο προκύπτουν τα εξής.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η έννοια της επιρροής έχει νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές και όχι για διακριτές μεταβλητές, αλλά στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υπολογίστηκε η σχετική

επιρροή και για τις διακριτές μεταβλητές ως μια θεωρητική έννοια, μόνο για να πραγματοποιηθεί θεωρητικά μια σύγκριση μεταξύ των μεταβλητών του εκάστοτε μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Βροχή	0,14	2,31	0,056	2,07	0,164	2,71	0,063	2,52
Ελεύθερη οδήγηση	0,187	1,91	0,072	2,67	0,229	1,69	0,088	3,52
Ανάγνωση μηνύματος	0,154	2,16	0,059	2,19	0,182	1,86	0,070	2,80
Ενεργοποίηση αφύπνισης					0,122	1,85	0,047	1,88
Οθόνη αφής	0,116	2,31	0,030	1,11	0,127	2,75	0,049	1,96
Φύλο	-0,071	-1,92	-0,027	-1,00	-0,065	-1,84	-0,025	-1,00
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	-0,001	-2,9	-0,077	-2,65	-0,001	-3,228	-0,077	3,08

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, η οποία και στα δύο μοντέλα είναι η μεταβλητή του φύλου.

Εξετάζοντας τα μοντέλα της ταχύτητας παρατηρούμε ότι:

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 1: εξέταση τμήματος με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας:**

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και έχει **2,7** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «φύλο». Η μεταβλητή «ανάγνωση οδήγηση» έχει **2,2** φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα σε σχέση με τη μεταβλητή «φύλο». Οι μεταβλητές «βροχή» και «ανάγνωση μηνύματος» έχουν σχεδόν την ίδια επιρροή στην απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τις μεταβλητές «φύλο» και «οθόνη αφής». Η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» έχει **1,2** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «ανάγνωση μηνύματος». Η μεταβλητή «εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση» έχει **2,6** φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μεταβλητή «οθόνη αφής».

➤ **MONTELO 2:** εξέταση **τιμήματος με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας:**

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η επιρροή αυτή έχει **3,5** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το αν κάποιος οδηγεί υπό βροχή. Η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» έχει **1,3** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος» και **1,9** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «ενεργοποίηση αφύπνισης». Η μεταβλητή «βροχή» επηρεάζει περίπου **1,3** φορές περισσότερο τη μεταβλητή «οθόνη αφής» και «ενεργοποίηση αφύπνισης». Η μεταβλητή «εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση» έχει **1,6** φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μεταβλητή «οθόνη αφής».

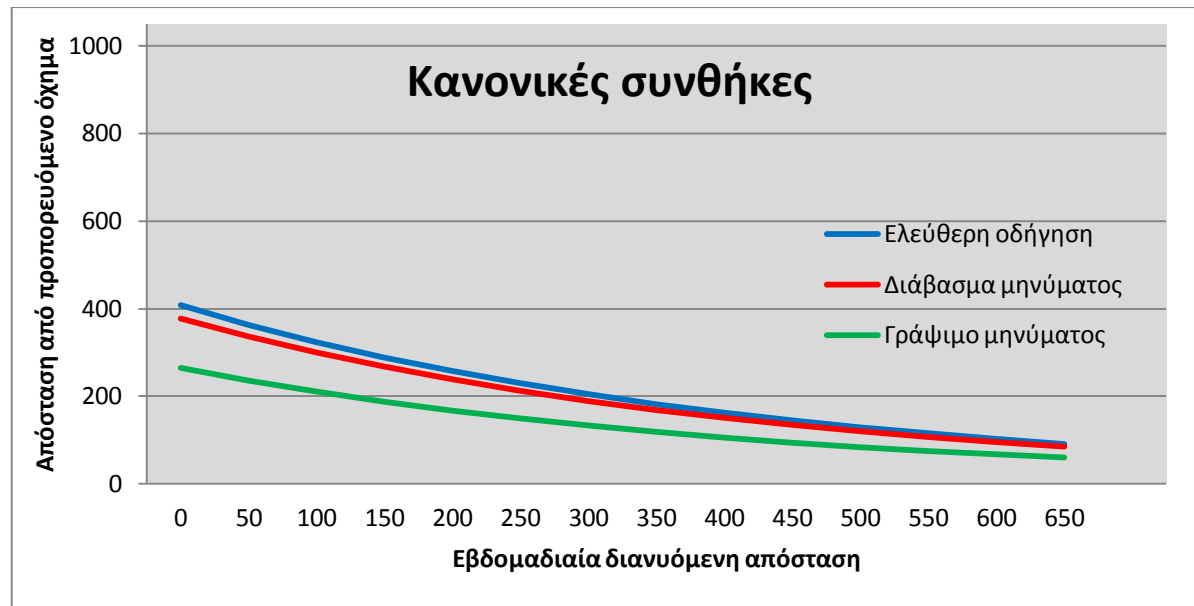
Ως γενικά συμπεράσματα αναφέρεται ότι:

- Το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων οδηγεί στη μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν.
- Η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» έχει μεγάλη επιρροή στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα όπως φάνηκε και στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Συγκεκριμένα έχει 2,7 και 3,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην απόσταση σε σχέση με τη μεταβλητή «φύλο».
- Η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα επηρεάζεται από τη μεταβλητή «οθόνη αφής». Συγκεκριμένα οι οδηγοί που χρησιμοποίησαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής είχαν μεγαλύτερη απόσταση. Ειδικότερα, η μεταβλητή «οθόνη αφής» επηρεάζει 1,1 και 2 φορές περισσότερο τη μεταβλητή «φύλο» σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας αντίστοιχα.
- Η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα επηρεάζεται από τη μεταβλητή «εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση». Συγκεκριμένα οι οδηγοί που δήλωσαν ότι διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις κάθε εβδομάδα παρουσίαζαν μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, ενδεχομένως λόγω της μεγαλύτερης εμπειρίας τους. Ειδικότερα, η μεταβλητή

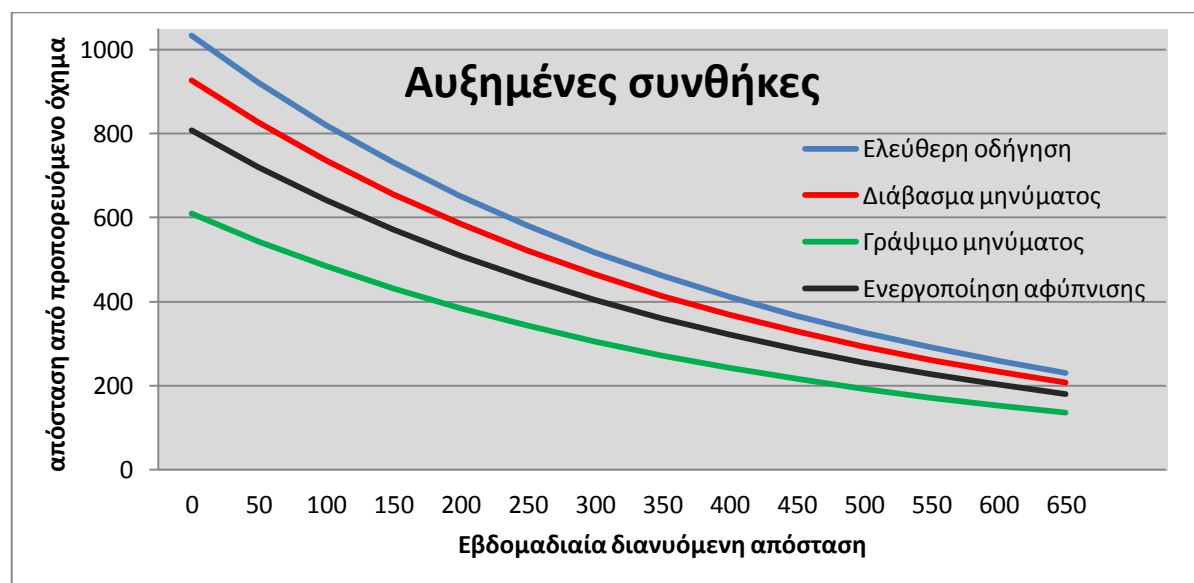
«εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση» επηρεάζει 1,3 και 1,1 φορές περισσότερο τη μεταβλητή «ανάγνωση μηνύματος» σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας αντίστοιχα.

5.3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

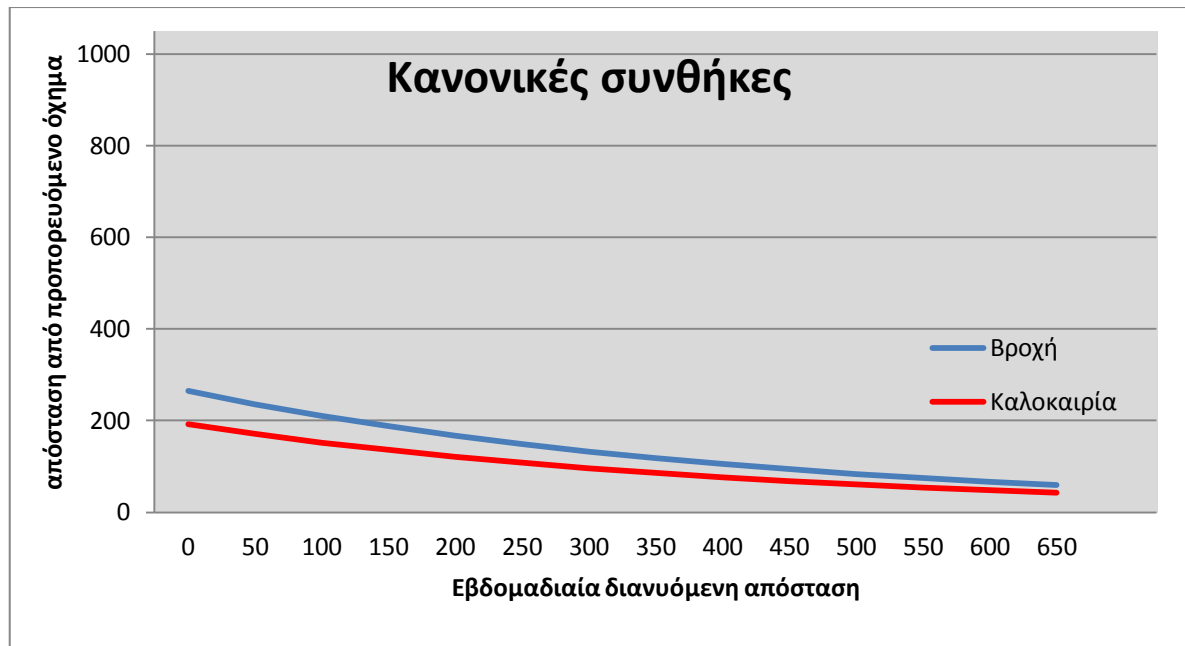
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



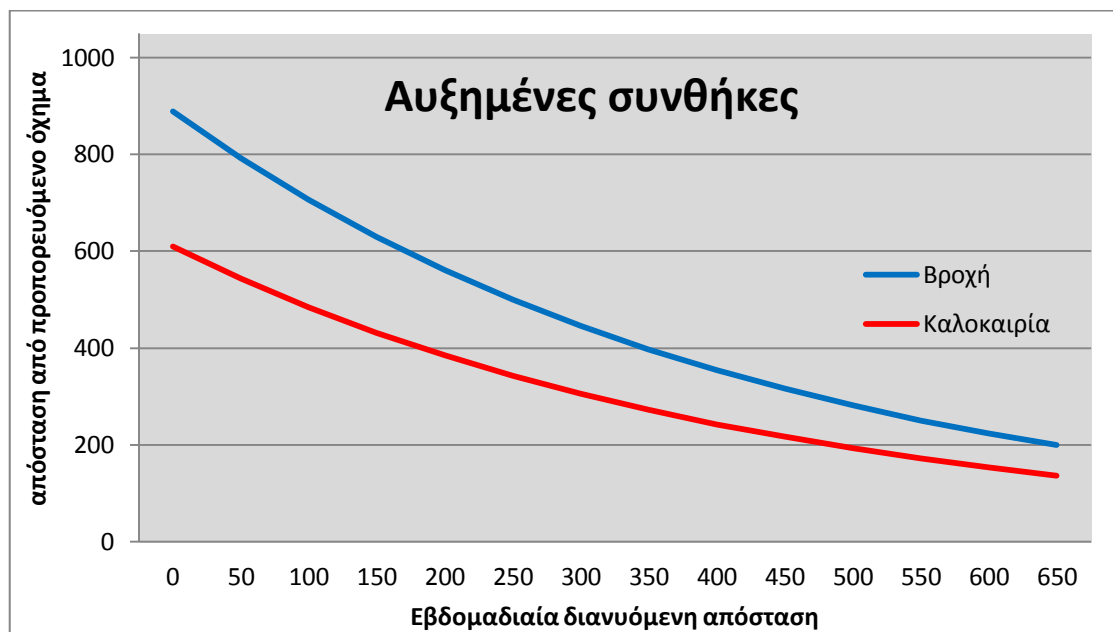
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.21: Συσχέτιση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για διάβασμα-γράψιμο μηνύματος ή ελεύθερη οδήγηση (Rainy=1, touch=1, sex=0).



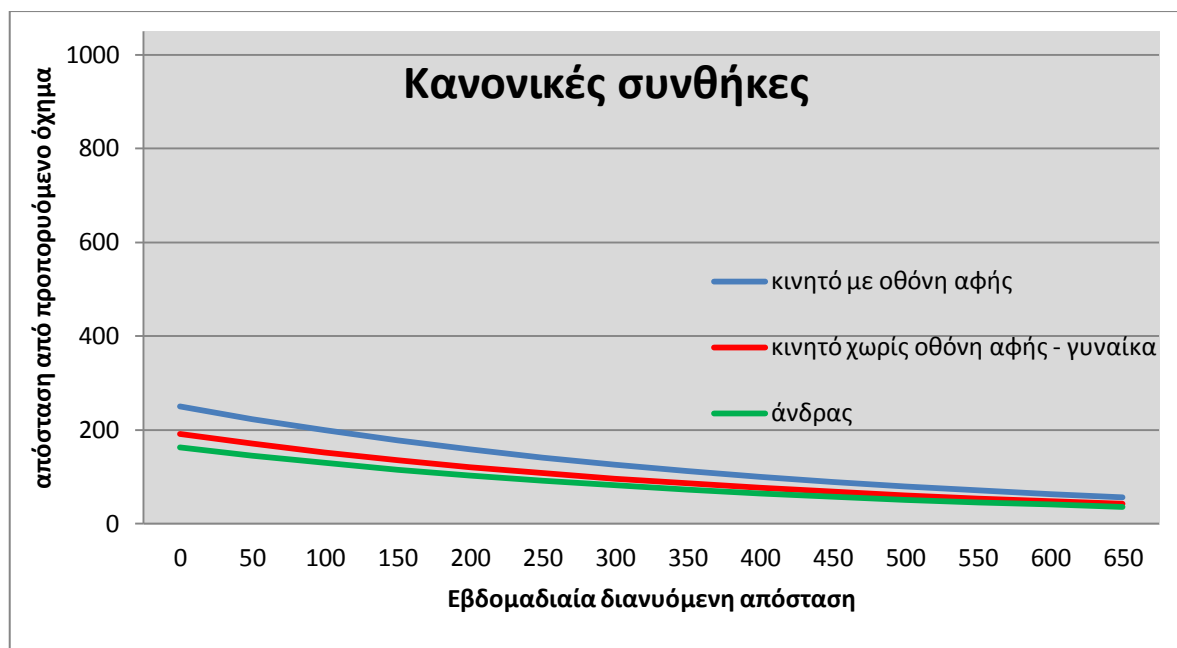
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.22: Συσχέτιση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για διάβασμα-γράψιμο μηνύματος ή ελεύθερη οδήγηση ή ενεργοποίηση αφύπνισης (Rainy=1, touch=1, sex=0).



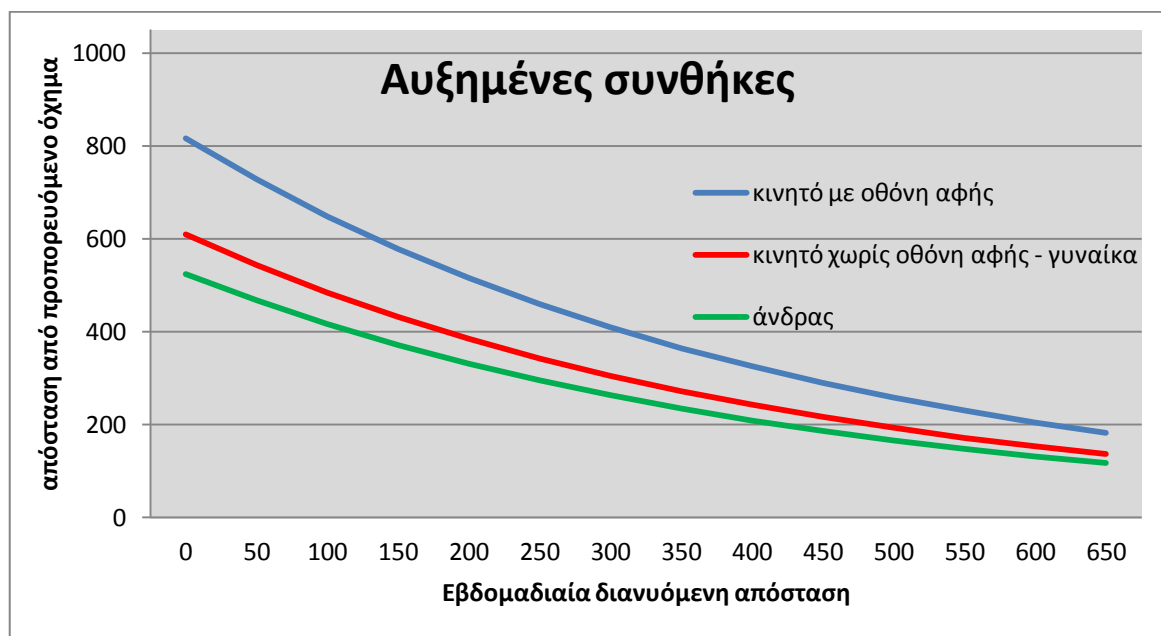
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.23: Συσχέτιση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για οδήγηση υπό βροχή ή καλοκαιρία ($R_m=0$, $Free=0$, $touch=1$, $sex=0$).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.24: Συσχέτιση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για οδήγηση υπό βροχή ή καλοκαιρία ($R_m=0$, $Free=0$, $touch=1$, $sex=0$).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.25: Συσχέτιση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για οδήγηση με ή χωρίς οθόνη αφής και ανάλογα του φύλου ($R_m=0$, $Free=0$, $Rainy=0$).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.26: Συσχέτιση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για οδήγηση με ή χωρίς οθόνη αφής και ανάλογα του φύλου ($R_m=0$, $Free=0$, $Rainy=0$).

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα:

- Η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα ήταν μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας αυτοκινητοδρόμου παρά στις κανονικές συνθήκες.
- Οι οδηγοί μείωσαν την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα όταν έγραφαν και διάβαζαν μήνυμα ανεξάρτητα από το αν οδηγούσαν σε κανονικές ή αυξημένες συνθήκες, όπως προκύπτει και στη διεθνή βιβλιογραφία. Η μείωση ήταν περισσότερο εμφανής στο γράψιμο μηνύματος.
- Οι οδηγοί αύξησαν την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα όταν οδηγούσαν υπό βροχή στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- Οι οδηγοί που είχαν κινητό με οθόνη αφής οδηγούσαν αφήνοντας μεγαλύτερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα ανεξαρτήτου κυκλοφορίας.
- Οι άνδρες οδηγοί είχαν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τις γυναίκες οδηγούς.

5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση του διαβάσματος/γραψίματος μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού. Στην παράγραφο αυτή θα περιγραφεί η **διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη των μοντέλων που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** και να εξετασθεί η επιρροή κατά το διάβασμα/γράψιμο μηνύματος μέσω κινητού τηλεφώνου. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν δύο στατιστικές αναλύσεις. Οι στατιστικές αναλύσεις θα διερευνήσουν τις μεταβλητές που ερμηνεύουν την πιθανότητα ατυχήματος ξεχωριστά για αυτοκινητόδρομο με κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο για κάθε περίπτωση και να

ερευνηθεί αν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη την πιθανότητα ατυχήματος έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με τις κυκλοφοριακές συνθήκες.

5.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.6. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

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

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

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

Rm_1: αν ο οδηγός διαβάζει γραπτό μήνυμα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=Ναι, 0=Όχι)

Rm_2: αν ο οδηγός διαβάζει γραπτό μήνυμα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=Ναι, 0=Όχι)

Wm_1: αν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (1=Ναι, 0=Όχι)

Wm_2: αν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (1=Ναι, 0=Όχι)

touch: αν ο οδηγός έχει κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής (1=Ναι, 0=Όχι)

d_experience1: αν ο συμμετέχοντας έχει οδηγική εμπειρία μικρότερη των 3 ετών (1=Ναι, 0=Όχι)

vi/vm: ο λόγος της ταχύτητας του οδηγού προς τη μέση ταχύτητα των συμμετεχόντων

rspur_min: η ελάχιστη απόσταση του οδηγού από την κεντρική οριογραμμή

THead: η χρονική απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: **THead**, **rspur_min** και **vi/vm** ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως ποιοτικές (nominal), χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των ποιοτικών μεταβλητών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχίστηκαν οι τιμές 0 και 1. Οι κατηγορίες των μεταβλητών και οι αντίστοιχες τιμές τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

5.4.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

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

Για το λόγο αυτό η ανάλυση έγινε με **λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης** (binary logistic regression). Η λογιστική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: analyze → regression → binary logistic. Τη μετάβαση στην επιλογή binary logistic διαδέχεται ο **καθορισμός των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών**. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές, βάσει των οποίων θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Covariates. Στη συνέχεια στην επιλογή categorical τοποθετούμε όσες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι διακριτές.

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

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια προσπαθούμε ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος και προτιμούνται τα μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας L . Μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές είναι περισσότερο σύνθετα και χρειάζεται ένας κανόνας να αποφασίζει εάν η μείωση του **$L = -\log(\text{likelihood})$** αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test (LRT)** (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 * (L(b) - L(0))$, 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 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.

5.4.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Παρόλο που το στατιστικό πρόγραμμα, μεταξύ των μεταβλητών «touch», «d_experience1» του Πίνακα 5.14 και «rspur_min», «vi/vm» του Πίνακα 5.16 υπολόγισε ότι υπάρχει συσχέτιση, αυτές δεν αγνοήθηκαν από τα μοντέλα καθώς είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και το ενδεχόμενο να συμβούν ρυθμίζεται τυχαία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αυτοκινητόδρομο με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations						
		RAINY	Rm_1	Wm_1	touch	d_experience1
RAINY	Pearson Correlation	1	,016	,010	-,014	,017
	Sig. (2-tailed)		,740	,839	,771	,726
	N	449	449	449	449	449
Rm_1	Pearson Correlation	,016	1	-,174**	,004	,004
	Sig. (2-tailed)	,740		,000	,927	,940
	N	449	449	449	449	449
Wm_1	Pearson Correlation	,010	-,174**	1	-,003	-,001
	Sig. (2-tailed)	,839	,000		,948	,975
	N	449	449	449	449	449
touch	Pearson Correlation	-,014	,004	-,003	1	,311**
	Sig. (2-tailed)	,771	,927	,948		,000
	N	449	449	449	449	449
d_experience1	Pearson Correlation	,017	,004	-,001	,311**	1
	Sig. (2-tailed)	,726	,940	,975	,000	
	N	449	449	449	449	449

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αυτοκινητόδρομο με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations		rspur_min	THead	Vi/Vm
rspur_min	Pearson Correlation	1	-,047	-,291**
	Sig. (2-tailed)		,328	,000
	N	449	438	449
THead	Pearson Correlation	-,047	1	-,123*
	Sig. (2-tailed)	,328		,010
	N	438	438	438
Vi/Vm	Pearson Correlation	-,291**	-,123*	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,010	
	N	449	438	449

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αυτοκινητόδρομο με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations		RAINY	Rm_2	Wm_2	touch	d_experience1
RAINY	Pearson Correlation	1	-,017	-,038	-,014	,017
	Sig. (2-tailed)		,723	,428	,771	,726
	N	449	449	449	449	449
Rm_2	Pearson Correlation	-,017	1	-,159**	,001	,006
	Sig. (2-tailed)	,723		,001	,978	,902
	N	449	449	449	449	449
Wm_2	Pearson Correlation	-,038	-,159**	1	-,002	-,005
	Sig. (2-tailed)	,428	,001		,968	,913
	N	449	449	449	449	449
touch	Pearson Correlation	-,014	,001	-,002	1	,311**
	Sig. (2-tailed)	,771	,978	,968		,000
	N	449	449	449	449	449
d_experience1	Pearson Correlation	,017	,006	-,005	,311**	1
	Sig. (2-tailed)	,726	,902	,913	,000	
	N	449	449	449	449	449

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αυτοκινητόδρομο με αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας

Correlations			
		rspur_min	ViVm
rspur_min	Pearson Correlation	1	-,491**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	449	449
ViVm	Pearson Correlation	-,491**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	449	449

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

5.4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

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

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

- i. Οι λόγοι πιθανοφανειών του μοντέλου (Likelihood Ratio test) ικανοποιούν το κριτήριο: $LRT = -2 * (L(b) - L(0)) > \chi^2$ με n-1 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .
- ii. Ο συντελεστής ρ^2 υπολογίσθηκε ίσος με 0,417 , 0,698 αντίστοιχα για κάθε ένα από τα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν.
- iii. Ο μέσος όρος του ποσοστού που προβλέπονται τα ατυχήματα είναι 90,4%, 91,1% αντίστοιχα για τα δύο μοντέλα. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι δεν συνέβη ατύχημα είναι 92,5% για το πρώτο μοντέλο, 100% για το δεύτερο μοντέλο ενώ ότι συνέβη 2,4% και 7% αντίστοιχα.
- iv. Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές Wald.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

ΔΕΙΞΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	133,927 ^a

Step	-2 Log likelihood
1	229,778 ^a

Likelihood Ratio test

LRT= $-2*(L(b) - L(0)) = 229,778 - 133,927 = 95,851 > \chi^2$ με 8 βαθμούς ελευθερίας (=15,51) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - [L(b)/L(0)] = 1 - (133,927/2) / (229,778/2) = 0,417$$

Classification Table^a

Observed		Predicted		
		incident		Percentage Correct
		no incident	incident	
Step 1	incident	395	2	99,5
	no incident	40	1	2,4
Overall Percentage				90,4

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a						
RAINY	1,372	,405	11,512	1	,001	3,945
Rm_1	,971	,438	4,920	1	,027	2,639
Wm_1	1,051	,484	4,725	1	,030	2,861
touch	,569	,386	2,171	1	,141	1,767
d_experience1	,715	,399	3,204	1	,073	2,044
vi_dia_vm	4,495	1,390	10,458	1	,001	89,577
rspur_min	-,213	,098	4,749	1	,029	,808
THead	-,038	,033	1,310	1	,252	,963
Constant	-7,362	1,912	14,825	1	,000	,001

Στο μοντέλο του ατυχήματος σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας **παρατηρούνται τα εξής γενικά συμπεράσματα:**

1. Το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων είναι επικίνδυνο στην οδήγηση παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς.
2. Τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή «vi/vm», γεγονός που αποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες που οδηγούσαν με ταχύτητα μεγαλύτερη από τη μέση είχαν αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα.
3. Η βροχή αποτελεί εξίσου σημαντικό παράγοντα που αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
4. Οι οδηγοί που διατηρούσαν μεγαλύτερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα, ήταν έμπειροι, είχαν κινητό χωρίς οθόνη αφής και οδηγούσαν πιο κοντά στην κεντρική οριογραμμή είχαν μειωμένες πιθανότητες να συμβεί ατύχημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας

ΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Step	-2 Log likelihood
1	246,312 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	148,758 ^a

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 * (L(b) - L(0)) = 246,312 - 148,758 = 97,554 > \chi^2$ με 7 βαθμούς ελευθερίας (=14.07) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - [L(b)/L(0)] = 1 - (1448,758/2) / (246,312/2) = 0,698$$

Observed			Predicted		
			incident		Percentage Correct
			no incident	incident	
Step 1	incident	no incident	406	0	100,0
		incident	40	3	7,0
Overall Percentage					91,1

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	RAINY	1,410	,389	13,129	1	,000	4,098
	Rm_2	,725	,457	2,514	1	,113	2,064
	Wm_2	,691	,510	1,831	1	,176	1,995
	touch	,439	,371	1,402	1	,236	1,551
	d_experience1	,807	,386	4,366	1	,037	2,240
	rspur_min	-,206	,090	5,192	1	,023	,814
	vi_dia_vm	4,479	1,341	11,156	1	,001	88,148
	Constant	-7,438	1,779	17,474	1	,000	,001

Στο μοντέλο του ατυχήματος σε αυξημένες συνθήκες περιβάλλοντος **παρατηρούνται τα εξής γενικά συμπεράσματα:**

- Το διάβασμα/γράφισμο μηνυμάτων είναι επικίνδυνο στην οδήγηση** παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς.
- Τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή «**vi/vm**», γεγονός που αποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες που οδηγούσαν με ταχύτητα μεγαλύτερη από τη μέση είχαν **αυξημένη πιθανότητα** να εμπλακούν σε ατύχημα.
- Η βροχή αποτελεί εξίσου σημαντικό παράγοντα που αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

5.4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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

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

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας είναι:

$$U = 1,372 * \text{Rainy} + 0,971 * \text{Rm_1} + 1,051 * \text{Wm_1} + 0,569 * \text{touch} \\ + 0,715 * \text{d_experience1} + 4,495 * \text{vi/vm} - 0,213 * \text{rspur_min} - 0,038 * \text{THead_min} - 7,362$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας είναι:

$$U = 1,410 * \text{Rainy} + 0,725 * \text{Rm_2} + 0,691 * \text{Wm_2} + 0,439 * \text{touch} \\ + 0,807 * \text{d_experience1} + 4,479 * \text{vi/vm} - 0,206 * \text{rspur_min} - 7,438$$

ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «Rainy», αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.** Δηλαδή όταν η οδήγηση γίνεται υπό βροχή αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί λογικά, καθώς στην οδήγηση υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων, λόγω της ολισθηρότητας του οδοστρώματος αφού το νερό μειώνει την τριβή μεταξύ των ελαστικών και του δρόμου. Η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα με τιμές Wald 3,9 και 4,1.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

Η μεταβλητή «Rm_1» στο πρώτο μοντέλο και η μεταβλητή «Rm_2» στο δεύτερο μοντέλο παρουσιάζονται με θετικό πρόσημο. Δηλαδή υπάρχει **αυξημένος κίνδυνος να συμβεί ατύχημα** όταν οδηγός διαβάζει γραπτό μήνυμα κατά την διάρκεια της οδήγησης, τόσο σε κανονικές όσο και σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. Όταν ο οδηγός διαβάζει γραπτό μήνυμα στο κινητό, 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. Οι μεταβλητές και στα δύο μοντέλα είναι στατιστικά σημαντικές με τιμές Wald 2,6 και 2,1 αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

Η μεταβλητή «Wm_1» στο πρώτο μοντέλο και η μεταβλητή «Wm_2» στο δεύτερο μοντέλο παρουσιάζονται με θετικό πρόσημο. Δηλαδή, υπάρχει **αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα καθώς οδηγά τόσο σε κανονικές όσο και σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από την απόσπαση της προσοχής κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Συγκεκριμένα, όσο περισσότερο απασχολείται ο οδηγός με νοητικές δραστηριότητες πέραν της οδήγησης τόσο περισσότερο αποσυντονίζεται και οδηγεί “μηχανικά”, με αποτέλεσμα σε μια απρόοπτη κατάσταση αυτός να μην είναι σε θέση να ανταποκριθεί κατάλληλα. Οι μεταβλητές και στα δύο μοντέλα είναι στατιστικά σημαντικές με τιμές Wald 2,9 και 2 αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΟΘΟΝΗΣ ΑΦΗΣ

Η μεταβλητή «touch» εμφανίζεται και στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα συμμετέχοντες που χρησιμοποιούσαν κατά την οδήγηση κινητό με οθόνη αφής να παρουσιάζουν **αυξημένες πιθανότητες ατυχήματος**. Το διάβασμα/γράψιμο μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου με οθόνη αφής ενδεχομένως να είναι πιο σύνθετη πνευματική διεργασία για αυτό η πιθανότητα ατυχήματος να είναι μεγαλύτερη. Η μεταβλητή και στα δύο μοντέλα είναι στατιστικά σημαντική με τιμές Wald μεγαλύτερες από 1,7.

ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ 1-3 ΕΤΗ

Η μεταβλητή «d_experience1» εμφανίζεται και στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο. Δηλαδή, οδηγοί με εμπειρία μικρότερη των 3 ετών παρουσιάζουν **μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος** σε αντίθεση με τους πιο έμπειρους οδηγούς. Οι έμπειροι οδηγοί ενδεχομένως να έχουν πιο γρήγορα αντανακλαστικά και να γνωρίζουν πως πρέπει να αντιδράσουν σε ένα επικίνδυνο απρόοπτο συμβάν. Η μεταβλητή και στα δύο μοντέλα είναι στατιστικά σημαντική με τιμές Wald 3,2 και 4,4 αντίστοιχα.

ΛΟΓΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΟΥ ΜΕ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ

Η μεταβλητή «vi_dia_vn» παρουσιάζει θετικό πρόσημο και στα δύο μοντέλα. Από το σύνολο των 34 οδηγών υπολογίστηκε η μέση ταχύτητα για τα τμήματα με ίδιο παράγοντα απόσπασης (ανάγνωση ή εγγραφή μηνύματος), ίδιες κυκλοφοριακές συνθήκες (κανονικές ή αυξημένες) και ίδιες συνθήκες οδήγησης (καλοκαιρία ή βροχή). Έτσι υπολογίστηκε για κάθε οδηγό ο λόγος της μέσης ταχύτητας οδήγησης προς τη μέση ταχύτητα όλων των οδηγών. Παρατηρήθηκε ότι **αύξηση της τιμής της μεταβλητής οδηγεί σε αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Όπως προκύπτει και από την διεθνή βιβλιογραφία οι μεγάλες ταχύτητες οδηγούν σε περισσότερα ατυχήματα. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί των οποίων οι ταχύτητες τους είναι αυξημένες, συγκριτικά με την μέση ταχύτητα είναι πιο ρισκκίνδυνοι με αποτέλεσμα σε κάποιο απρόοπτο συμβάν να υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μην ανταποκριθούν κατάλληλα και να εμπλακούν σε ατύχημα. Η μεταβλητή και στα δύο μοντέλα είναι στατιστικά σημαντική με τιμές Wald 10,5 και 11,2 αντίστοιχα.

ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ

Η μεταβλητή «rspr_min» παρουσιάζεται και στα δύο μοντέλα με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, **αύξηση της ελάχιστης απόστασης του οχήματος από την κεντρική οριογραμμή οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Ενδεχομένως οι οδηγοί που διατηρούν μεγαλύτερες ταχύτητες (όπως παρουσιάστηκε στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας) βρίσκονται πιο κοντά στην κεντρική οριογραμμή παρουσιάζουν μεγαλύτερες πιθανότητες ατυχήματος, διότι οδηγούν πιο επιθετικά και ρισκκίνδυνα από τους υπόλοιπους. Η μεταβλητή και στα δύο μοντέλα είναι στατιστικά σημαντική με απόλυτες τιμές 4,8 και 5,2 αντίστοιχα.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Η μεταβλητή «THead» παρουσιάζεται μόνο στο πρώτο μοντέλο, στον αυτοκινητόδρομο με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας, με αρνητικό πρόσημο. Δηλαδή, οι οδηγοί που διατηρούν μεγαλύτερες χρονικές αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα έχουν **μειωμένες πιθανότητες ατυχήματος**. Οι οδηγοί ενδεχομένως να διατηρούν μεγαλύτερες χρονικές αποστάσεις ως αντισταθμιστικό

παράγοντα στα επικίνδυνα απρόοπτα συμβάντα. Η μεταβλητή αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική για διάστημα εμπιστοσύνης 95% (τιμή Wald μεγαλύτερη από 1,7) αλλά κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστεί στο μοντέλο. Η τιμή Wald της μεταβλητής είναι 1,45 με διάστημα εμπιστοσύνης περίπου 90%.

5.4.6 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

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

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

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

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

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

Εφόσον η παραπάνω σχέση αφορά σε κάθε άτομο (i), 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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β _i	Wald	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
Διακριτές μεταβλητές								
Βροχή	1,372	11,51	1,976	3,55	1,410	13,13	2,160	5,02
Διάβασμα μηνύματος	0,971	4,92	1,053	1,89	0,725	2,51	0,760	1,77
Γράψιμο μηνύματος	1,051	4,73	1,113	2,00	0,691	1,83	0,710	1,65
Οθόνη αφής	0,569	2,17	0,556	1,00	0,439	1,65	0,430	1,00
Οδηγική εμπειρία < 3 ετών	0,715	3,20	0,706	1,27	0,807	4,34	0,990	2,30
Συνεχείς μεταβλητές								
Ελάχιστη απόσταση από την κεντρική οριογραμμή	-0,213	-4,75	-0,793	-4,13	-0,206	-5,19	-0,830	-1,00
Χρονική απόσταση από προπορευόμενο όχημα	-0,038	-1,69	-0,192	-1,00				
Λόγος ταχύτητας	4,495	10,46	2,610	12,54	4,479	11,16	2,780	3,35

Παρατηρείται ότι:

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** εξέταση τμήματος με κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας:

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «βροχή». Η μεταβλητή αυτή έχει 3,6 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «οθόνη αφής», 1,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος», 1,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «γράφισμο μηνύματος» και 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «οδηγική εμπειρία μικρότερη των 3 ετών». Επίσης η μεταβλητή «γράφισμο μηνύματος» επηρεάζει την πιθανότητα ατυχήματος 2 και 1,1 φορές περισσότερο σε σχέση με τις μεταβλητές «οθόνη αφής» και «διάβασμα μηνύματος» αντίστοιχα. Από τις **συνεχείς μεταβλητές** που εξετάστηκαν εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «λόγος ταχύτητας». Η μεταβλητή αυτή έχει 12,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «χρονική απόσταση από το προπορευόμενο όχημα» και 3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από την κεντρική οριογραμμή».

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** εξέταση **τιμήματος αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας:**

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «βροχή». Η μεταβλητή αυτή έχει 5 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «οθόνη αφής», 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος», 3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος» και 2,2 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «οδηγική εμπειρία μικρότερη των 3 ετών». Επίσης η μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος» επηρεάζει την πιθανότητα ατυχήματος 1,8 και 1,1 φορές περισσότερο σε σχέση με τις μεταβλητές «οθόνη αφής» και «γράψιμο μηνύματος» αντίστοιχα. Από τις **συνεχείς μεταβλητές** που εξετάστηκαν εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «λόγος ταχύτητας». Η μεταβλητή αυτή έχει 3,4 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από την κεντρική οριογραμμή».

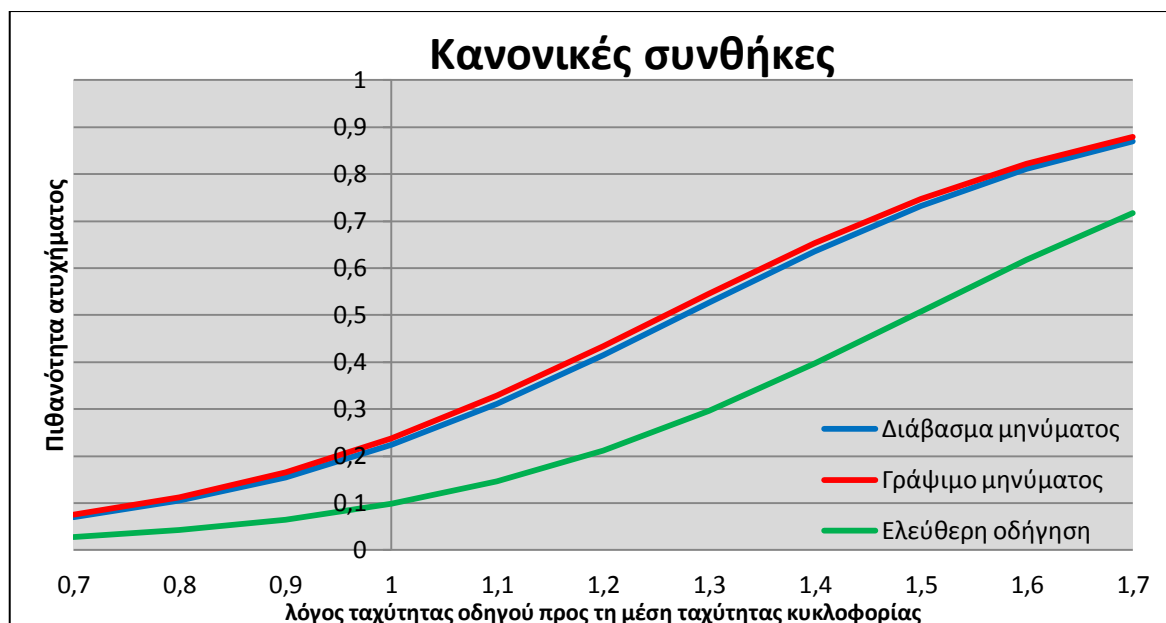
Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

1. **Το διάβασμα και το γράψιμο γραπτών μηνυμάτων είναι επικίνδυνο**, αφού αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Συγκεκριμένα, στο μοντέλο για τις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,9 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει μήνυμα και 2 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Στο μοντέλο για τις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,8 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει μήνυμα και 1,7 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
2. Στην οδήγηση υπό **βροχή** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Η μεταβλητή βροχή και στα δύο μοντέλα είχε τη μεγαλύτερη επιρροή από όλες τις διακριτές μεταβλητές.
3. Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα επηρεάζεται από το **λόγο της ταχύτητας** του οδηγού προς την μέση ταχύτητα κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα οι οδηγοί που είχαν μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς είχαν αυξημένες πιθανότητες να τους συμβεί ατύχημα και στα δύο μοντέλα.

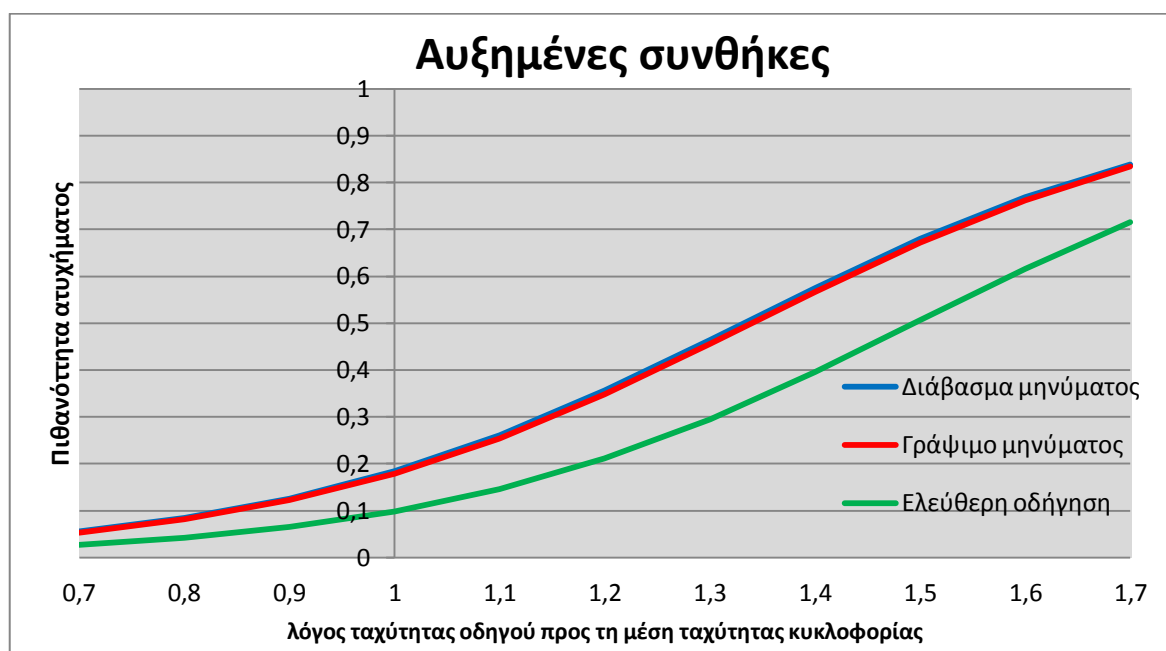
4. Η πιθανότητα ατυχήματος όπως προέκυψε και στα δύο μαθηματικά μοντέλα αυξάνεται για οδηγούς που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο με **οθόνη αφής**.
5. Το γράψιμο μηνύματος αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το διάβασμα στο μοντέλο για τις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας 1,1 φορές. Όμως στο μοντέλο για τις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας το διάβασμα μηνύματος επηρεάζει 1,1 φορές περισσότερο την πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το γράψιμο. Αυτό, ενδεχομένως να οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το διάβασμα και το γράψιμο είναι το ίδιο επικίνδυνα όταν γίνονται κατά την οδήγηση.
6. **Η οδηγική εμπειρία κάτω των 3 ετών** αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος και στα δύο μοντέλα.
7. **Η ελάχιστη απόσταση από την κεντρική οριογραμμή** επηρεάζει και τα δύο μοντέλα. Όσο πιο κοντά ο οδηγός βρίσκεται στην κεντρική οριογραμμή υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ατυχήματος.

5.4.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

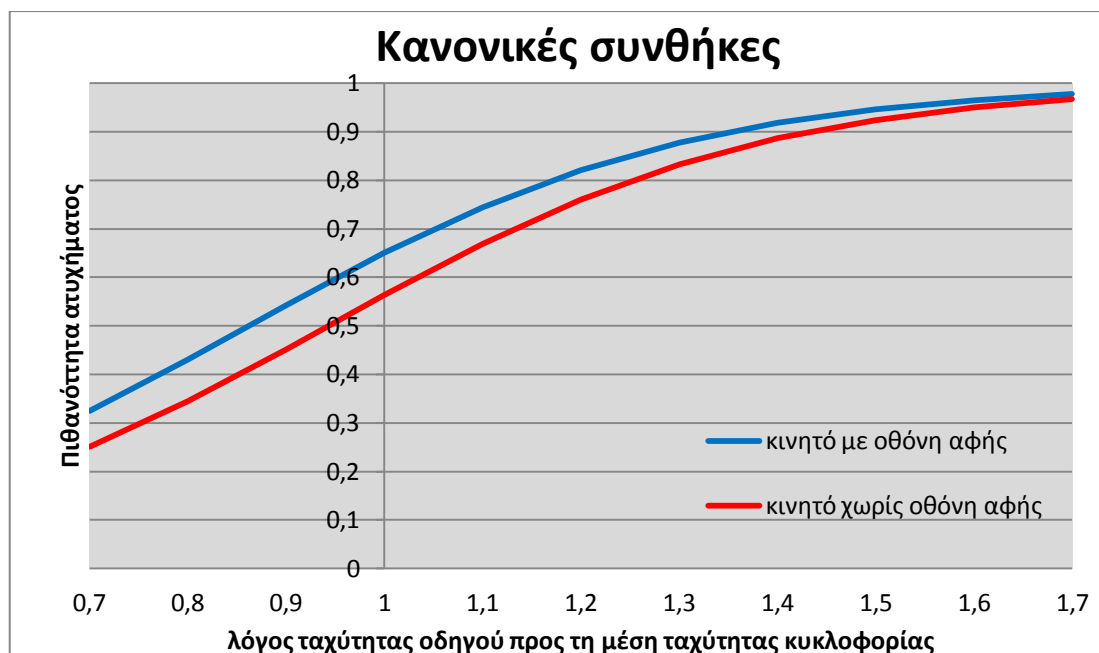
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



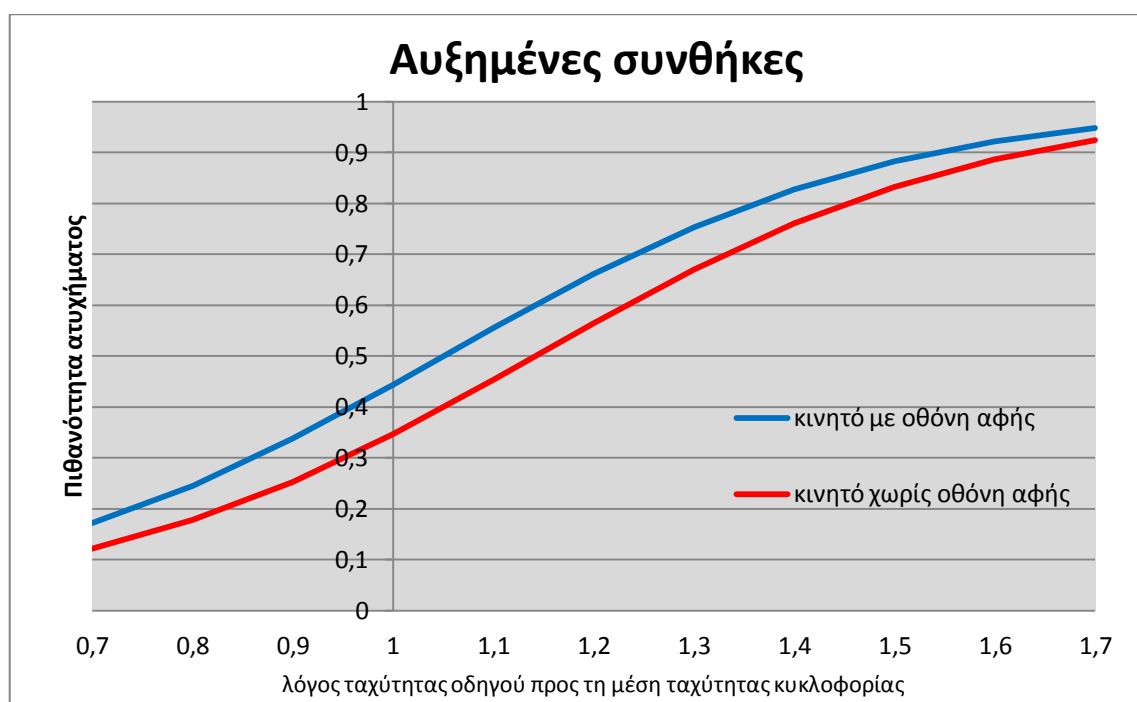
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.27: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και τους παράγοντες απόσπασης σε κανονικές συνθήκες ($R_m=0$, $W_m=1$, $Rainy=0$, $touch=0$, $d_exp=1$, $rspur_min=0,3sec$).



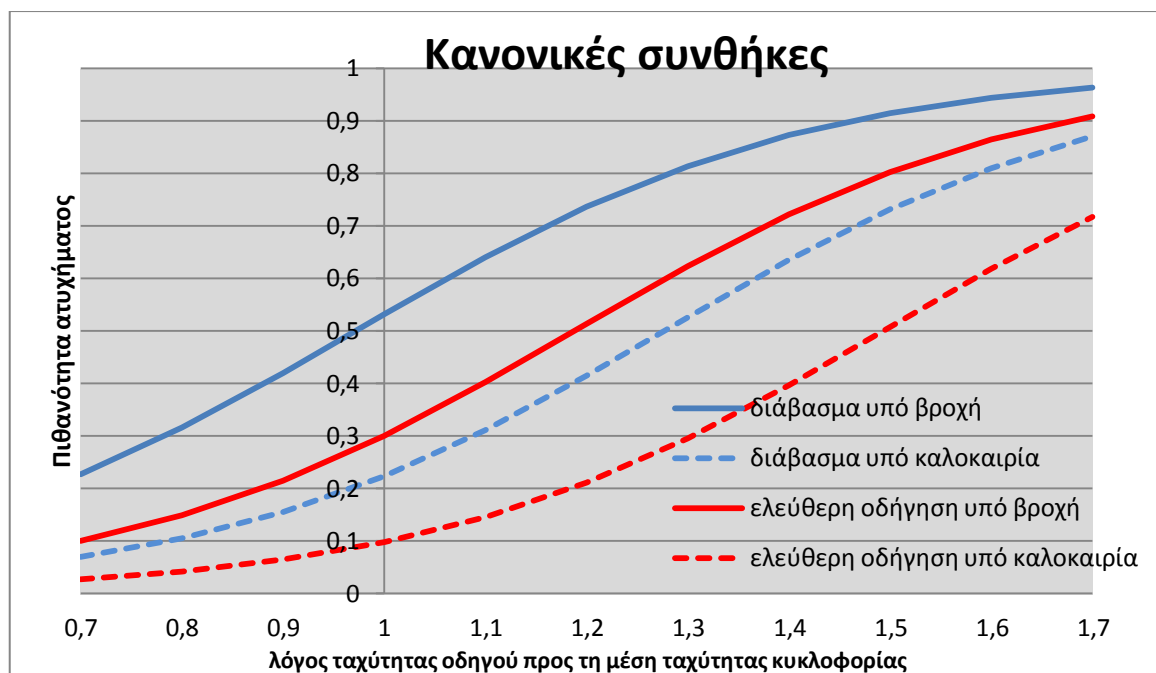
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.28: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και τους παράγοντες απόσπασης σε αυξημένες συνθήκες ($Rainy=0$, $touch=0$, $d_exp=1$, $rspur_min=0,3sec$).



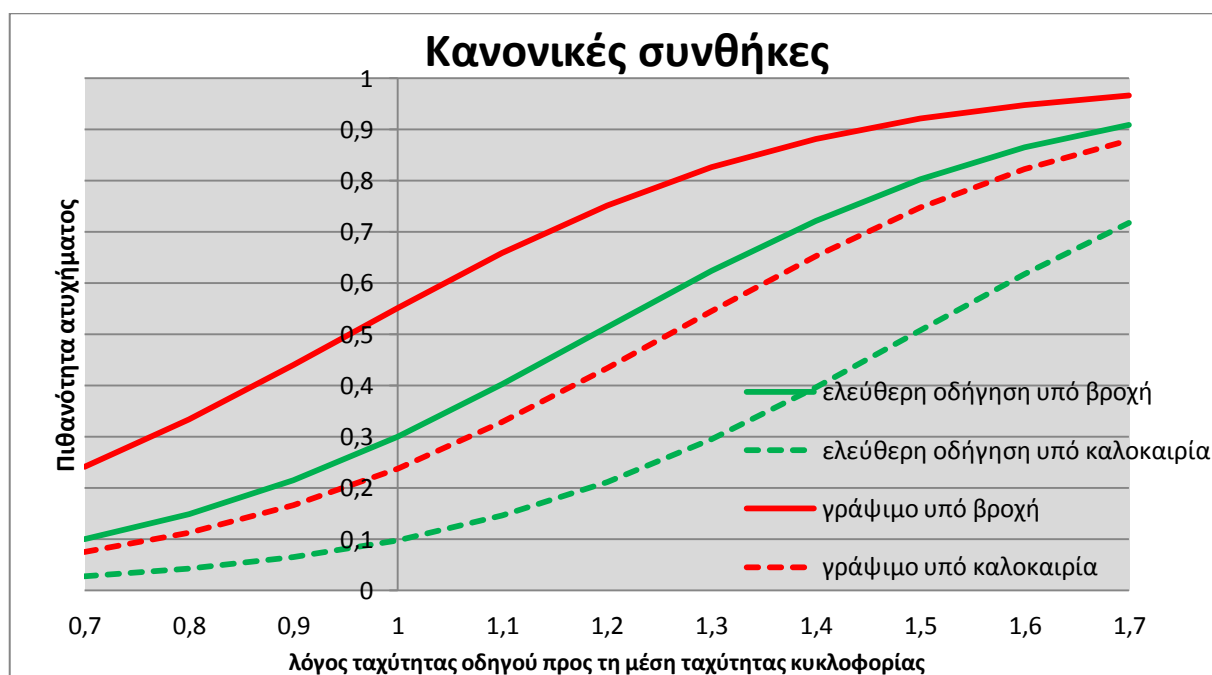
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.29: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και το είδος οθόνης σε κανονικές συνθήκες ($W_m=0$, $R_m=0$, $Rainy=1$, $d_{exp}=1$, $rspur_{min}=0,3m$).



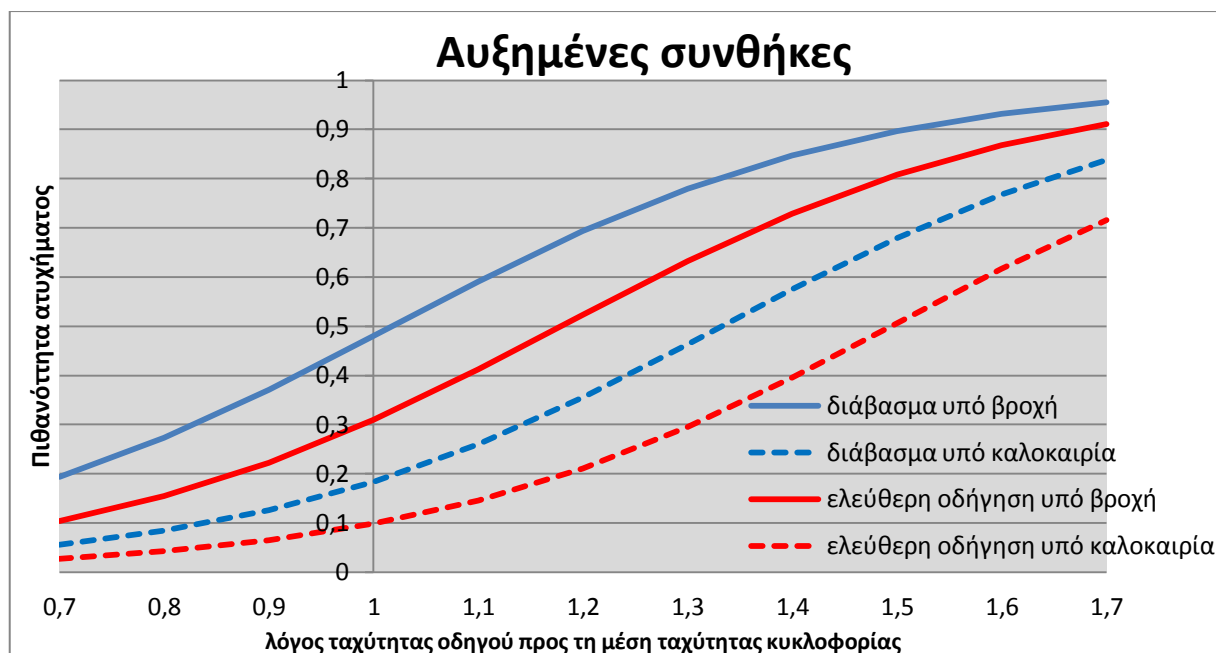
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.30: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και το είδος οθόνης σε αυξημένες συνθήκες ($W_m=0$, $R_m=0$, $Rainy=1$, $d_{exp}=1$, $rspur_{min}=0,3m$).



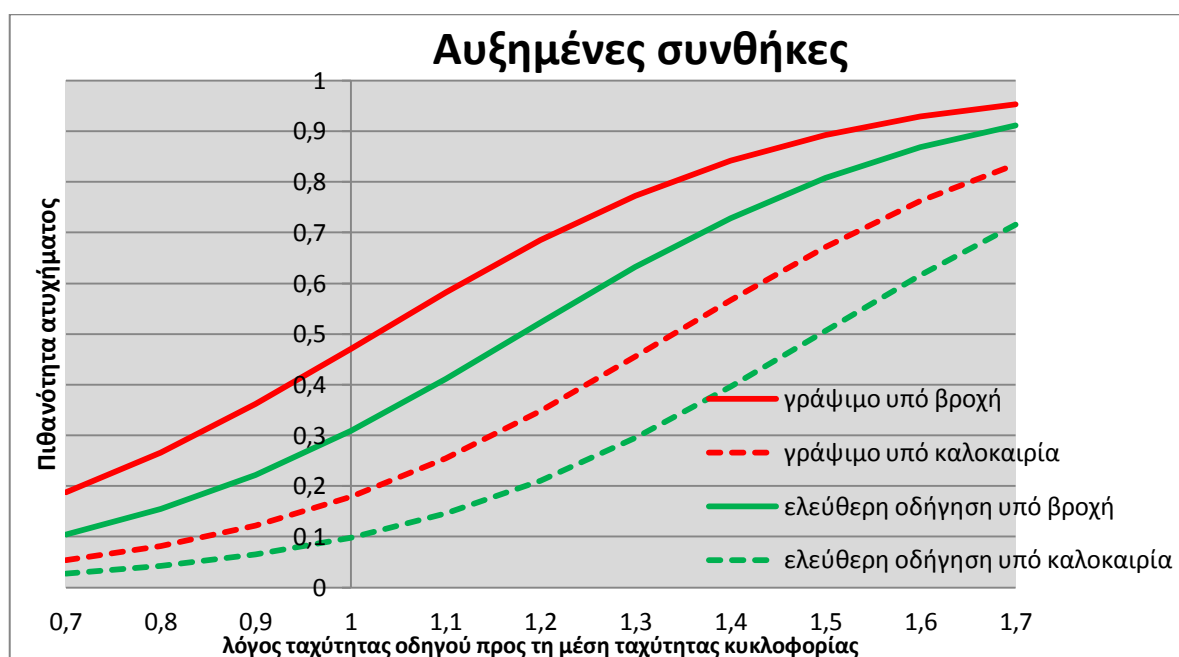
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.31: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας, το διάβασμα μηνύματος ή την ελεύθερη οδήγηση σε καλοκαιρία και σε βροχή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (touch=0, d_exp=1, rsur_min=0,3m).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.32: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας, το γράψιμο μηνύματος ή την ελεύθερη οδήγηση σε καλοκαιρία και σε βροχή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας (touch=0, d_exp=1, rsur_min=0,3m).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.33: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας, το διάβασμα μηνύματος ή την ελεύθερη οδήγηση σε καλοκαιρία και σε βροχή στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (touch=0, d_exp=1, rspr_min=0,3m).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.34: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας, το γράψιμο μηνύματος ή την ελεύθερη οδήγηση σε καλοκαιρία και σε βροχή στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (touch=0, d_exp=1, rspr_min=0,3m).

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

- Οι οδηγοί εμφάνισαν **αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν διάβαζαν και έγραφαν μήνυμα**, όπως προκύπτει και στη διεθνή βιβλιογραφία. Η πιθανότητα αυτή είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση που οδηγός γράφει μήνυμα και στις κανονικές και στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι μεγαλύτερη στη περίπτωση που ο οδηγός έχει κινητό τηλέφωνο με **οθόνη αφής**.
- Οι οδηγοί που έχουν μειωμένη ταχύτητα σε σύγκριση με τη μέση ταχύτητα όλων των οδηγών, όταν γράφουν και διαβάζουν γραπτό μήνυμα έχουν μικρότερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Η μειωμένη ταχύτητα δεν αντισταθμίζει τον κίνδυνο που επιφέρει η το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων.
- Στην οδήγηση υπό βροχή παρουσιάζονται αυξημένες πιθανότητες να συμβεί ατύχημα.
- Οι άνδρες οδηγοί παρουσιάζουν μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα σε σύγκριση με τις γυναίκες οδηγούς.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής κατά το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 34 νέους οδηγούς στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Επιπλέον συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς αυτούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Για τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης και στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης, δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας ξεχωριστά.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν τα τελικά μαθηματικά μοντέλα που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή

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

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίν. 6.1, Πίν. 6.2, Πίν. 6.3), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας, της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών **β_i** και οι τιμές της σχετικής επιρροής **e_i** και **e_i^*** των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Βροχή	-0,011	-2,40	-0,003	-1,00	-0,009	-1,95	-0,002	-1,00
Ελεύθερη οδήγηση	0,065	10,30	0,016	5,61				
Ανάγνωση μηνύματος	0,026	4,05	0,007	2,36	-0,033	-4,77	-0,009	-3,67
Εγγραφή μηνύματος					-0,049	-6,98	-0,013	-5,44
Ενεργοποίηση αφύπνισης					-0,037	-5,38	-0,010	-4,11
Οθόνη αφής	0,015	-2,95	-0,004	1,36	-0,014	-2,70	-0,004	-1,56
Απόσταση από κεντρική οριογραμμή	-0,012	-9,23	-0,046	-16,14	-0,013	-9,37	-0,049	-20,78
Φύλο	0,013	2,85	0,003	1,18	0,014	2,85	0,004	1,56
Αρέσει η οδήγηση	-0,048	-4,84	-0,012	-4,35	-0,051	-4,93	-0,013	-5,65
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	5,15*10E-5	3,43	0,004	1,31	4,96*10E-5	3,16	0,004	1,56
Ατύχημα	0,034	4,45	0,009	3,09				
Αποτυχία αποστολής μηνύματος					0,023	2,64	0,006	2,56

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων απόστασης από προπορευόμενο όχημα

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Βροχή	0,14	2,31	0,056	2,07	0,164	2,71	0,063	2,52
Ελεύθερη οδήγηση	0,187	1,91	0,072	2,67	0,229	1,69	0,088	3,52
Ανάγνωση μηνύματος	0,154	2,16	0,059	2,19	0,182	1,86	0,070	2,80
Ενεργοποίηση αφύπνισης					0,122	1,85	0,047	1,88
Οθόνη αφής	0,116	2,31	0,030	1,11	0,127	2,75	0,049	1,96
Φύλο	-0,071	-1,92	-0,027	-1,00	-0,065	-1,84	-0,025	-1,00
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	-0,001	-2,9	-0,077	-2,65	-0,001	-3,228	-0,077	3,08

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ				ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
	βi	Wald	Σχετική επιρροή		βi	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
Διακριτές μεταβλητές								
Βροχή	1,372	11,51	1,976	3,55	1,410	13,13	2,160	5,02
Διάβασμα μηνύματος	0,971	4,92	1,053	1,89	0,725	2,51	0,760	1,77
Γράψιμο μηνύματος	1,051	4,73	1,113	2,00	0,691	1,83	0,710	1,65
Οθόνη αφής	0,569	2,17	0,556	1,00	0,439	1,65	0,430	1,00
Οδηγική εμπειρία < 3 ετών	0,715	3,20	0,706	1,27	0,807	4,34	0,990	2,30
Συνεχείς μεταβλητές								
Ελάχιστη απόσταση από την κεντρική οριογραμμή	-0,213	-4,75	-0,793	-4,13	-0,206	-5,19	-0,830	-1,00
Χρονική απόσταση από προπορευόμενο όχημα	-0,038	-1,69	-0,192	-1,00				
Λόγος ταχύτητας	4.495	10.46	2.610	12.54	4.479	11.16	2.780	3.35

Από τους πίνακες αυτούς, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως εκείνα που παρουσιάζονται στο επόμενο εδάφιο.

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

1. **Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης φαίνεται ότι αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς όπως φαίνεται και στη διεθνή βιβλιογραφία.** Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων για την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων για τη μέση ταχύτητα οδήγησης και τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας οδήγησης και της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Πραγματοποιήθηκαν ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις ώστε να εξετασθεί η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας και αυξημένες συνθήκες ξεχωριστά.
2. **Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.** Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

- i. Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων έχει επιρροή στην ταχύτητα τόσο για κανονικές όσο και για αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας. Μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**.
 - ii. Οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 11% στην καλοκαιρία και 6% στην οδήγηση υπό βροχή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας. Στις αυξημένες συνθήκες μείωσαν ταχύτητα ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 9% στην καλοκαιρία και 7% στην οδήγηση υπό βροχή.
 - iii. Κατά το γράψιμο μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη αφού μειώθηκε κατά 15% στην καλοκαιρία και 11% στην οδήγηση υπό βροχή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας ενώ στις αυξημένες μειώθηκε κατά 12% στην καλοκαιρία και 13% στην οδήγηση υπό βροχή.
 - iv. Η οδήγηση υπό βροχή επηρεάζει στατιστικά τη μέση ταχύτητα του οδηγού.
3. **Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
- i. Παρατηρείται ότι **το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** οδηγεί στην **αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** τόσο στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας όσο και στις αυξημένες.
 - ii. Παρατηρείται ότι η οδήγηση υπό βροχή οδηγεί στην αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και στις κανονικές και στις αυξημένες συνθήκες.
 - iii. Οι συμμετέχοντες με οδηγική εμπειρία μεγαλύτερη των 3 ετών παρουσιάζουν αυξημένες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα και στις δύο συνθήκες. Αυτό ενδεχομένως να εξηγείται με τη μεγαλύτερη εμπειρία αυτής της κατηγορίας οδηγών, η οποία πιθανώς να είναι συνηθισμένη στα πιθανά απρόοπτα συμβάντα.

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

- i. **Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων είναι επικίνδυνο**, αφού αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα τόσο στις κανονικές όσο και στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας, το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα της διεθνής βιβλιογραφίας.
- ii. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,9 και 2 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- iii. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,8 και 1,7 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- iv. Η μείωση της ταχύτητας μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά δεν αντισταθμίζει την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω του διαβάσματος και του γραψίματος μηνύματος.
- v. Στην οδήγηση υπό βροχή αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Επίσης, οι μεταβλητές αυτές παρουσίασαν πολύ μεγάλη επιρροή.
- vi. Οι οδηγοί που οδηγούσαν πιο κοντά στην κεντρική οριογραμμή παρουσίασαν αυξημένες πιθανότητες ατυχήματος και στις κανονικές και στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- vii. Οι οδηγοί που παρουσίασαν μεγαλύτερες χρονικές αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σημείωναν μειωμένες πιθανότητες ατυχήματος στις κανονικές συνθήκες. Όσο αφορά τις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας, η μεταβλητή δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

5. Συγκρίνοντας τις μεταβλητές διάβασμα και γράψιμο μηνύματος παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας, οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο ταχύτητα όταν γράφουν μήνυμα, αλλά η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και η πιθανότητα ατυχήματός αυξάνεται σε σχέση με το διάβασμα του μηνύματος. Για παράδειγμα στο σενάριο της βροχής η μείωση της ταχύτητας ήταν 6% στο διάβασμα του μηνύματος και 11% στο

- γράφιμο του μηνύματος. Ταυτόχρονα, όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
- ii. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας όταν οι οδηγοί γράφουν μήνυμα μειώνουν περισσότερο ταχύτητα σε σχέση με το διάβασμα του μηνύματος και η πιθανότητα ατυχήματός τους μειώνεται σε πολύ μικρό βαθμό. Για παράδειγμα στο σενάριο της καλοκαιρίας η μείωση της ταχύτητας ήταν 9% στο διάβασμα μηνύματος και 12% στο γράψιμο μηνύματος. Όταν ο οδηγός διάβαζε μήνυμα παρουσίαζε 1,1 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το γράψιμο του μηνύματος.
 - iii. Προκύπτει ότι **το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος δεν διαχωρίζονται όπως αναφέρεται και στη διεθνή βιβλιογραφία**. Αν και η μείωση της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη κατά το γράψιμο μηνύματος, οι πιθανότητες εμφάνισης ατυχήματος είναι περίπου ίδιες όταν ο οδηγός διαβάζει μήνυμα.

6. Συγκρίνοντας τις μεταβλητές καλοκαιρία και βροχή παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας υπό βροχή, οι οδηγοί μειώνουν την ταχύτητα τους σε σχέση με την καλοκαιρία και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- ii. Όταν οι συμμετέχοντες οδηγούσαν υπό βροχή παρουσίαζαν μεγαλύτερες μέσες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με την οδήγηση υπό καλό καιρό τόσο στις αυξημένες όσο και στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.

7. Συγκρίνοντας τις μεταβλητές χρήση κινητού τηλεφώνου με ή χωρίς οθόνη αφής παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής μειώνουν την ταχύτητα τους περισσότερο και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- ii. Όταν οι οδηγοί χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής παρουσίαζαν μεγαλύτερες μέσες αποστάσεις από το προπορευόμενο

όχημα τόσο στις αυξημένες όσο και στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.

8. Συγκρίνοντας τη μεταβλητή **φύλο** κατά την οδήγηση παρατηρείται ότι:

- i. Στις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας οι άνδρες οδηγοί έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με τις γυναίκες οδηγούς. Επίσης, παρουσιάζουν και μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- ii. Οι άνδρες οδηγοί παρουσιάζουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τις γυναίκες οδηγούς τόσο στις αυξημένες όσο και στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.

9. Συγκρίνοντας την οδήγηση σε **κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας** παρατηρείται ότι:

- i. Η ποσοστιαία μείωση της μέσης ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- ii. Η ποσοστιαία μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα ήταν μεγαλύτερη στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.
- iii. Οι κοινές μεταβλητές στην πιθανότητα ατυχήματος για τις κανονικές και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας είναι η βροχή, το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος, η οθόνη αφής, ο λόγος ταχύτητας, η απόσταση από την κεντρική οριογραμμή και η οδηγική εμπειρία μικρότερη των 3 ετών. Η μεταβλητή χρονική απόσταση από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζεται στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας.
- iv. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας το διάβασμα μηνύματος παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή από το γράψιμο.
- v. Στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,9 και 2 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα 1,8 και 1,7 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.

vi. Συμπεραίνεται ότι, οι παράγοντες απόσπασης έχουν λίγο μεγαλύτερη επιρροή στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας όπου παρατηρείται και μικρότερη μείωση της ταχύτητας και της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Ενδεχομένως, οι οδηγοί στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας να οδηγούνε περισσότερο αμυντικά και για αυτό να μειώνουν περισσότερο την ταχύτητα.

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

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

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

- Η χρήση του κινητού τηλεφώνου για διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων αποτελεί μία από τις πιο επικίνδυνες παραβάσεις. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμη η **συχνή και αυστηρή αστυνόμευση** των οδηγών, όσο έντονα αστυνομεύεται και η κατανάλωση αλκοόλ.
- Η οδήγηση αποτελεί μία σειρά πολλών και σύνθετων ενεργειών. Για τη σωστή εκτέλεση των ενεργειών αυτών, απαιτείται τόσο η ελευθερία των κινήσεων, όσο και η διαύγεια του πνεύματος του οδηγού. Με εφαρμογή μέτρων **απαγόρευσης της χρήσης κινητού τηλεφώνου για διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων**, αναμένεται ότι θα επιτευχθεί περισσότερο ασφαλής οδήγηση.

- Στην Ελλάδα, επικρατεί η νοοτροπία ότι η αυξημένη ταχύτητα με ταυτόχρονη χρήση του κινητού τηλεφώνου αποτελεί τρόπο προσωπικής ανάδειξης. Για να βελτιωθεί, όμως, το επίπεδο οδικής ασφάλειας είναι αναγκαίο να αντιληφθούν οι οδηγοί ότι όσο πιο **ελεγχόμενη** είναι η **ταχύτητα κυκλοφορίας** που αναπτύσσουν και όσο πιο συγκεντρωμένοι είναι την ώρα της οδήγησης, τόσο πιο ασφαλείς θα είναι.
- Επιπρόσθετα, **οι πολίτες θα πρέπει να ενημερώνονται** για θέματα που αφορούν στην οδική ασφάλεια και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, σε συνάρτηση με την χρήση κινητού τηλεφώνου για διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων, ώστε να γίνει ευρέως αντιληπτός ο κίνδυνος που προκαλεί η χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Το σχολείο, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και οι διάφορες εκστρατείες που πραγματοποιούνται από την Πολιτεία αλλά και το προσωπικό παράδειγμα των γονέων, τροχονόμων και όλων των εκπροσώπων της Πολιτείας, αποτελούν ένα βασικό τρόπο ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.
- Ενδεχομένως θα μπορούσε να εξεταστεί αν θα πρέπει να προστεθούν στο οδικό δίκτυο πινακίδες και άλλες διατάξεις που να υπενθυμίζουν στους οδηγούς ότι **η χρήση κινητού τηλεφώνου για διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων κατά την οδήγηση είναι επικίνδυνη και τιμωρείται**.
- **Κρίνεται σκόπιμη η θέσπιση από το κράτος σεμιναρίων οδικής ασφάλειας** για τη σωστή εκπαίδευση των οδηγών και την απόκτηση «Παιδείας Οδικής Ασφάλειας».
- **Είναι απαραίτητη η χρηματοδότηση από την Πολιτεία** για όλα τα παραπάνω.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

1. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**. Όσοι περισσότεροι οδηγοί συμμετέχουν στο πείραμα, τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προκύπτουν και ίσως αυτό να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών.
2. Ένα πείραμα με **συμμετέχοντες διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**, ίσως καθιστούσε εφικτή τη εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του συνόλου των οδηγών και για τη σύγκριση της συμπεριφοράς ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες.
3. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εφαρμογή άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, οι οποίες θα ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα.
4. Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών για παράδειγμα υπό ομίχλη ή βράδυ, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (ορεινή περιοχή, κλπ).

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ελληνική Αστυνομία, www.astinomia.gr
2. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, www.statistics.gr
3. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ. *“Σημειώσεις ειδικών θεμάτων σχεδιασμού οδών”*, Δεκέμβριος 2008, Αθήνα.
4. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Δραγομάνοβιτς Α., Λαΐτου Α., *“Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2010”*, 3^ο Πανελλήνιο συνέδριο οδικής ασφάλειας, Πάτρα, 2005.
5. Μπαϊράμης Χ., Σκλιάς Β. *“Επιρροή της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά του οδηγού και την πιθανότητα ατυχήματος”*, ΕΜΠ, Οκτώβριος 2010.
6. Παπαθανασίου Ε., Ποστάντζη Β. *“Επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του”*, ΕΜΠ, Μάρτιος 2011.
7. Παπαντωνίου Π., Πετρέλης Ν. *“Χρήση κινητού τηλεφώνου και χαρακτηριστικά κυκλοφορίας”*, ΕΜΠ, Απρίλιος 2008.
8. Atchley, P., Atwood, S., Boulton, A., 2011. **The choice to text and drive in younger drivers: behavior may shape attitude.** Accident Analysis and Prevention 43, 134–142
9. Ben-Akiva, M., Lerman, S.R. *“Discrete Choice Analysis: Theory and Applications to Travel Demand.”* The MIT Press, Cambridge Massachusetts, London England, 1985.
10. Cooper J., Yager C. and Crysler S., *“An investigation of the effects of reading and writing text-based messages while driving”*, Texas Transportation Institute, August 2011

11. Crisler, M., Brooks, J., Ogle, J., Guirl, C., Alluri, P., Dixon, K., 2008. **Effect of wireless communication and entertainment devices on simulated driving performance**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2069 (1), 48–54.
12. Drews, F., Yazdani, H., Godfrey, C., Cooper, J., Strayer, D., City, S., 2009. **Text messaging during simulated driving**. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society
13. European Transport Safety Council, 2012, www.etsc.eu
14. Foerst Driving Simulators, <http://www.drfoerst.de/>, <http://www.simulators.gr/>
15. Hosking S., Young K., Regan M. *“The effects of text messaging of young novice driver performance”*, Monash University Accident Research Centre, Report No. 246, 2006.
16. Jane Stutts, Ronald R. Knipling, Ronald Pfefer, Timothy R. Neuman, Kevin L. Slack, Kelly K. Hardy, *“NCHRP REPORT 500 Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan”*, Washington D.C., 2005.
17. Jonah B.A., Thiessen R. and Au-Yeung E, *“Sensation seeking, risky driving and behavioural adaptation”*. Accident Analysis and Prevention, 2001.
18. Klauer S.G., Dingus T.A, Neale V.L, Sudweeks J.D, Ramsey D.J, *“The impact of driver inattention on near crash/crash risk: an analysis using the 100-car naturalistic driving study data”*, USDO TRANSPORTATION, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, United States, 2006.
19. Marissa H., *“College students’ prevalence and perceptions of text messaging while driving”*, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, 2011, pp. 1516-1520
20. Mayhew D.R. and Simpson H.M., *“The Role of Driving Experience: Implications for the Training and Licencing of New Drivers”*, Toronto, Ontario: Insurance Bureau of Canada, 1995.

21. McKnight A.J., and Hundt A.G., ***“Driver Education Task Analysis: Instructional Objectives”***, Washington, DC: Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 1971.
22. Näätänen R. and Summala H., ***“Road-user Behavior and Traffic Accidents”***, Oxford: North-Holland Publishing Company, 1976.
23. National Safety Council, 2010
24. Nelson, E., Atchley, P., Little, T., 2009. **The effects of perception of risk and importance of answering and initiating a cellular phone call while driving.** Accident Analysis and Prevention 41 (3), 438–444.
25. Ntua Road Safety Audit, www.nrso.eu, 2012.
26. Owens, J.M., McLaughlin, S.B., Sudweeks, J., 2010. **On-road comparison of driving performance measures when using handheld and voice-control interfaces for mobile phones and portable music players.** SAE International Journal of Passengers Cars – Mechanical Systems 3 (1), 734–743.
27. Shinar D., ***“Psychology on the Road. The Human Factor in Traffic Safety”***, New York: John Wiley and Sons, 1978.
28. Yannis G., Papadimitriou E. **“Road Safety in Greece”**, April 2012.