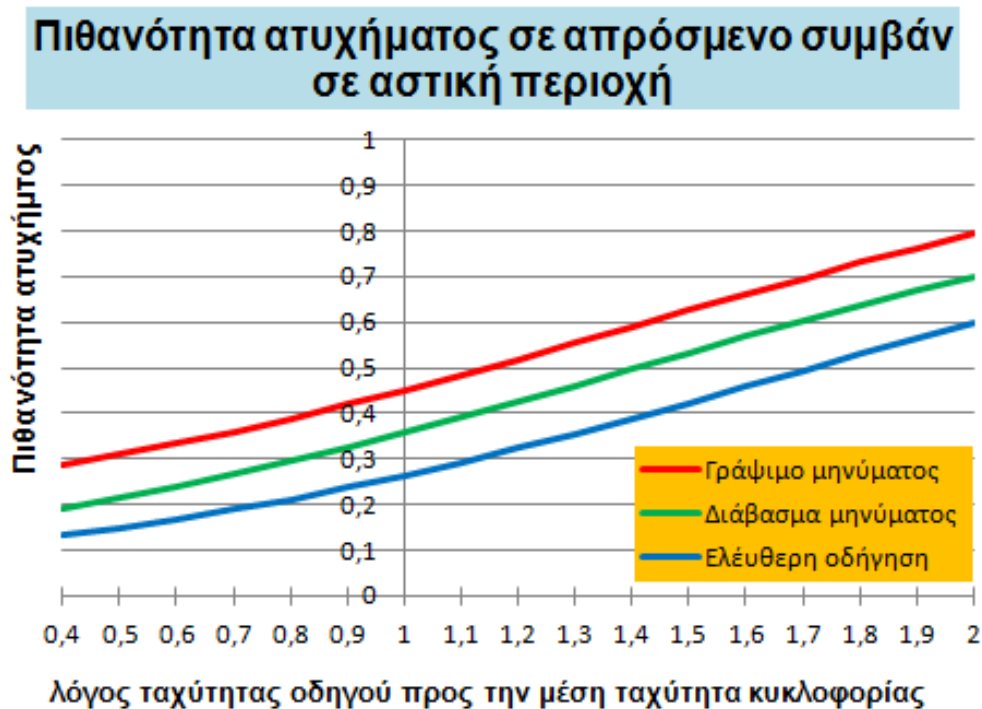




**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΓΡΑΠΤΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ
ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ
ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗ ΟΔΟ**



ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Παράλληλα, ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: κ.Ιωάννη Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και τη κ.Ελένη Βλαχογιάννη, Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ τον κ. Άκη Θεοφιλάτο, Υποψήφιο Διδάκτορα, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του πάνω σε σημαντικά ζητήματα της διπλωματικής εργασίας και τον κ.Παναγιώτη Παπαντωνίου, Υποψήφιο Διδάκτορα για τη βοήθεια σε θέματα που αφορούσαν στη λειτουργία του προσομοιωτή οδήγησης και τα σχετικά τεχνικά ζητήματα.

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

Ευχαριστώ ολόψυχα τη Μιχάελα, μητέρα του παιδιού μου για την υπομονή, τη στήριξη και την αγάπη που μου προσφέρει καθημερινά.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου Γιώργο και Ειρήνη και τον αδερφό μου Αντρέα για την ψυχολογική στήριξη, την υπομονή και την αγάπη που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια των σπουδών μου και φρόντισαν να είμαι υγιής.

Αθήνα, Ιούλιος 2012
Χριστοφόρου Χαράλαμπος.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΓΡΑΠΤΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗ ΟΔΟ.

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ:

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε προσομοιωτή οδήγησης όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε διάφορα σενάρια οδήγησης. Με χρήση πρότυπων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης προσδιορίστηκε η επιρροή του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων και άλλων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης και στο μέσο χρόνο αντίδρασης των οδηγών. Με χρήση της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης προσδιορίστηκε η επιρροή του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων και των διαφόρων άλλων παραμέτρων στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Από την εφαρμογή των πρότυπων προκύπτει ότι, το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης και αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης, ενώ ταυτόχρονα οδηγεί και σε αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα, ενδεχομένως λόγω της απόσπασης της προσοχής του οδηγού και της συνεπαγόμενης καθυστερημένης αντίδρασης τη στιγμή του συμβάντος. Οι οδηγοί που είχαν κινητό με οθόνη αφής είχαν διαφορετική οδηγική συμπεριφορά στην μέση ταχύτητά τους και παρουσίασαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

Λέξεις-Κλειδιά: γράψιμο και διάβασμα μηνύματος, προσομοιωτής οδήγησης, οδικά ατυχήματα, ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

SIMULATION OF TEXTING IMPACT ON YOUNG DRIVERS BEHAVIOUR AND SAFETY IN URBAN AND RURAL ROADS

CHRISTOFOROU CHARALAMBOS

Supervisor: George Yannis, Associate Professor NTUA

ABSTRACT:

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of texting to the behaviour and safety of young drivers in urban and rural roads. 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 texting as well as various other parameters on the mean speed and mean reaction time. Binary logistic methods were used to investigate the influence of text messaging use 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 increase the mean reaction time in urban and interurban road environment and simultaneously leads to an increase of accident's probability, perhaps due to distraction of driver attention and as a result of the delayed reaction time at the moment of the incident. It appeared that drivers with touch screen present different driving behaviour in their speed, however, they had a high probability of being involved in an accident.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Η έρευνα αυτή αποτελεί την πρώτη στην Ελλάδα που εξετάζει την επιρροή του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον κατά την διάρκεια της οδήγησης, πειραματικά με 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 ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης και του μέσου χρόνου αντίδρασης μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι, πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης, δύο για το μοντέλο προσδιορισμού του μέσου χρόνου αντίδρασης και δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα που προέκυψαν από ένα ενιαίο πίνακα του στατιστικού προγράμματος. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον 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, μέσος χρόνος αντίδρασης και ατύχημα ή όχι ατύχημα) προσδιορίστηκε μέσω των μεγεθών της ελαστικότητας και της ψευδοελαστικότητας. Η **σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας, του μέσου χρόνου αντίδρασης και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
Ελεύθερη οδήγηση					0,157	12,36	0,05	8,17
Διάβασμα μηνύματος	-0,177	-18,43	-0,06	-12,40	0,134	10,79	0,04	6,83
Γράψιμο μηνύματος	-0,244	-24,45	-0,09	-17,20				
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,045	-3,36	-0,05	-10,60				
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	0,00007	15,88	0,15	30,20				
Ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της					-0,035	-4,59	-0,02	-2,83
Επιτάχυνση					0,060	13,95	0,12	20,60
Οθόνη αφής	-0,014	-1,92	-0,01	-1,00	-0,021	-2,31	-0,01	-1,00
Συχνοί χρήστες οδού	0,030	3,50	0,01	2,00	0,022	1,78	0,01	1,12
Μείωση ταχύτητας για γράψιμο μηνύματος					-0,021	-2,29	-0,01	-1,00

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
Νύχτα	0,029	1,86	0,15	1,00	0,036	2,34	0,85	1,03
Βροχή	0,064	4,09	0,34	2,21	0,062	4,02	1,47	1,77
Ελεύθερη οδήγηση					-0,141	-8,40	-3,35	-4,03
Διάβασμα μηνύματος	0,073	4,17	0,39	2,53	-0,038	-2,25	-0,90	-1,09
Γράψιμο μηνύματος	0,102	5,63	0,54	3,52				
Απόσταση από τον άξονα της οδού	0,054	2,25	0,96	6,23	0,037	1,61	3,12	3,65
Ατύχημα	0,106	7,12	0,56	3,66	0,141	8,36	3,35	4,03
Συχνό γράψιμο και διάβασμα μηνυμάτων	-0,036	-2,42	-0,19	-1,25	-0,035	-2,37	-0,83	-1,00

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος σε απρόοπτο συμβάν.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	Wald	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ								
Νύχτα	0,477	3,76	0,29	2,42	0,481	3,88	0,33	1,65
Βροχή	0,914	14,53	0,62	5,17	0,923	14,99	0,75	3,75
Διάβασμα μηνύματος	0,581	5,41	0,35	2,92	0,411	2,65	0,28	1,40
Γράψιμο μηνύματος	1,270	21,41	1,00	8,33	0,436	2,77	0,30	1,50
Οθόνη αφής	0,268	1,82	0,16	1,33	0,283	2,05	0,21	1,05
Φύλο	-0,229	1,41	-0,12	-1,00	-0,375	3,59	-0,20	-1,00
Αποτυχία αποστολής					-0,787	9,38	-0,40	-2,00
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ								
Απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού					0,14	2,02	0,03	1,00
Λόγος ταχύτητας	0,648	3,74	0,13	1,00	1,43	21,03	0,19	6,33

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 που ακολουθούν.

- Το διάβασμα και η ανάγνωση γραπτών μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης φαίνεται ότι, **αυξάνουν σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος** παρά το γεγονός της μείωσης της ταχύτητας από τους οδηγούς, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στην αύξηση των χρόνων αντίδρασης. Ειδικότερα, το γράψιμο **μηνύματος έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από το διάβασμα** όπως προκύπτει και από τη διεθνή βιβλιογραφία ενδεχομένως λόγω της αυξημένης πνευματικής εγρήγορσης που απαιτεί.
- Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση ενώ η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης και το μέσο χρόνο αντίδρασης πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που επίσης αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τις μεθόδους αυτές, οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας οδήγησης, του μέσου χρόνου αντίδρασης και της πιθανότητας ατυχήματος με τις παραμέτρους τα επηρεάζουν χωριστά για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.
- Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη **μέση ταχύτητα** οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
 - Το **διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** κατά τη διάρκεια της οδήγησης επιφέρουν **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας** τόσο στο αστικό όσο και στο υπεραστικό δίκτυο όπως προκύπτει από τα

μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Ενδεχομένως, η μείωση της ταχύτητας να επιφέρει αίσθημα ασφάλειας στους οδηγούς και να λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης.

- Οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 18% στην καλοκαιρία, 12% στην οδήγηση υπό βροχή και 14% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον. Στο αστικό περιβάλλον μείωσαν ταχύτητα ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 30% στην καλοκαιρία, 24% στην οδήγηση υπό βροχή και 28% στην οδήγηση την νύχτα.
 - Κατά το **γράψιμο μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη** αφού μείωθηκε κατά 22% στην καλοκαιρία, 20% στην οδήγηση υπό βροχή και 24% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον ενώ στο αστικό περιβάλλον μείωθηκε κατά 45% στην καλοκαιρία, 35% στην οδήγηση υπό βροχή και 39% στην οδήγηση την νύχτα.
 - Η ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον.
 - Η οδήγηση υπό βροχή και σε συνθήκες νύχτας δεν έχουν στατιστικά σημαντική επιρροή στην μέση ταχύτητα του οδηγού.
- Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στον **χρόνο αντίδρασης** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.

Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

- Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων **έχουν δυσμενή επιρροή** στον χρόνο αντίδρασης τόσο στο αστικό όσο και στο υπεραστικό δίκτυο όπως έχει αποδειχθεί και από άλλες έρευνες διεθνώς.
- Ο χρόνος αντίδρασης **αυξήθηκε** στην ανάγνωση μηνύματος κατά 30% στην καλοκαιρία, 25% στην οδήγηση υπό βροχή και 31% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον. Στο αστικό περιβάλλον ο χρόνος αντίδρασης αυξήθηκε στην ανάγνωση

μήνυματος κατά 17% στην καλοκαιρία, 22% στην οδήγηση υπό βροχή και 23% στην οδήγηση την νύχτα.

- Κατά το γράψιμο μηνύματος η **αύξηση** του χρόνου αντίδρασης **ήταν μεγαλύτερη**. Πιο συγκεκριμένα, αυξήθηκε κατά 46% στην καλοκαιρία, 33% στην οδήγηση υπό βροχή και 30% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον, ενώ στο αστικό περιβάλλον αυξήθηκε κατά 26% στην καλοκαιρία, 33% στην οδήγηση υπό βροχή και 29% στην οδήγηση την νύχτα. Παρατηρείται ότι, η ποσοστιαία αύξηση του χρόνου αντίδρασης ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο υπεραστικό περιβάλλον.
- Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη **πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
- Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης **είναι επικίνδυνα**, αφού αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, ενδεχομένως λόγω της συχνότητας και της μεγάλης διάρκειας που τα μάτια του οδηγού βλέπουν εντός του οχήματος και όχι τον δρόμο.
 - Στο αστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 2,9 και 8,3 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
 - Στο υπεραστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,4 και 1,5 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
 - Η μείωση της ταχύτητας μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά **δεν αντισταθμίζει** την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων.
 - Στην οδήγηση υπό **βροχή και νύχτα** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο υπεραστικό περιβάλλον οι μεταβλητές αυτές παρουσίασαν τη μεγαλύτερη επιρροή.
 - Οι οδηγοί που είναι γυναίκες, έχουν κινητό με οθόνη αφής και έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες από τους υπόλοιπους οδηγούς

παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα σε αστικό περιβάλλον. Στο υπεραστικό περιβάλλον ισχύουν ομοίως τα πιο πάνω με την μόνη διαφορά ότι, οι οδηγοί που έστειλαν το μήνυμα τους με επιτυχία και οδηγούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το δεξί άκρο της οδού παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

- Συγκρίνοντας τις μεταβλητές **διάβασμα και γράψιμο** μηνύματος παρατηρείται ότι:
- Στο υπεραστικό περιβάλλον παρόλο που οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης και η πιθανότητα ατυχήματός τους αυξάνονται κατά την εγγραφή του μηνύματος. Για παράδειγμα στο σενάριο της βροχής η μείωση της ταχύτητας ήταν 12% στην ανάγνωση μηνύματος και 20% στο γράψιμο μηνύματος ενώ, οι χρόνοι αντίδρασης αυξήθηκαν κατά 25% και 33% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Ομοίως, στο αστικό περιβάλλον παρόλο που οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης και η πιθανότητα ατυχήματός τους αυξάνονται κατά το γράψιμο μηνύματος. Για παράδειγμα στο σενάριο της καλοκαιρίας η μείωση της ταχύτητας ήταν 30% στην ανάγνωση μηνύματος και 45% στο γράψιμο μηνύματος ενώ, οι χρόνοι αντίδρασης αυξήθηκαν κατά 17% και 26% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Συμπεραίνεται ότι, το **γράψιμο μηνύματος έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από το διάβασμα** όπως έχει αποδειχθεί και από άλλες έρευνες διεθνώς. Αν και η μείωση της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη κατά το γράψιμο, οι χρόνοι αντίδρασης αυξάνονται περισσότερο με αποτέλεσμα η πιθανότητα ατυχήματος να είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την ανάγνωση.

- Συγκρίνοντας τις μεταβλητές **βροχή και νύχτα** παρατηρείται ότι:
 - Στο υπεραστικό περιβάλλον στην οδήγηση υπό βροχή οι οδηγοί μειώνουν ποσοστιαία λιγότερο την ταχύτητα τους και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα ενδεχομένως λόγω της ολισθηρότητας του δρόμου. Για παράδειγμα κατά το γράψιμο μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν 20% στην οδήγηση υπό βροχή και 24% στην οδήγηση τη νύχτα. Ταυτόχρονα, η βροχή παρουσιάζει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Ομοίως, στο αστικό περιβάλλον στην οδήγηση υπό βροχή οι οδηγοί μειώνουν ποσοστιαία λιγότερο την ταχύτητα τους και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Για παράδειγμα, κατά το διάβασμα μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν 24% στην οδήγηση υπό βροχή και 28% στην οδήγηση τη νύχτα. Ταυτόχρονα, η βροχή παρουσιάζει 2,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Συμπεραίνεται ότι, **η οδήγηση υπό βροχή έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από την οδήγηση τη νύχτα.** Η μεγαλύτερη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς στην οδήγηση τη νύχτα αποτελεί αντισταθμιστικό παράγοντα, με αποτέλεσμα τη μείωση της πιθανότητας ατυχήματος σε σύγκριση με την οδήγηση υπό βροχή.

- Σχετικά με τη μεταβλητή **οθόνη αφής** παρατηρείται ότι:
 - Στο υπεραστικό περιβάλλον οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής μειώνουν περισσότερο την ταχύτητα τους αλλά παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Για παράδειγμα, το 81% και 58% των οδηγών που είχαν ατύχημα είχαν κινητό με οθόνη αφής στην οδήγηση υπό βροχή και καλοκαιρία αντίστοιχα.
 - Ομοίως, στο υπεραστικό περιβάλλον οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής μειώνουν περισσότερο την ταχύτητα τους αλλά παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Για παράδειγμα, το 64% και 73% των οδηγών που είχαν ατύχημα είχαν

κινητό με οθόνη αφής στην οδήγηση υπό καλοκαιρία και νύχτα αντίστοιχα.

- Συμπεραίνεται ότι, οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής παρουσιάζουν **αυξημένη πιθανότητα** να τους συμβεί ατύχημα σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς, γεγονός που ενδεχομένως εξηγείται από τη μικρότερη ευκολία στην πληκτρολόγηση στις οθόνες αφής (συνήθως με δύο χέρια).
- Συγκρίνοντας την οδήγηση σε **αστικό και υπεραστικό** περιβάλλον παρατηρείται ότι:
- Η ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον.
 - Η ποσοστιαία αύξηση του χρόνου αντίδρασης ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο υπεραστικό περιβάλλον.
 - Τα δύο μοντέλα για εντός και εκτός κατοικημένης περιοχής έχουν κοινές μεταβλητές στην πιθανότητα ατυχήματος (νύχτα, βροχή, διάβασμα και γράψιμο μηνύματος, οθόνη αφής, φύλο και λόγος ταχύτητας) εκτός από τις μεταβλητές αποτυχία αποστολής μηνύματος και απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού που εμφανίζονται μόνο στο μοντέλο για το υπεραστικό περιβάλλον.
 - Στο αστικό περιβάλλον, το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος. Στο υπεραστικό περιβάλλον η επιρροή αυτή του γραψίματος μηνύματος είναι 1,1 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος.
 - Στο αστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 2,9 και 8,3 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση ενώ στο υπεραστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,4 και 1,5 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
 - Συμπεραίνεται ότι, οι παράγοντες απόσπασης έχουν μεγαλύτερη επιρροή στο αστικό περιβάλλον παρόλο που η ποσοστιαία μείωση

της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη, ενδεχομένως λόγω, των πολλών άλλων παραγόντων απόσπασης που υπάρχουν εντός μιας πόλης όπως τα κτήρια, τα καταστήματα, τα σταθμευμένα οχήματα, οι πεζοί, οι συχνές διασταυρώσεις, τα σήματα κυκλοφορίας που δεν είναι τόσο συχνά στο υπεραστικό δίκτυο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>1.</u>	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>1</u>
1.1	ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2	ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
1.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	10
1.4	ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	11
<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 ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ.....	16
2.2.2	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.	19
2.2.3	Η ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΨΙΜΟ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	23
2.2.4	ΟΙ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ.....	27
2.2.5	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	30
2.3	ΣΥΝΟΨΗ.....	34
<u>3.</u>	<u>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ</u>	<u>37</u>
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	37
3.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ.....	37
3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	40
3.4	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	40
3.5	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	41
3.5.1	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	41
3.5.2	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	43

3.5.3	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	45
3.5.4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	46
3.6	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	47
3.7	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	52
4.	<u>ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</u>	54
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	54
4.2	ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	55
4.2.1	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	55
4.2.2	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	55
4.2.3	Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ.....	56
4.2.4	ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΟΥ	65
4.2.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	66
4.2.6	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	69
4.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	76
4.3.1	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	76
4.3.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ	81
4.4	ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	88
4.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	89
4.6	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	91
5.	<u>ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	98
5.1	ΓΕΝΙΚΑ	98
5.2	ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	99
5.2.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	99
5.2.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	100
5.2.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	102
5.2.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	105
5.2.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	107
5.2.6	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	107
5.2.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	112
5.2.8	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	120
5.2.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	124

5.3	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ.....	130
5.3.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	130
5.3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	131
5.3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	132
5.3.4	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	133
5.3.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	138
5.3.6	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	144
5.3.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....	148
5.4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ.....	151
5.4.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	152
5.4.2	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	153
5.4.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	153
5.4.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	155
5.4.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	159
5.4.6	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	164
5.4.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....	169
6.	<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	175
6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	175
6.2	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	178
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	184
6.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	185
7.	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	187

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

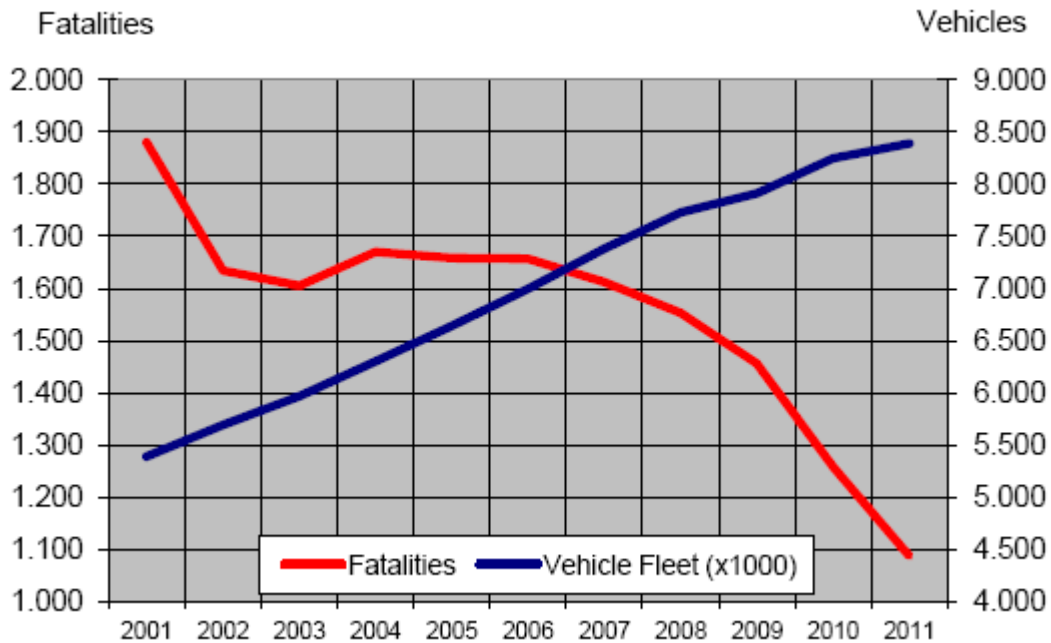
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Αναμφίβολα, η ανάπτυξη των συγκοινωνιών και των μεταφορών αποτελεί επίτευγμα για κάθε αναπτυγμένη κοινωνία ταυτόχρονα όμως, οδήγησε σε μεγάλες καθημερινές ανθρώπινες απώλειες και σοβαρούς τραυματισμούς σε **οδικά ατυχήματα** παγκοσμίως. Η μάστιγα των οδικών ατυχημάτων ταλανίζει τον σύγχρονο τεχνολογικό πολιτισμό και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υποτιμάται ούτε και να περιθωριοποιείται.

Οι νεκροί, οι τραυματίες και οι υλικές ζημιές έχουν ένα τεράστιο **κοινωνικό και οικονομικό κόστος** και η συρρίκνωσή τους αποτελεί προτεραιότητα για κάθε χώρα. Το 2010 τα οδικά ατυχήματα ήταν η αιτία για τον θάνατο 30.900 Ευρωπαίων πολιτών, ενώ την ίδια χρονιά στην Ελλάδα σκοτώθηκαν 1258 πολίτες (Διάγραμμα 1.1). Παρατηρείται πάντως μια πτωτική τάση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια (Διάγραμμα 1.2), που ενδεχομένως οφείλεται και στην οικονομική κρίση. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των οδικών ατυχημάτων εκπονήθηκε από το Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για λογαριασμό του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων έργο με τίτλο "**Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου**" για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα, 2011-2020".

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	evolution 2001-2010	average annual evolution (2001-2010)	2010-2011 (provisional)
Belgique/België	1,486	1,306	1,214	1,162	1,089	1,069	1,071	944	944	612	-45%	-6%	4%
България (Bulgaria)	1,011	959	960	943	957	1,043	1,006	1,061	901	776	-23%	-3%	-15%
Česká republika	1,333	1,430	1,447	1,382	1,266	1,063	1,221	1,076	901	802	-40%	-5%	-4%
Danmark	431	463	432	369	331	306	406	406	303	255	-41%	-6%	-13%
Deutschland	6,977	6,842	6,613	5,842	5,361	5,091	4,949	4,477	4,152	3,648	-46%	-7%	9%
Eesti	199	223	164	170	170	204	196	132	98	78	-61%	-10%	29%
Éire/Ireland	412	376	337	377	400	365	338	260	239	212	-49%	-7%	-12%
Ελλάδα (Elíada)	1,680	1,634	1,605	1,670	1,658	1,657	1,612	1,555	1,456	1,258	-33%	-4%	-13%
España	5,517	5,347	5,400	4,749	4,442	4,104	3,823	3,100	2,714	2,479	-55%	-9%	-6%
France	8,182	7,855	6,058	5,530	5,318	4,709	4,620	4,275	4,273	3,992	-51%	-8%	-1%
Italia	7,096	6,980	6,563	6,122	5,816	5,669	5,131	4,731	4,237	4,060	-42%	-6%	-4%
Κύπρος (Κυπρος)/Kıbrı	98	94	97	117	102	86	89	82	71	60	-39%	-5%	16%
Latvija	558	559	532	516	442	407	419	316	254	218	-61%	-10%	-16%
Lietuva	706	697	709	752	773	760	740	499	370	299	-58%	-9%	-1%
Luxembourg	70	62	53	50	47	43	46	35	48	32	-54%	-6%	13%
Magyarország	1,239	1,429	1,326	1,296	1,278	1,303	1,232	996	822	740	-40%	-6%	-14%
Malta	16	16	16	13	17	11	14	15	21	15	-6%	-1%	13%
Nederland	993	967	1,026	804	750	730	709	677	644	537	-46%	-7%	4%
Österreich	958	958	931	878	768	730	691	679	633	552	-42%	-6%	-6%
Polska	5,534	5,826	5,642	5,712	5,444	5,243	5,583	5,437	4,572	3,908	-29%	-4%	7%
Portugal	1,670	1,655	1,542	1,294	1,247	969	974	885	840	845	-44%	-4%	-7%
România	2,450	2,411	2,229	2,442	2,629	2,587	2,800	3,061	2,796	2,377	-3%	0%	-15%
Slovenija	278	269	242	274	258	262	293	214	171	138	-50%	-7%	2%
Slovensko	614	610	645	603	608	614	667	622	380	371	-40%	-5%	-13%
Suomi/Finland	433	415	379	375	379	336	380	344	279	272	-37%	-5%	7%
Sverige	583	560	529	480	440	445	471	397	358	266	-54%	-8%	16%
United Kingdom	3,598	3,581	3,656	3,368	3,336	3,268	3,059	2,645	2,337	1,905	-47%	-7%	6%
EU	54,302	53,342	50,351	47,290	45,346	43,104	42,540	38,941	34,600	30,900	-43%	-6%	-2%
annual evolution		2%	6%	6%	4%	5%	1%	8%	11%	11%			-2%
evolution since 2001		2%	7%	13%	16%	21%	22%	28%	36%	43%			-44%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1-1: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων απο το 2001 μέχρι το 2010 στην Ε.Ε. Πηγή: European Commission 2012.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1-2: Νεκροί ανα εκατομμύριο κατοίκων από τροχαία ατυχήματα από το 2001 μέχρι το 2011 στην Ελλάδα. Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή.

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

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

Σε πολλές περιπτώσεις δύο ή τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στο ατύχημα. Η πολυπλοκότητα αλλά και η έλλειψη λεπτομερούς καταγραφής και ανάλυσης των συνθηκών υπό τις οποίες έγινε το ατύχημα, δεν επιτρέπουν πάντα την αντικειμενική διαπίστωση της συμβολής του κάθε παράγοντα. Από πολλές μελέτες προκύπτει ότι, **ο χρήστης της οδού** μόνος ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες **αποτελεί την κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων** (Φραντζεσκάκης, et al., 1994). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μελετών αναλυτικής εξέτασης των αιτιών των ατυχημάτων στην Αγγλία και στις ΗΠΑ υπάρχει ευθύνη του ανθρώπινου παράγοντα σε 95% και 94% αντίστοιχα των περιπτώσεων. Ωστόσο η συμπεριφορά του χρήστη και η συσχέτισή της με τα οδικά ατυχήματα αποτελεί μια πολύ σύνθετη διαδικασία γιατί ο ανθρώπινος παράγοντας είναι περισσότερο πολύπλοκος από τους υπόλοιπους.

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

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

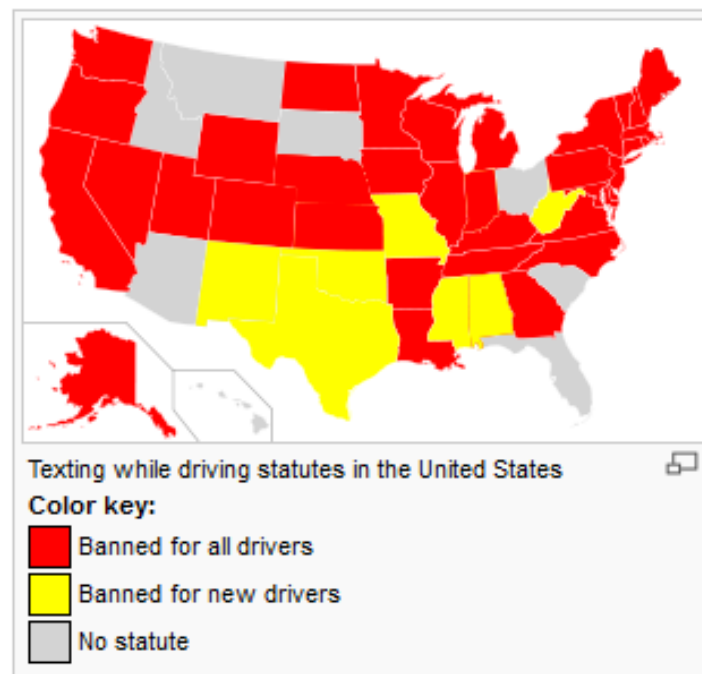
Το κυριότερο **πλεονέκτημα των προσομοιωτών οδήγησης** είναι ότι, σε συνθήκες απόλυτης ασφάλειας για τον οδηγό επιτρέπουν τη συλλογή με

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.

Τα **μειονεκτήματα** του προσομοιωτή οδήγησης αφορούν στη μη πλήρως ρεαλιστική απεικόνιση του περιβάλλοντος και των συνθηκών οδήγησής, η στέρηση από τον οδηγό των παραμέτρων της πραγματικής οδήγησης (π.χ.. βροχή, κρύο) 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.

Στη σημερινή κοινωνία όπου τα κινητά τηλέφωνα αποτελούν ένα από τα κυρίαρχα μέσα επικοινωνίας και ενημέρωσης και ένα εργαλείο που προσφέρει στον άνθρωπο ένα τεράστιο πλήθος υπηρεσιών **η χρήση του κινητού τηλεφώνου και ειδικότερα το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** έχει προστεθεί στους παράγοντες που διερευνάται η επιρροή τους στην οδική ασφάλεια. Το 70% των νέων οδηγών λαμβάνουν μηνύματα καθώς οδηγούν, το 81% απ' αυτούς το διαβάζουν, το 92% το απαντούν και μόλις 2% δεν γράφει ούτε διαβάζει μηνύματα κατά την διάρκεια της οδήγησης σύμφωνα με έρευνα στο πανεπιστήμιο του Κάνσας (Atheley et al, 2010). Επίσης σε παρόμοια έρευνα μεταξύ φοιτητών αποδείχθηκε ότι, το 70% γράφουν και διαβάζουν μηνύματα κατά την διάρκεια της οδήγησης (Nelson et al, 2009).

Εκτιμάται ότι, **το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** συμβάλλει σε 1,6 εκατομμύρια οδικά ατυχήματα ετησίως και αυξάνει τον κίνδυνο ατυχήματος κατά 20 φορές σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (National Highway Traffic Safety Administration, 2008). Στις περισσότερες Πολιτείες των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων αποτελεί οδική παράβαση. Στην Αυστραλία παρόλο που απαγορεύεται το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων το 27% των Αυστραλών εξακολουθεί να διαβάζει και να γράφει μηνύματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης (White et al, 2010). Ομοίως το 60% των νέων οδηγών πράττουν το ίδιο στις Η.Π.Α όπου απαγορεύεται επίσης το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων (Vlingo, et al, 2009).



ΕΙΚΟΝΑ 1-1: Πολιτείες των Η.Π.Α όπου απαγορεύεται το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων. Πηγή: Wikipedia

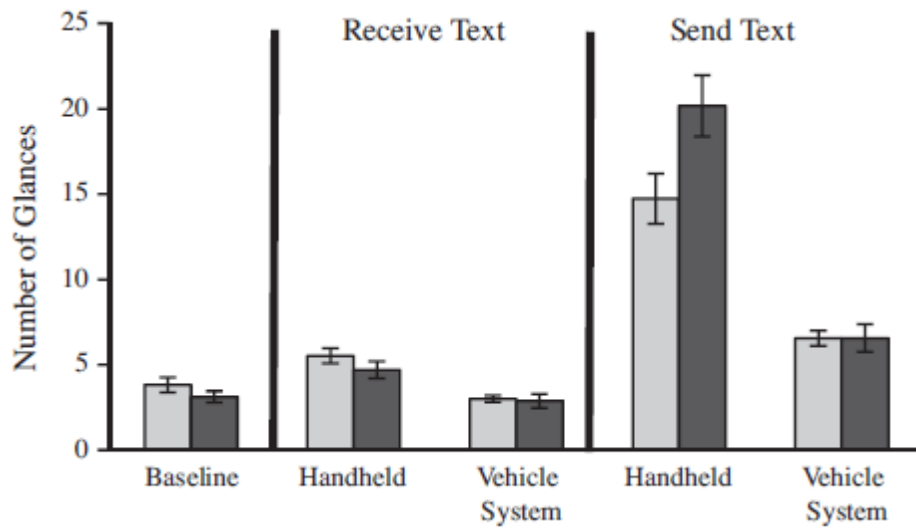
Η **συχνότητα διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων κατά την οδήγηση** έχει αυξηθεί με τις γυναίκες να γράφουν περισσότερα μηνύματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε σχέση με τον αντρικό πληθυσμό (Billieux et al, 2008) όπως αποδεικνύεται από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί. Οι περισσότεροι πολίτες έχουν ως κύριο μέσο επικοινωνίας τους τα μηνύματα μέσω κινητού τηλεφώνου αντί των μέχρι τώρα κλήσεων από κινητά τηλέφωνα

αποστέλλοντας κατά μέσο όρο 500 μηνύματα το μήνα (Vlingo Corporation et al, 2009).

Η εξακρίβωση του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στα οδικά ατυχήματα δεν είναι εύκολο να διερευνηθεί. Η συλλογή στοιχείων για ατυχήματα είναι δύσκολο να εξακριβωθεί και στις περισσότερες χώρες η χρήση κινητού τηλεφώνου ακόμα και σε σοβαρά ατυχήματα δεν καταγράφεται.

Μελέτες σχετικές με το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων στην οδήγηση έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι, έχουν επιρροή στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού καθώς του αποσπούν τη συγκέντρωση και προκαλούν αλλαγές στην οδική του συμπεριφορά με αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος. Σε ταχύτητα 70 μιλίων την ώρα η επιπρόσθετη απόσταση που απαιτείται για να σταματήσει ένα όχημα είναι 4 πόδια όταν ο οδηγός είναι υπό την επήρεια αλκοόλ, 30 πόδια όταν διαβάζει μήνυμα και 70 πόδια όταν γράφει μήνυμα σύμφωνα με δημοσίευση του περιοδικού Car and Driving Magazine (Alterman et al, 2009 Oscodo Mishigan).

Το γράψιμο μηνύματος φαίνεται να έχει τον ίδιο ή και **μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας** σε σχέση με το διάβασμα κατά την διάρκεια της οδήγησης αφού οι συνολικές ματιές που απαιτούνται κατά το γράψιμο ενός μηνύματος είναι τρεις φορές περισσότερες (Διάγραμμα 1-3) σε σχέση με το διάβασμα (Justin M. Owens 2010).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1-3: Συνολικός αριθμός ματιών που απαιτούνται για το γράψιμο και το διάβασμα μηνύματος.

Σε έρευνες σχετικά με την **επιρροή** του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στην **οδηγική συμπεριφορά** έχουν παρατηρηθεί τα εξής:

- i. Οι οδηγοί έχουν μεγαλύτερο **χρόνο αντίδρασης** ακόμα και σε σχέση με την οδήγηση υπό την επήρρεια αλκοόλ και ναρκωτικών ουσιών. Οι χρόνοι αντίδρασης των οδηγών είναι 30% αυξημένοι σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (UK Institute of Advanced Motorists, 2012).
- ii. Οι οδηγοί δεν μειώνουν την ταχύτητα αλλά αυξάνουν τις **αποστάσεις ασφαλείας** από τα προπορευόμενα οχήματα ώστε να αντισταθμιστούν οι αυξημένες απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού (Drews, 2009).

Σύμφωνα με έρευνα που διενεργήθηκε στην Βιρτζίνια των Η.Π.Α ο κίνδυνος ατυχήματος με το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων είναι αυξημένος κατά **23 φορές** σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση αφού τα μάτια του οδηγού αποσπώνται από το δρόμο κοιτάζοντας το κινητό τηλέφωνο (Virginia Tech Transportation Institute, 2009). Η συνομιλία στο κινητό είναι λιγότερο επικίνδυνη από το γράψιμο και διάβασμα μηνύματος. Αυτό ίσως συμβαίνει επειδή με την συνομιλία στο κινητό τα μάτια του οδηγού βλέπουν συνεχώς το δρόμο, σε αντίθεση με το γράψιμο και διάβασμα μηνύματος που τα μάτια του οδηγού συχνά και παρατεταμένα κοιτάζουν εντός του οχήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος για διάφορους παράγοντες απόσπασης του οδηγού. Πηγή: (Virginia Tech Transportation Institute, 2009)

Cell phone task	Risk of crash or near event crash
Light Vehicle Dialing	2.8 times as high as non-distracted driving
Light Vehicle Talking/Listening	1.3 times as high as non-distracted driving
Light Vehicle Reaching for object (i.e. electronic device...)	1.4 times as high as non-distracted driving
Heavy Vehicles/Trucks Dialing	5.9 times as high as non-distracted driving
Heavy Vehicles/Trucks Talking/Listening	1.0 times as high as non-distracted driving
Heavy Vehicles/Trucks Use/Reach for electronic device	6.7 times as high as non-distracted driving
Heavy Vehicles/Trucks Text messaging	23.2 times as high as non-distracted driving

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

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της συμπεριφοράς και της ασφάλειας των νέων οδηγών σε ειδικές συνθήκες με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε αστική και σε υπεραστική οδό.**

Συγκεκριμένα, **θα εξεταστούν** ο βαθμός, στον οποίο το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης σε συνδυασμό με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος (π.χ. υπεραστικές-αστικές οδοί, οδήγηση υπό ευμενείς ειδικές συνθήκες ή υπό βροχή ή νύχτα), αλλά και σε συνάρτηση με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. ετησίως διανυόμενα χιλιόμετρα, ηλικία, φύλο, είδος οθόνης κινητού τηλεφώνου) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλουν στη μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της συνεπαγόμενης πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα.

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

Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράφουν τη μεταβολή της ταχύτητας, τη μεταβολή του χρόνου αντίδρασης και της πιθανότητας να συμβεί ένα ατύχημα, ως συνέπεια του γραψίματος και του διάβασματος μηνυμάτων 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 γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος, επηρεάζουν

την ταχύτητα κυκλοφορίας, το μέσο χρόνο αντίδρασης και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

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

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

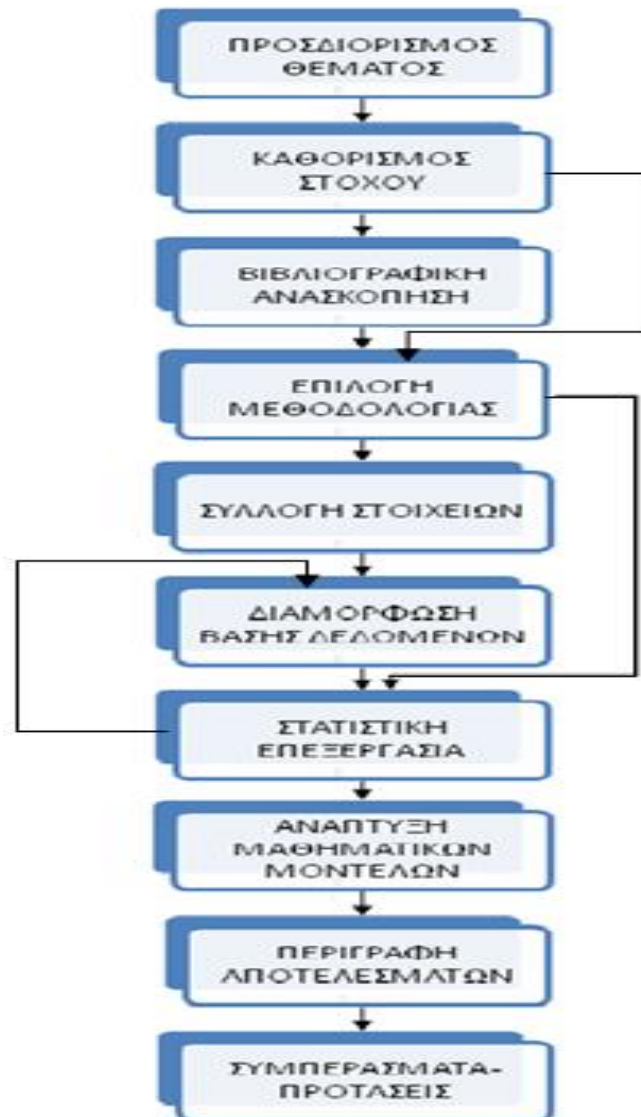
Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του τρόπου **συλλογής των στοιχείων**. Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα στον προσομοιωτή που διαθέτει το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της σχολής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

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

Την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής του

διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στην ταχύτητα διαδρομής, στο μέσο χρόνο αντίδρασης και στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Τέλος, εξάχθηκαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1-3: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

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

Το **1ο κεφάλαιο** είναι **εισαγωγικό** και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά σχετικά με το θέμα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση του πλαισίου του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων κατά την οδήγηση και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Επιπροσθέτως, αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα χρήσης των προσομοιωτών οδήγησης σε πειραματικές διαδικασίες που αφορούν την οδική ασφάλεια. Εν συνεχεία, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που πρόκειται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Για την καλύτερη αντίληψη αυτής, παρατίθεται και ένα διάγραμμα ροής, που απεικονίζει την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν.

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

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

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

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

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

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

Διπλωματικής Εργασίας είτε με άλλες μεθόδους, είτε με εξέταση πρόσθετων παραμέτρων και μεταβλητών.

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

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή του γραψίματος και του διαβάσματος 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 γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων 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 το γράψιμο και διάβασμα μηνυμάτων στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας, αλλά και της οδικής ασφάλειας.

2.2.1 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ.

16 φοιτητές του Πανεπιστημίου του Λονδίνου (University College of London), δεκα γυναίκες και έξι άντρες, δήλωσαν εθελοντικά συμμετοχή (λαμβάνοντας επιπλέον μονάδες στο μάθημα για τη συμμετοχή τους) για την έρευνα προσομοίωσης στο τμήμα Πολιτικών Επιστημών για τον σκοπό της μεταπτυχιακής εργασίας του **Cheung** (2010), που αφορούσε τις επιπτώσεις του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

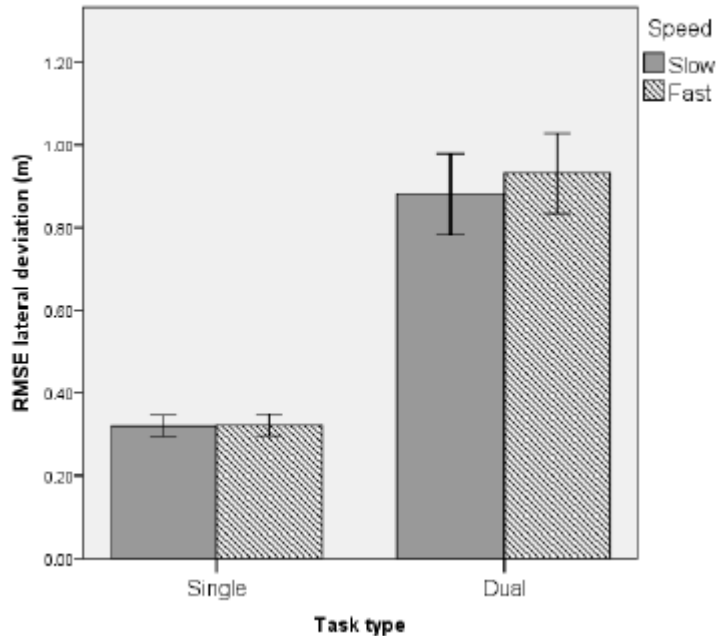
Ο μέσος όρος ηλικίας των συμμετεχόντων ήταν **27,5 έτη** και ο μέσος όρος της οδηγικής τους εμπειρίας ήταν 6,5 έτη. Τα κινητά που χρησιμοποίησαν για την οδήγηση ήταν με οθόνη αφής.

Οι συμμετέχοντες αρχικά οδήγησαν ελεύθερα, χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου (single task) και στη συνέχεια συνδύασαν παράλληλα με την οδήγηση το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων (dual task). Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες έπρεπε να περιγράψουν μια συγκεκριμένη τοποθεσία και να καθορίσουν την ώρα συνάντησής τους.

Η μεταβλητή η οποία ορίσθηκε ως εξαρτημένη ήταν η **πλευρική απόκλιση** από τον κεντρικό άξονα του δρόμου και ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίσθηκαν η ταχύτητα, ο χρόνος μεταξύ των διαδοχικών γραπτών μηνυμάτων, ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών (ο χρόνος μεταξύ της λήψης του εισερχόμενου μηνύματος μέχρι ο συμμετέχοντας να πατήσει το πρώτο κουμπί), ο χρόνος ανταπόκρισης (η χρονική διάρκεια από το πάτημα του πρώτου κουμπιού μέχρι την αποστολή του μηνύματος) και η ταχύτητα πληκτρολόγησης (χαρακτήρες ανά δευτερόλεπτο).

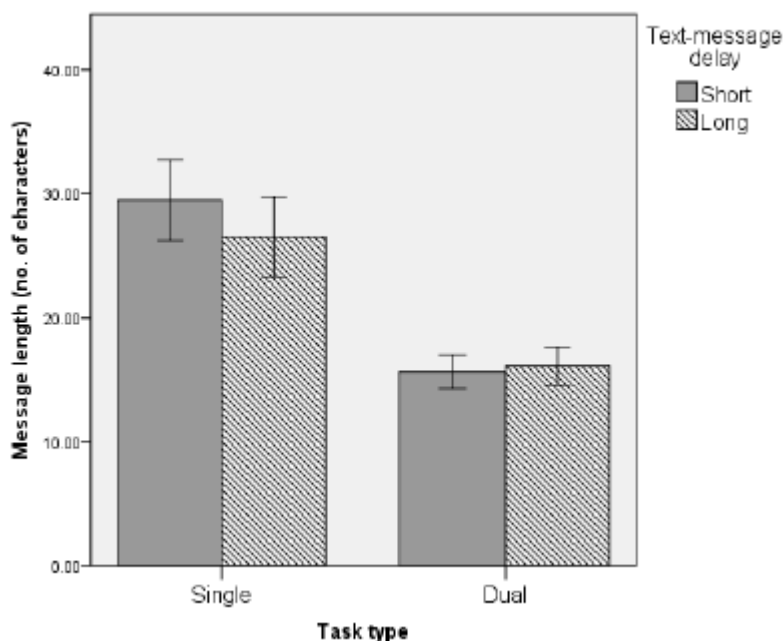
Χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος ανάλυσης της διακύμανσης** (ANOVA – analysis of variance) με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% από την οποία **προέκυψαν τα εξής:**

- Η πλευρική απόκλιση από τον κεντρικό άξονα του δρόμου ήταν **280% μεγαλύτερη** στην περίπτωση που ο οδηγός διάβαζε και έγγραφε μηνύματα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Το φαινόμενο ήταν εντονότερο στις μεγάλες ταχύτητες. Η διαφορά ήταν της τάξης του μισού μέτρου (Διάγραμμα 2-1).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-1: Η επίδραση των σεναρίων του πειράματος και της ταχύτητας στην πλευρική απόκλιση από τον κεντρικό άξονα του δρόμου.

- Οι συμμετέχοντες άλλαξαν τη συμπεριφορά τους στο γράψιμο του μηνύματος **συντομεύοντας την απάντησή τους** κατά περίπου 12 χαρακτήρες όταν οδηγούσαν. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια της οδήγησης έγραφαν λιγότερους χαρακτήρες ανά δευτερόλεπτο σε σύγκριση με την καθημερινή ζωή (περίπου μισό χαρακτήρα το δευτερόλεπτο λιγότερο) (Διάγραμμα 2-2).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-2: Η επίδραση των σεναρίων του πειράματος στο μέσο αριθμό χαρακτήρων του γραπτού μηνύματος.

- Οι συμμετέχοντες **καθυστερούσαν** να απαντήσουν πολύ περισσότερο σε εισερχόμενο μήνυμα (μεγαλύτερος χρόνος αντίδρασης) κατά τη διάρκεια της οδήγησης από ότι στην καθημερινή ζωή. Συγκεκριμένα καθυστερούσαν περίπου 4,5 δευτερόλεπτα περισσότερο.
- Δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή του χρόνου ανταπόκρισης (η χρονική διάρκεια από το πάτημα του πρώτου κουμπιού μέχρι την αποστολή του μηνύματος) κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε σύγκριση με την καθημερινή ζωή.

Από τα συμπεράσματα προκύπτει ότι, το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων έχει **αρνητική επίπτωση** στην ικανότητα του οδηγού να διατηρήσει μια σταθερή πορεία σε σχέση με τον κεντρικό άξονα του δρόμου. Επίσης, παρόλο που οι οδηγοί γράφουν πιο σύντομα μηνύματα αυτό δεν αντισταθμίζει τις αρνητικές επιπτώσεις του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε ότι, οι οδηγοί **‘αγνοούν’** το εισερχόμενο μήνυμά τους μέχρι να νιώσουν ασφαλείς και ότι το αυτοκίνητό τους βρίσκεται σε μια σωστή πορεία.

Κάποιες από τις αδυναμίες του πειράματος ήταν το **μικρό δείγμα** των συμμετεχόντων γεγονός που επηρεάζει στατιστικά το μοντέλο και η μη ρεαλιστικότητα του πειράματος λόγω της χρήσης προσομοιωτή οδήγησης. Επίσης, το πείραμα ήταν πολύπλοκο με αποτέλεσμα κάποιοι συμμετέχοντες να μην αντιλήφθηκαν σωστά τη διαδικασία του πειράματος.

2.2.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΓΡΑΨΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.

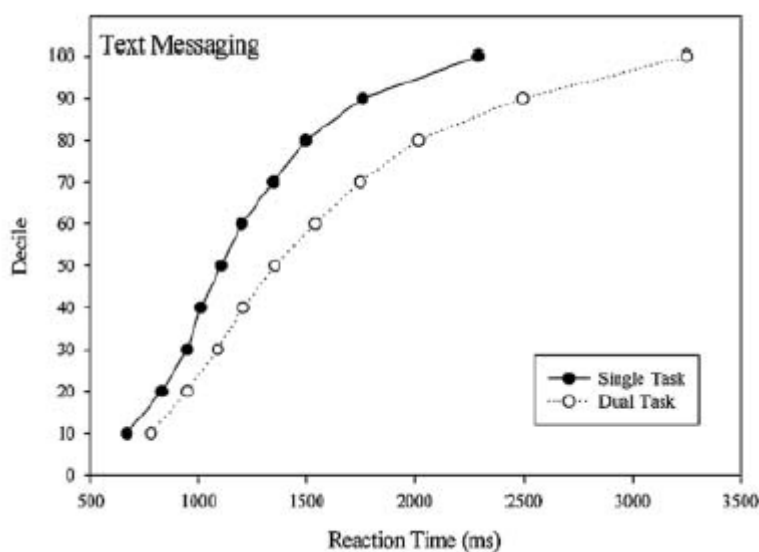
40 φοιτητές του Πανεπιστημίου στο Utah (University of Utah, Salt Lake City, USA), 20 άνδρες και 20 γυναίκες, κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ηλικίας 19-23 ετών (με μέση τιμή τα 21 έτη) και οδηγική εμπειρία από 3 έως 7 έτη (με μέση τιμή τα 4,75 έτη) υπό την καθοδήγηση του **Drews** (2009) πραγματοποίησαν 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 2-3).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-3: Αθροιστική κατανομή των χρόνων αντίδρασης στις δύο συνθήκες οδήγησης.

- Οι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια του γραψίματος και διαβάσματος μηνυμάτων (dual task) διατηρούσαν **μεγαλύτερες μεσες 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. ($\chi^2 = 4.33$, $p < 0.05$)
- 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 συπεράσματα προκύπτει ότι, το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης έχει αρνητικές επιπτώσεις στο 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 2-4). 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.

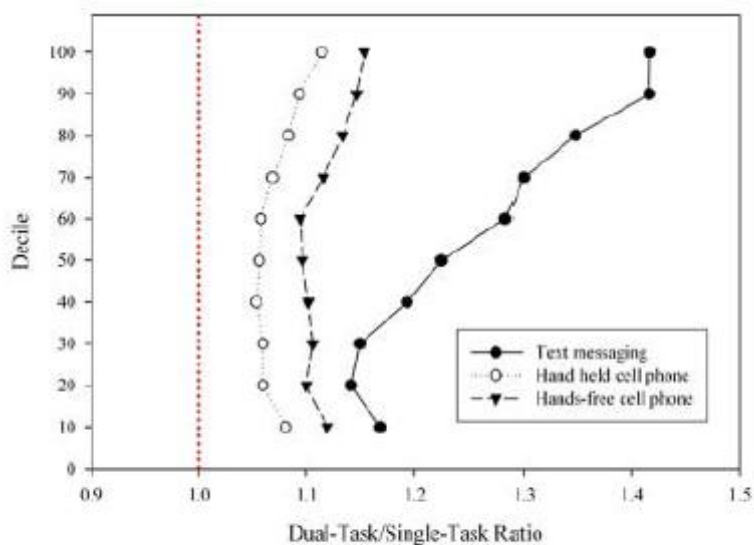


Figure 2. Dual-task/single-task ratio for three different experimental conditions.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-4: Χρόνοι αντίδρασης για τους τρεις διαφορετικούς παράγοντες απόσπασης (texting, hands-free, hand-held).

Κάποιες από τις αδυναμίες του πειράματος ήταν ότι, το μικρό δείγμα των συμμετεχόντων και η χρήση **προσομοιωτή οδήγησης** που αλλοιώνει τη ρεαλιστικότητα της οδήγησης. Πιο αξιόπιστες μεθόδους ανάλυσης θα προέκυπταν με την αύξηση του δείγματος.

2.2.3 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 (**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 2-1). Για την αποστολή μηνυμάτων ο οδηγός χρησιμοποιεί κουμπιά που βρίσκονται στο τιμόνι επιλέγοντας το μήνυμα που θέλει να στείλει από τα **15 έτοιμα** μηνύματα που βρίσκονται στην ειδική οθόνη.



Fig. 1. Layout of vehicle system interface. (A) depicts the control buttons on the steering wheel; the arrow buttons select from options presented on a screen located at the top of the center stack (B), while the "OK" button confirms selections.

ΕΙΚΟΝΑ 2-1: Ειδικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν εντός του οχήματος (A: κουμπιά στο τιμόνι B: οθόνη επιλογής μηνυμάτων)

Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τα δικά τους προσωπικά κινητά τηλέφωνα, (10 άτομα με κλασικό πληκτρολόγιο 12 κουμπιών, 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 κλασικό 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 κλασικό τρόπο των χεριών. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διατηρήσουν ταχύτητα ίση ή μικρότερη των 60 km/h και στα δύο σενάρια.

Το όχημα διαθέτει 4 κάμερες οι οποίες κάλυπταν το πρόσωπο του οδηγού, το μπροστινό δρόμο και οι άλλες 2 τα ειδικά συστήματα.



Fig. 2. Camera views of driver (face is not blurred in actual video), forward roadway, and wide- and close-views of driver's hands and center stack.

ΕΙΚΟΝΑ 2-2: 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 2-5).

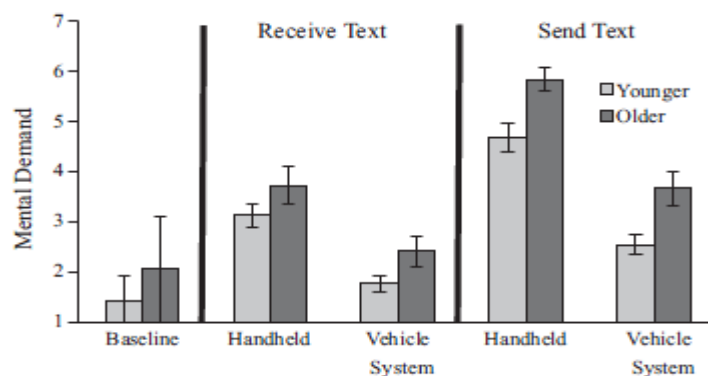


Fig. 4. Mental demand ratings for all conditions and baseline.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-5: 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 το 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 κλασικό τρόπο γραψίματος και διαβάσματος μηνυμάτων. Συγκεκριμένα για το διάβασμα μηνύματος η μέση απόκλιση από τον άξονα του δρόμου ήταν 2,18 deg² και 1,46 deg² χρησιμοποιώντας τα χέρια και το ειδικό σύστημα αντίστοιχα. Ομοίως για την αποστολή μηνύματος η μέση πλευρική απόκλιση ήταν 2,91 deg² και 1,66 deg² 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 ηλικιακά ομάδες. Συγκεκριμένα για το διάβασμα μηνύματος η μέση διάρκεια ήταν 12,8 και 7,1 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας τα χέρια και το ειδικό σύστημα αντίστοιχα.

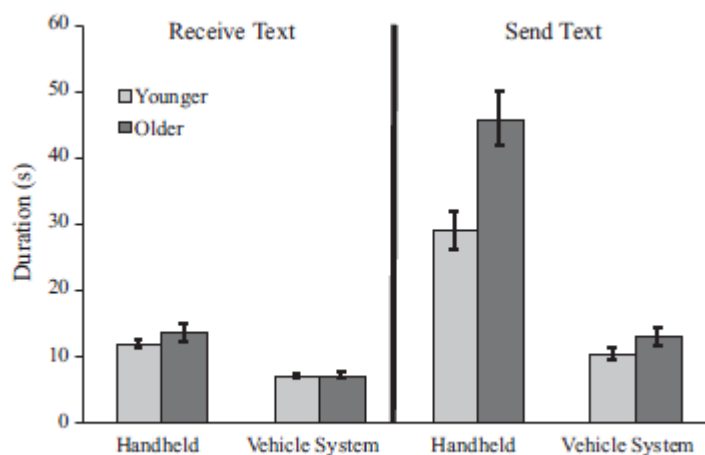


Fig. 3. Task durations (in seconds) for all conditions.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-6: 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 (Διάγραμματα 2-5 και 2-6)

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 το 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 2-7)

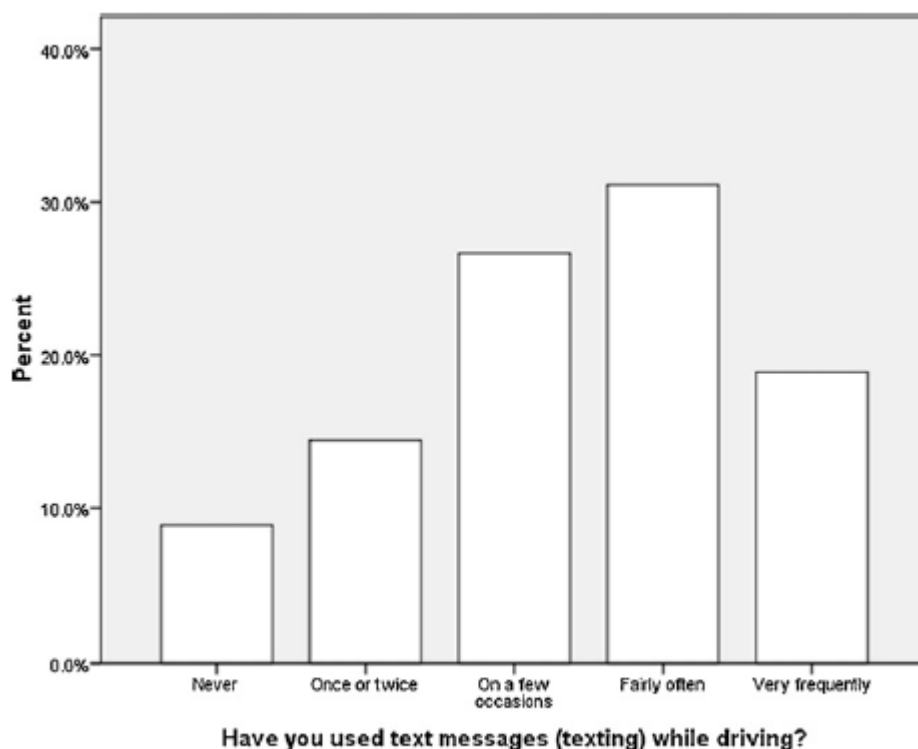


Fig. 1. Frequency of texting while driving.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-7: Συχνότητα διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων κατά την οδήγηση.

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

Table 1

Participants' attitudes towards the safety of texting and driving.

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 έτρεξε 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.

Table 2

Texting while driving: percentage of respondents experiencing consequences and exhibiting recklessness.

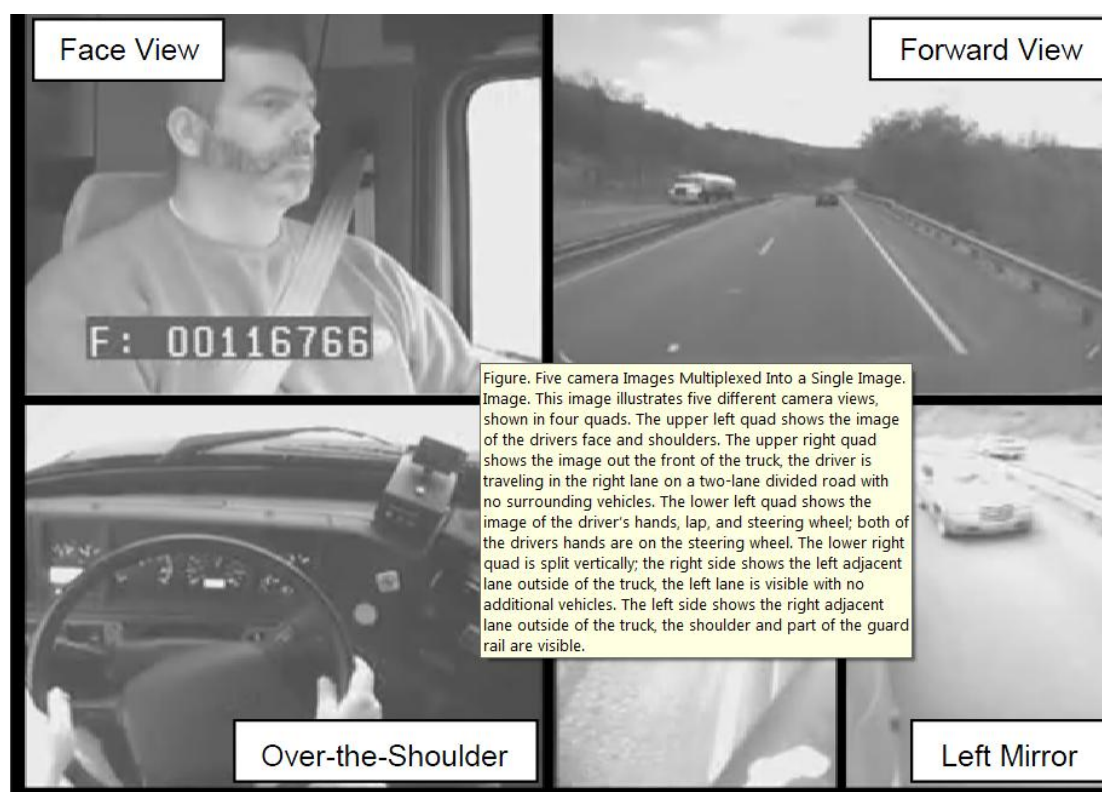
"Regarding texting and driving, have you ever...?"	
Consequences	% of respondents ever experiencing consequences
Received a ticket for texting and driving?	2.2
Ran a stop sign because you were texting?	6.6
Damaged your vehicle because you were texting?	4.4
Hit something because you were texting?	4.4
Hit another car because you were texting?	4.4
Gotten 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
Gotten 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 ΕΠΙΡΡΟΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό του Ινστιτούτου Μεταφορών στη Βιρτζίνια (Virginia Tech Transportation Institute, USA) το Σεπτέμβριο του 2009 υπό την καθοδήγηση της κ. **Rebecca L. Olson** και μελέτησε τον τρόπο που επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά αλλά και την πιθανότητα ατυχήματος διάφοροι παράγοντες απόσπασης ανάμεσα τους και το διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων.

Το πείραμα περιελάμβανε δύο μελέτες παρακολούθησης της οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας (naturalistic driving) από 203 οδηγούς. Από τα δύο πειράματα πρόεκυψε μια κοινή βάση δεδομένων η οποία αφού επεξεργάστηκε έδωσε σημαντικά και αξιόπιστα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, για την πρώτη μελέτη 103 οδηγοί ηλικίας από 24 έως 60 έτη (με μέση τιμή τα 40 έτη) και οδηγική εμπειρία από 1 έως 42 έτη (με μέση τιμή τα 10 έτη) χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό (Drowsy Driver Warning System Field Operational Test) οδήγησαν συνολικά για 18 μήνες (12 εβδομάδες περίπου ο καθένας) διανύοντας συνολικά 2,2 εκατομμύρια μίλια. Η δεύτερη μελέτη περιελάμβανε 100 οδηγούς ηλικίας από 21 έως 73 έτη (με μέση τιμή τα 44,5 έτη) και οδηγική εμπειρία από 0,1 έτη έως 54 έτη (με μέση τιμή 10,6 έτη) οδήγησαν ο καθένας για 4 εβδομάδες διανύοντας συνολικά 735 χιλιάδες μίλια.



ΕΙΚΟΝΑ 2-3: Οι κάμερες που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή της οδηγικής συμπεριφοράς των συμμετεχόντων.

Οι **μεταβλητές** που καταγράφονταν και για τις δύο μελέτες ήταν η μέση τιμή της επιβράδυνσης, η εμφάνιση ή όχι απρόοπτου συμβάντος, ο εναπομείνον

χρόνος μέχρι τη σύγκρουση και η πορεία του οχήματος αναφορικά με τον άξονα της οδού (πλευρική απόκλιση).

Οι παράγοντες απόσπασης ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας τους ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες. Τους εύκολους παράγοντες απόσπασης (π.χ. ομιλία με συνοδηγό, κάπνισμα, τοποθέτηση ζώνης ασφαλείας), τους μέτριους παράγοντες απόσπασης (π.χ. πιάσιμο κάποιου αντικειμένου εντός του οχήματος, ομιλία με το κινητό τηλέφωνο, φαγητό, ραδιόφωνο) και τους σύνθετους παραγοντες απόσπασης (π.χ. γράψιμο και διάβασμα μηνύματος, χρήση υπολογιστικής μηχανής, διάβασμα χάρτη, ανάγνωση εφημερίδας).

Για την ανάλυση της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της αναλογίας πιθανοτήτων (**odds ratio**) και του ποσοστού που αναλογεί σε κίνδυνο (**population attributable risk**).

Συνολικά καταγράφηκαν 4452 συμβάντα, από τα οποία τα 21 ήταν ατυχήματα, τα 3216 παραλίγον ατυχήματα και 1215 αλλαγές στην κατεύθυνση της λωρίδας κυκλοφορίας λόγω των παραγόντων απόσπασης που μελετήθηκαν.

Σχετικά με το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων προέκυψαν τα εξής **συμπεράσματα**:

- Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης κατατάχθηκε στους πιο σημαντικούς παράγοντες απόσπασης. Συγκεκριμένα, η πιθανότητα ατυχήματος είναι **23,2 φορές** και 5,9 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός γράφει ή διαβάζει μήνυμα και μιλά στο κινητό τηλέφωνο αντίστοιχα (Πίνακας 2-4).
- Τα ατυχήματα θα ήταν μειωμένα κατά 0,67% αν ο παράγοντας απόσπασης διάβασμα και γράψιμο μηνύματος αφαιρεθεί. Επίσης, τα ατυχήματα θα μειωθούν κατά 2,46% αν αφαιρεθεί ο παράγοντας απόσπασης συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο (Πίνακας 2-5).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-4: Αναλογία πιθανοτήτων (odds ratio) για τους διάφορες παράγοντες απόσπασης που μελετήθηκαν.

Table 17. Odds Ratios and 95% Confidence Intervals to Assess Likelihood of a Safety-Critical Event While Engaging In Tasks across “All” and “Vehicle 1 At-Fault” (V1) Events

Task	ALL Odds Ratio	ALL LCL	ALL UCL	ALL Frequency of Safety-Critical Events	ALL Frequency of Baselines	V1 Odds Ratio	V1 LCL	V1 UCL	V1 Frequency of Safety-Critical Events	V1 Frequency of Baselines
Complex Tertiary Task										
Text message on cell phone	23.24*	9.69	55.73	31	6	27.71*	11.52	66.61	30	6
Other—Complex (e.g., cleaning side mirror, rummaging through a grocery bag)	10.07*	3.10	32.71	9	4	12.40*	3.82	40.28	9	4
Interact with/look at dispatching device	9.93*	7.49	13.16	155	72	11.90*	8.97	15.80	150	72
Write on pad, notebook, etc.	8.98*	4.73	17.08	28	14	11.07*	5.82	21.05	28	14
Use calculator	8.21*	3.03	22.21	11	6	10.11*	3.73	27.34	11	6
Look at map	7.02*	4.62	10.69	56	36	8.67*	5.70	13.20	56	36
Dial cell phone	5.93*	4.57	7.69	132	102	7.06*	5.42	9.18	127	102
Read book, newspaper, paperwork, etc.	3.97*	3.02	5.22	98	112	4.76*	3.61	6.27	95	112
Moderate Tertiary Task										
Use/reach for other electronic device	6.72*	2.74	16.44	12	8	7.58*	3.05	18.85	11	8
Other—Moderate (e.g., opening a pill bottle to take medicine, exercising in the cab)	5.86*	2.84	12.07	17	13	7.22*	3.50	14.87	17	13
Personal grooming	4.48*	2.01	9.97	12	12	5.05*	2.23	11.46	11	12
Reach for object in vehicle	3.09*	2.75	3.48	503	787	3.65*	3.24	4.12	473	787
Look back in Sleeper Berth	2.30*	1.30	4.07	18	35	2.52*	1.39	4.56	16	35
Talk or listen to hand-held phone	1.04	0.89	1.22	195	837	1.16	0.99	1.37	176	837
Eating	1.01	0.83	1.21	137	609	1.16	0.96	1.41	128	609

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-5: Ποσοστό μείωσης των ατυχημάτων ανάλογα με τον παράγοντα απόσπασης (μέθοδος: population attributable risk-PAR).

Table 18. Population Attributable Risk and 95% Confidence Intervals for Driver Tasks across “All” and “Vehicle 1 At-Fault” (V1) Events

Task	ALL PAR Percentage	ALL LCL	ALL UCL	V1 PAR Percentage	V1 LCL	V1 UCL
Complex Tertiary Task						
Interact with/look at dispatching device	3.13	2.84	3.42	3.80	3.55	4.04
Dial cell phone	2.46	2.02	2.91	3.01	2.64	3.39
Read book, newspaper, paperwork, etc.	1.65	0.96	2.34	2.07	1.49	2.66
Look at map	1.08	0.48	1.68	1.37	0.88	1.86
Text message on cell phone	0.67	0.29	1.04	0.80	0.48	1.12
Write on pad, notebook, etc.	0.56	-0.16	1.28	0.70	0.12	1.29
Use calculator	0.22	-1.00	1.43	0.27	-0.71	1.26
Other—Complex (e.g., cleaning side mirror, rummaging through a grocery bag)	0.18	-0.99	1.35	0.23	-0.72	1.18
Moderate Tertiary Task						
Reach for object in vehicle	7.64	7.27	8.02	9.49	9.16	9.82
Other—Moderate (e.g., opening a pill bottle to take medicine, exercising in the cab)	0.32	-0.92	1.55	0.40	-0.60	1.41
Look back in sleeper berth	0.23	-2.24	2.70	0.27	-2.08	2.62

- Οι πιο κρίσιμοι παράγοντες απόσπασης όπως προκύπτει από την έρευνα είναι το **γράψιμο και διάβασμα μηνύματος**, το γράψιμο σε ηλεκτρονική συσκευή, η ομιλία στο κινητό τηλέφωνο και η ανάγνωση χάρτη.

Η μελέτη αυτή αποδεικνύει την ύψιστη σημασία απουσίας κάποιου παράγοντα απόσπασης και ειδικότερα αυτών που αναγκάζουν τον οδηγό να βλέπει εντός του οχήματος αντί τον δρόμο. Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος κατά την διάρκεια της οδήγησης πρέπει να **απαγορευτεί**.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

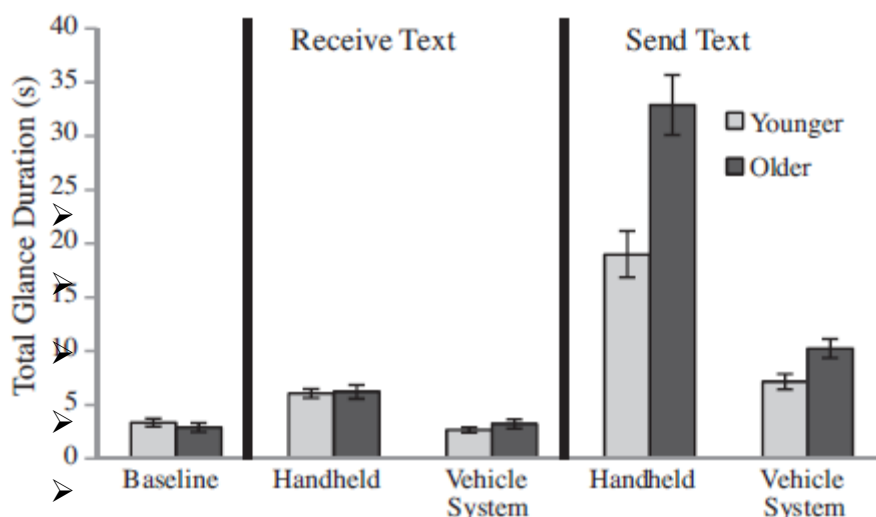
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στις επιπτώσεις του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων κατά την οδήγηση, στην συμπεριφορά του οδηγού και την οδική ασφάλεια. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Το **γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων** κατά τη διάρκεια της οδήγησης 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.
- Ως **αντιστάθμισμα** των αυξημένων πνευματικών απαιτήσεων που προέρχονται από το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων οι οδηγοί συντομεύουν τις απαντήσεις τους γράφοντας λιγότερους χαρακτήρες, καθυστερούν στις απαντήσεις των εισερχόμενων μηνυμάτων μέχρι να νιώσουν ασφαλείς, διατηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα

προπορευόμενα οχήματα και κρατούν το κινητό τηλέφωνο στο ύψος του τιμονιού. Οι πρακτικές όμως αυτές δεν αντισταθμίζουν τον αυξημένο κίνδυνο.

- Ο **μέσος χρόνος αντίδρασης** αυξάνεται όταν ο οδηγός γράφει ή διαβάζει μήνυμα. Πιο συγκεκριμένα:
 - Ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών **διπλασιάζεται** όταν διαβάζουν ή γράφουν μήνυμα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (Hosking, 2006).
 - Ο χρόνος αντίδρασης **αυξάνεται** κατά 0,2 δευτερόλεπτα όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα (Drews, 2009).
- Οι οδηγοί παρουσιάζουν μεγάλη **πλευρική απόκλιση** από τον άξονα της οδού όταν γράφουν και διαβάζουν μήνυμα λόγω της αδυναμίας τους να κρατήσουν το όχημα στα όρια του δρόμου σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Συγκεκριμένα:
 - Η πλευρική απόκλιση αυξάνεται **κατά 50%** όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (Hosking, 2009).
 - Η πλευρική απόκλιση από τον κεντρικό άξονα του δρόμου είναι **280% μεγαλύτερη** στην περίπτωση που ο οδηγός διάβαζε και έγγραφε μηνύματα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. (Cheung, 2010)
- Η πιθανότητα ατυχήματος αυξάνεται με το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Συγκεκριμένα:
 - Η πιθανότητα ατυχήματος είναι **23,2 φορές** μεγαλύτερη όταν ο οδηγός γράφει ή διαβάζει μήνυμα (Olson 2009).

- Ο εναπομείνων χρόνος σύγκρουσης (time headway) μειώνεται με το γράψιμο μηνυμάτων **κατά 138%** σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση (Hosking, 2006).
- Ο παράγοντας απόσπασης της προσοχής: γράψιμο και διάβασμα μηνύματος παρουσιάζει αυξημένους χρόνους αντίδρασης και 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 (Olson 2009).
 - Ο χρόνος αντίδρασης στο γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων αυξάνεται κατά 15 - 45% ενώ στην συνομιλία με κινητό τηλέφωνο η αύξηση του χρόνου αντίδρασης είναι μόλις 10% (Drews, 2009).
- Το γράψιμο μηνύματος φαίνεται να έχει τον ίδιο ή και μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας σε σχέση με το διάβασμα κατά την διάρκεια της οδήγησης. Συγκεκριμένα:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-8: Συνολική διάρκεια που τα μάτια του οδηγού βλέπουν εντός οχήματος για γράψιμο και διάβασμα μηνύματος.

- Η χρονική διάρκεια που τα μάτια του οδηγού αποσπούνται από την παρατήρηση της κυκλοφορίας και εστιάζουν εντός του οχήματος λόγω γραψίματος μηνύματος είναι 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος (Owens 2010).

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 κατηγορίες που ακολουθούν:

(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 κατανομημένου δείγματος δεδομένων, σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα προκύπτει ότι το διάστημα:

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

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

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

Μέτρα αξιοπιστίας:

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

- **Επίπεδο σημαντικότητας:** η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

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

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

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

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

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

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

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

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

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

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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

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

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

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

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

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

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι υποθέσεις που ακολουθούν:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα που μελετάμε, δηλαδή γνωρίζουμε τις τιμές της χωρίς καμιά αμφιβολία.
- Η εξάρτηση της Y από τη X είναι γραμμική.
- Το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της X και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη X , δηλαδή $E(\varepsilon_i) = 0$ και $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$

Οι παραπάνω υποθέσεις για γραμμική σχέση και σταθερή διασπορά αποτελούν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Συνήθως,

λοιπόν, σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης υποθέτουμε ότι, η δεσμευμένη κατανομή της Y είναι κανονική.

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

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

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

3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην πορεία αναζήτησης μιας καταλληλότερης μεθόδου επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression). Μέσω της μεθόδου αυτής δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός μοντέλου που συσχετίζει δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την έρευνα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι ίδιο με εκείνο που εφαρμόζεται για την εκτέλεση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και αυτή γραμμική. Στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression) οι

συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζονται από την ανάλυση παλινδρόμησης με βάση την **αρχή των ελαχίστων τετραγώνων**, δηλαδή υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα:

$$\Sigma(Y-(\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_iX_i))^2$$

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

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

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

όπου:

y : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

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

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

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την πιο πολύπλοκη μορφή που ακολουθεί:

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

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 τύπο που ακολουθεί:

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

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

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

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

Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης οδηγούμαστε στην εξής νέα σχέση:

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

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 σχέση που ακολουθεί:

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

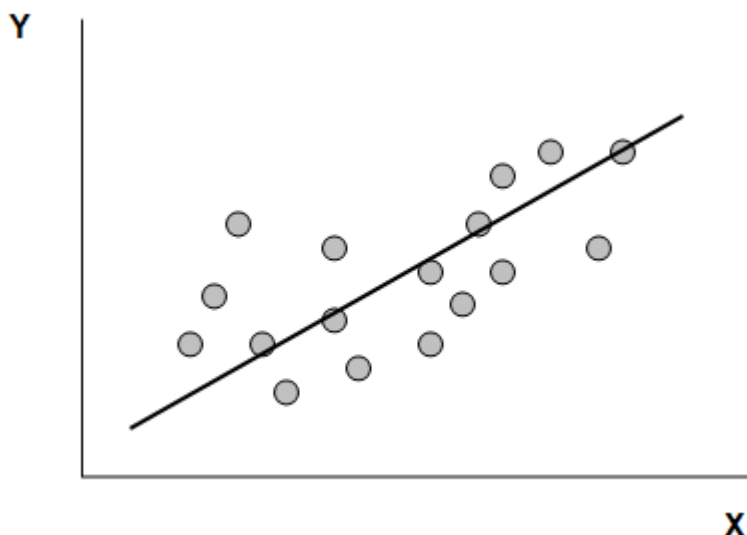
Έτσι παρατηρείται ότι, όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές παραμείνουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/1-P_i$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή \exp^{B_i} .

3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

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

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

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



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 προσήμων τους. Το θετικό πρόσημο του

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

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

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

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

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

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 απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 .

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

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

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

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

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

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια προσπαθούμε ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο

το δυνατόν μικρότερος και προτιμούνται τα μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας L . Μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές είναι περισσότερο σύνθετα και χρειάζεται ένας κανόνας να αποφασίζει εάν η μείωση του $L = -\log(\text{likelihood})$ αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test** (LRT) (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφάνειών (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 $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$. Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του ρ^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι, ο συντελεστής ρ^2 έχει και εδώ συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι, δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του ρ^2 .

Επιπροσθέτως, **ελέγχεται σε ποιο ποσοστό** το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης είναι σε θέση να προβλέψει σωστά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Επιθυμείται να προβλέπονται σωστά η περίπτωση που συνέβη ή όχι ατύχημα σε όσο το δυνατόν πιο μεγάλο ποσοστό. Ο μέσος όρος του ποσοστού αυτού για τα δύο ενδεχόμενα είναι σκόπιμο να είναι μεγαλύτερος

από το 65% και να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δυο αντίστοιχων ποσοστών των δυο ενδεχόμενων.

3.7 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 επιλογές που ακολουθούν:

- **Descriptive Statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Options**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).
- **Correlate:** Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή **Bivariate correlations**. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης **Pearson** αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman** αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.

- **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης, μία εκ των οποίων είναι η γραμμική (**Linear**) που επιλέξαμε για την ανάλυση των δεδομένων μας. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι, στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που 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 μέθοδο στατιστικής ανάλυσης επιλέχθηκαν η γραμμική, η λογαριθμοκανονική και η λογιστική παλινδρόμηση. Επόμενο βήμα ήταν η εφαρμογή μιας **κατάλληλης διαδικασίας** εκτέλεσης του πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή τη διερεύνηση συμπεριφοράς και ασφάλειας νέων οδηγών σε ειδικές συνθήκες 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

4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Εξετάστηκε σε προσομοιωτή οδήγησης ο βαθμός στον οποίο το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης 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 εξετάστηκαν αφορούν την ηλικία, το φύλο, την οδηγική εμπειρία, τη συχνότητα που διαβάζει και γράφει μηνύματα ενώ οδηγεί κ.α. Συγκεκριμένα τα στοιχεία του οδικού περιβάλλοντος που ερευνήθηκε η επίδρασή τους αφορούν:

- i. την οδό, οδήγηση σε αστική και υπεραστική οδό υπό κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας
- ii. τις ειδικές συνθήκες οδήγησης, οδήγηση σε καλοκαιρία, υπό βροχή και νύχτα

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 ικανότητάς 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 με μέσο όρο οδηγικής εμπειρίας 3,5 έτη. 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 (εικόνα 4.2).



ΕΙΚΟΝΑ 4-2: 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 (καλοκαιρία, 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 (εικόνες 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).



ΕΙΚΟΝΑ 4-3: Επικίνδυνα γεγονότα- Απρόσμενο άνοιγμα πόρτας.



ΕΙΚΟΝΑ 4-4: Επικίνδυνα γεγονότα- Απότομη, χωρίς προειδοποίηση εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 4-5: Επικίνδυνα γεγονότα- Απότομη, χωρίς προειδοποίηση επιβράδυνση προπορευόμενου οχήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 4-6: Επικίνδυνα γεγονότα- Εμφάνιση εμποδίου (ζώου).

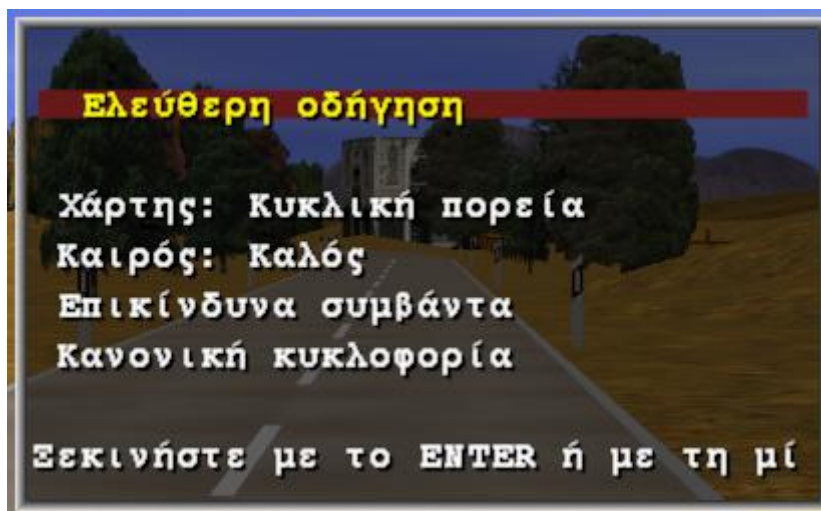
Οι επιλογές αυτές ρυθμίζονται στο λογισμικό του προσομοιωτή, μέσω ενός **ειδικού πληκτρολογίου ελέγχου** (εικόνα 4.7). Το πλήκτρο Mode χρησιμοποιείται για την περιήγηση σε διαφορετικούς καταλόγους επιλογών του κύριου προγράμματος και για την αλλαγή στις επιλογές στο εσωτερικό ενός συγκεκριμένου καταλόγου,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



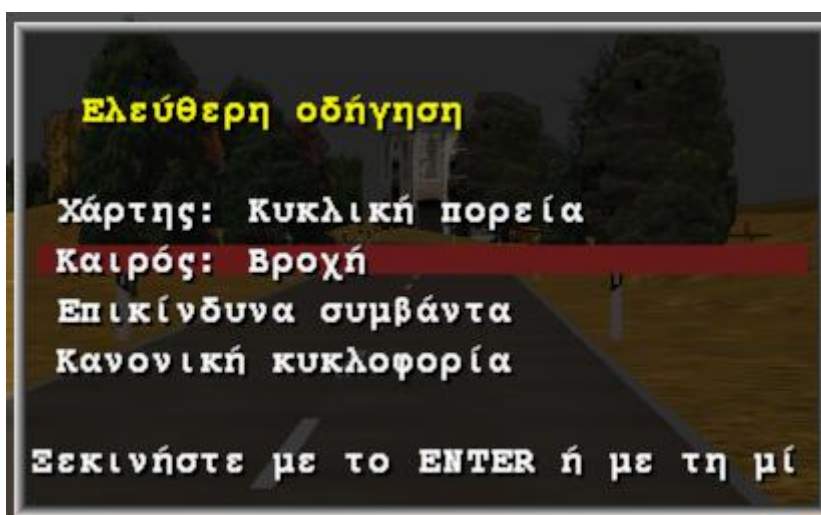
EIKONA 4-7: Πληκτρολόγιο ελέγχου.

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

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

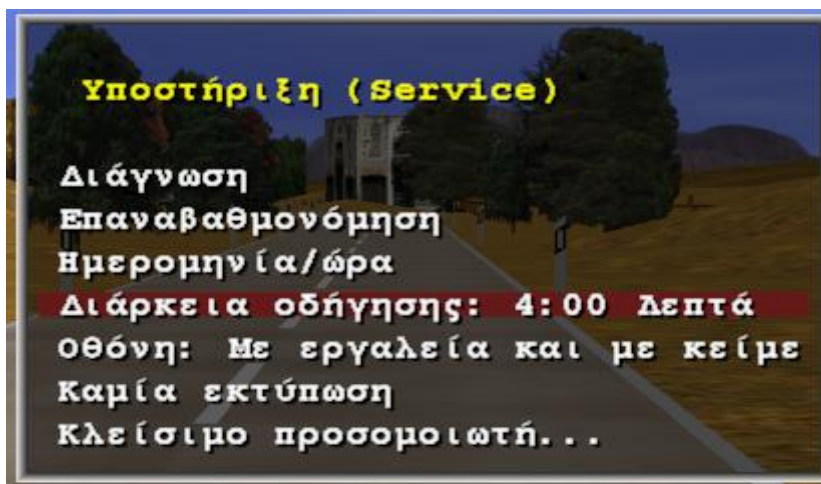


ΕΙΚΟΝΑ 4-8: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση.



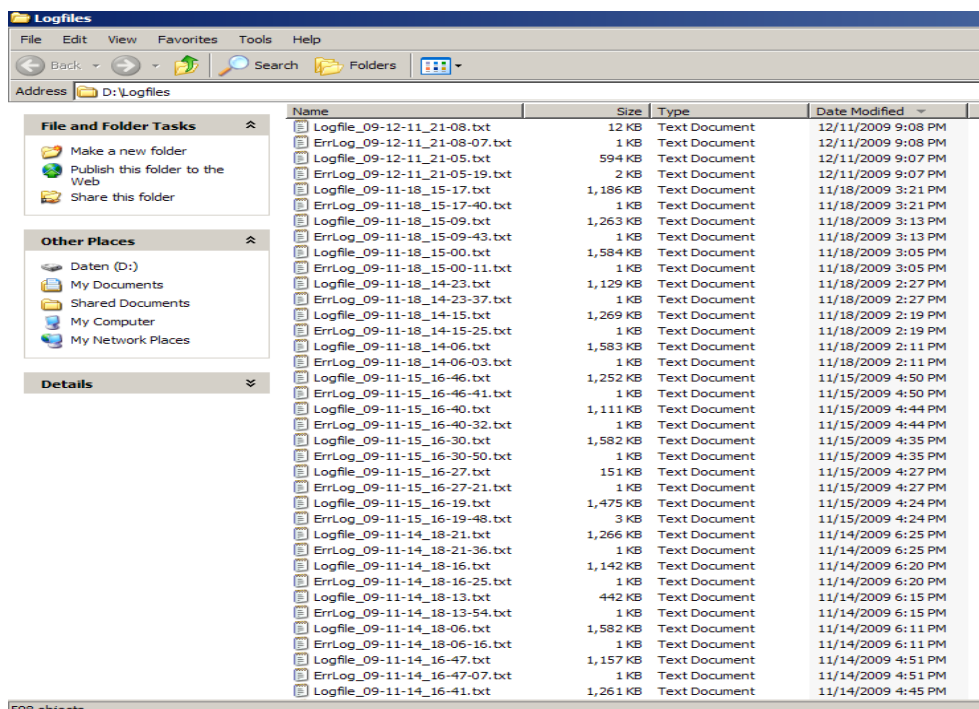
ΕΙΚΟΝΑ 4-9: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ρύθμιση οδικού περιβάλλοντος.

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



ΕΙΚΟΝΑ 4-10: Κατάλογος επιλογών Υποστήριξη (Service) – Ρύθμιση Διάρκειας πειράματος.

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



ΕΙΚΟΝΑ 4-11: Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών. Πηγή DR-ING.REINER FOERST GMBG

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

21	thead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds.
22	tll	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds.
23	ttc	time to collision (all obstacles), in seconds.
24	acclat	acceleration lateral, in m/s ²
25	acclon	acceleration longitudinal, in m/s ²
26	evvis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
27	evdist	event-distance in m.
28	errlno	number of the most important driving failure since the last data set
29	errlval	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
30	err2no	number of the next driving failure (maybe empty).
31	err2val	additional date to failure 2.
32	err3no	number of a further driving failure (maybe empty).
33	err3val	additional date to failure 3.

4.2.4 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΟΥ

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



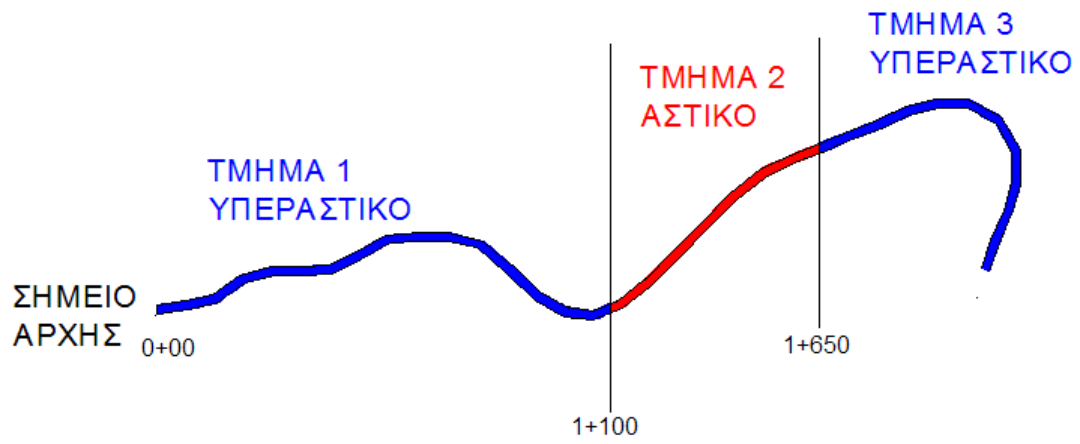
ΕΙΚΟΝΑ 4-12: Φωτογραφία του βοηθητικού χώρου-νέας θέσης εργασίας.

4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής ως εργαλείο για την διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του 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 της Κυκλικής πορείας ως η πιο κατάλληλη για την επίτευξη του στόχου αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η συγκεκριμένη επιλογή συνδυάζει οδήγηση σε **αστικό περιβάλλον μικρής επαρχιακής πόλης** (Χ.Θ +1100 έως +1650 μέτρα) και **υπεραστικό περιβάλλον** (Χ.Θ +0,00 έως +1100 μέτρα, +1650 έως τέλος διαδρομής) με όρια ταχύτητας 50 και 70 km/h αντίστοιχα υπό **κανονική κυκλοφορία**. Στο αστικό περιβάλλον υπήρχαν σηματοδότες ελέγχου της κυκλοφορίας, κινήσεις πεζών, βιτρίνες καταστημάτων, επερχόμενη κυκλοφορία, ελάχιστες στροφές και κλίσεις της τάξεως του 1%. Η

οδός είχε δύο λωρίδες κυκλοφορίας ενώ δεν υπήρχε στηθαίο ασφαλείας ούτε διαχωριστική νησίδα. Η προσπέραση ήταν απαγορευμένη και το ελάχιστο πλάτος της οδού ήταν 3,6μ. Στο υπεραστικό περιβάλλον περιβάλλον υπήρχαν δέντρα, ανοιχτές στροφές, ευθυγραμμίες, σήμανση, σηματοδότες ελέγχου της κυκλοφορίας, κλίσεις της τάξεως του 1% και επερχόμενη κυκλοφορία. Η οδός είχε δύο λωρίδες κυκλοφορίας ενώ δεν υπήρχε στηθαίο ασφαλείας ούτε διαχωριστική νησίδα. Η προσπέραση ήταν απαγορευμένη, δεν υπήρχε κανένα εμπόδιο στην κυκλοφορία και το πλάτος της λωρίδας ήταν περίπου 3,6 μ.

Στο σενάριο της κυκλικής πορείας υπάρχει η δυνατότητα επιλογής αρκετών ειδικών συνθηκών, από τις οποίες επιλέχθηκαν να μελετηθούν η οδήγηση υπό **καλό καιρό, νύχτα** και υπό **βροχή**. Κρίθηκε σκόπιμο κατά τη διάρκεια της οδήγησης να συμβαίνουν σε τυχαία σημεία της διαδρομής διάφορα **επικίνδυνα συμβάντα**. Με βάση τις καταγραφές των αντιδράσεων των οδηγών στις μη αναμενόμενες καταστάσεις θα προκύψουν δεδομένα που αναμένεται να είναι σημαντικά για τη διερεύνηση της επιρροής του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων στην ασφάλεια του οδηγού. Η διάρκεια της κάθε διαδρομής επιλέχθηκε να είναι **πέντε λεπτά** και να πραγματοποιούνται διαλείμματα μεταξύ των πειραμάτων που αφορούν στον ίδιο οδηγό, διότι η παρατεταμένη οδήγηση πιθανόν να προκαλούσε παρενέργειες στους οδηγούς, όπως π.χ. η ναυτία που έχει παρατηρηθεί σε παρόμοιες έρευνες. Παρατίθεται ένα σκαρίφημα της διαδρομής και μερικές επιπλέον εικόνες από το συγκεκριμένο περιβάλλον οδήγησης (Εικόνες 4.13, 4.14, 4.15).



ΕΙΚΟΝΑ 4-13: Σενάριο κυκλική πορεία- σκαρίφημα διαδρομής.



ΕΙΚΟΝΑ 4-14: Σενάριο κυκλική πορεία- υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης.



ΕΙΚΟΝΑ 4-15: Σενάριο κυκλική πορεία - αστικό περιβάλλον οδήγησης - βροχή.

4.2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη **Μαρτίου** και αρχές **Απριλίου 2012**. Οι 34 συνολικά συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο και να οδηγήσουν τέσσερις 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 απέστειλε και λάμβανε γραπτά μηνύματα 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 διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων γινόταν σε καθορισμένα τμήματα της διαδρομής με διάρκεια συνήθως τριάντα έως σαράντα δευτερόλεπτα και στόχος τους ήταν να θέσουν τον οδηγό σε διαδικασία σκέψης καθώς απαιτούσαν **πνευματική εγρήγορση**. Σύμφωνα με έρευνες, έχει διαπιστωθεί ότι, ο βαθμός απόσπασης του οδηγού από την οδήγηση

επηρεάζεται σημαντικά από το θέμα της συζήτησης. Όσο πιο έντονα απασχολεί τον οδηγό το θέμα της συζήτησης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η οδηγική του συμπεριφορά. Στην υπεραστική οδό οι συμμετέχοντες **διάβαζαν ένα ευχαριστήριο μήνυμα 180 χαρακτήρων** για την συμμετοχή τους στο πείραμα και καλούνταν **να γράψουν τους δύο πρώτους στίχους του Εθνικού Ύμνου**. Στην αστική οδό οι συμμετέχοντες διάβαζαν μήνυμα υπό μορφή ερώτησης 30 περίπου χαρακτήρων (π.χ. 'Τι θες να φας όταν γυρίσεις σπίτι') το οποίο και απαντούσαν.

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 και το γράψιμο μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου. 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 τέσσερις 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 (π.χ. αριθμός ατυχημάτων, χιλιομετρικές θέσεις διαβάσματος και γραψίματος 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, νύχτα 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. Βασικός ρόλος του ήταν να αποστείλει το γραπτό μήνυμα στον οδηγό εντός υπεραστικού και αστικού περιβάλλοντος και να καταγράψει την κατάλληλη χιλιομετρική θέση. Σε σκαρίφημα παρουσιάζονται οι θέσεις του 'αυτοκινήτου' όταν πραγματοποιούνταν αυτές οι ενέργειες (Εικόνα 4.16). Ταυτόχρονα σημείωνε στο έντυπο βάσει των χιλιομετρικών θέσεων τις θέσεις αρχής και τέλους του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων. Στο τέλος της διαδρομής ο παρατηρητής 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 ειδικές 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 ή κατά τη διάρκεια της νύχτας κοκ. Πρέπει να σημειωθεί ότι, επιλέχθηκε το ένα τρίτο των συμμετεχόντων να οδηγήσουν για παράδειγμα στη δεύτερη φάση του πειράματος υπό καλοκαιρία, το άλλο ένα τρίτο κατά τη διάρκεια της νύχτας και οι υπόλοιποι υπό βροχή ώστε η εξοικείωση τους με τον προσομοιωτή κατά την τρίτη φάση του πειράματος να μην επηρεάσει συνολικά τα αποτελέσματα.

4^η ΦΑΣΗ- 4^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

Η τέταρτη φάση του πειράματος προσομοίωσης ήταν πανομοιότυπη με τη δεύτερη και την τρίτη, η μόνη διαφορά ήταν στις ειδικές συνθήκες του σεναρίου οδήγησης. Στη τέταρτη φάση του πειράματος οι συμμετέχοντες πραγματοποιούσαν το σενάριο που είχε απομείνει.

Στο τέλος της τέταρτης φάσης ο συντονιστής του πειράματος μετέφερε τα αρχεία των δεδομένων από τον υπολογιστή του προσομοιωτή σε μία φορητή μονάδα αποθήκευσης, αφού πρώτα είχε δημιουργήσει ένα φάκελο ξεχωριστά για τις μετρήσεις που αντιστοιχούσαν σε κάθε συμμετέχοντα, ώστε να αποθηκευτούν τελικά στον υπολογιστή που θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία και να κρατηθούν αντίγραφα ασφαλείας.



ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Επεξηγηματικό σκαρίφημα Φάση 2 - Φάση 3 – Φάση 4 πειράματος.

ΕΝΤΥΠΟ 4.1: Ερωτηματολόγιο πριν την διαδικασία του πειράματος

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



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

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

Ερωτηματολόγιο πριν τη διαδικασία του πειράματος

α/α συμμετέχοντα: _____.

1. Ημερομηνία πειράματος _____.

2. Ηλικία: _____ ετών

3. Φύλο: Άντρας Γυναίκα

4. Οδηγική εμπειρία (έτη): 1-3 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 γράφατε ή διαβάζατε γραπτό μήνυμα;

ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΗΣ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ	ΝΑΙ	ΟΧΙ

8. Πόσο συχνά οδηγείτε;

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

9. Πόσο συχνά οδηγείτε υπό βροχή;

	ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΗΣ	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 ή γράφετε μήνυμα;

	ΚΑΘΟΛΟΥ	ΛΙΓΟ	ΜΕΤΡΙΑ	ΑΡΚΕΤΑ	ΠΟΛΥ
Εντός πόλης-Καλοκαιρία					
Εντός πόλης-Νύχτα					
Εκτός πόλης-Καλοκαιρία					
Εκτός πόλης-Νύχτα					

11. Κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά, όταν οδηγείτε υπό βροχή;

- Μειώνω ταχύτητα και οδηγώ πιο προσεκτικά
- Σταματώ το όχημα
- Οδηγώ στην άκρη του δρόμου
- Δεν αλλάζω συμπεριφορά

12. Κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά, όταν οδηγείτε και γράφετε ή διαβάζετε μηνύματα;

- Μειώνω ταχύτητα
- Οδηγώ στην άκρη του δρόμου
- Δεν αλλάζω συμπεριφορά
- Δεν γράφω/διαβάζω μηνύματα
- Σταματώ το όχημα

13. Πόσο συχνά:

- Γράφετε/διαβάζετε μηνύματα όταν οδηγείτε;

ποτέ |----|----|----|----|----| πάντα

- Σταματάτε το αυτοκίνητο για να γράψετε/διαβάσετε ένα μήνυμα;

ποτέ |----|----|----|----|----| πάντα

14. Πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν:

ΤΑΧΥΤΗΤΑ (km/h)	0-10	10-20	>30
Διαβάζετε ή γράφετε μήνυμα			
Οδηγείτε κατά την διάρκεια της νύχτας			
Οδηγείτε Εντός/Εκτός πόλης			
Οδηγείτε υπό βροχή			

15. Το κινητό σας έχει οθόνη αφής; Ναι

Όχι

ΕΝΤΥΠΟ 4.2: Έντυπο συντονιστή πειράματος

ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

α/α συμμετέχοντα:

ημερομηνία:

ώρα έναρξης:

ώρα λήξης:

"ΚΑΛΟΣ"				"ΒΡΟΧΗ"				"ΝΥΧΤΑ"			
ΣΕΙΡΑ	Χ.Θ.Ε.	Χ.Θ.Λ.	Ατύχημα	ΣΕΙΡΑ	Χ.Θ.Ε.	Χ.Θ.Λ.	Ατύχημα	ΣΕΙΡΑ	Χ.Θ.Ε.	Χ.Θ.Λ.	Ατύχημα
Εκτός πόλης 1	0,00	1,10		Εκτός πόλης 1	0,00	1,10		Εκτός πόλης 1	0,00	1,10	
Ελεύθερη οδήγηση 1	0,00	0,25		Ελεύθερη οδήγηση 1	0,00	0,25		Ελεύθερη οδήγηση 1	0,00	0,25	
Εμπόδιο (χωρίς Rm,Wm)	0,25			Εμπόδιο (χωρίς Rm,Wm)	0,25			Εμπόδιο (χωρίς Rm,Wm)	0,25		
Ελεύθερη οδήγηση 2				Ελεύθερη οδήγηση 2				Ελεύθερη οδήγηση 2			
Rm/Εμπόδιο				Rm/Εμπόδιο				Rm/Εμπόδιο			
Ελεύθερη οδήγηση 3		1,10		Ελεύθερη οδήγηση 3		1,10		Ελεύθερη οδήγηση 3		1,10	
Εντός πόλης	1,10	1,65		Εντός πόλης	1,10	1,65		Εντός πόλης	1,10	1,65	
Εμπόδιο	1,10			Εμπόδιο	1,10			Εμπόδιο	1,10		
Rm/Εμπόδιο				Rm/Εμπόδιο				Rm/Εμπόδιο			
Wm/Εμπόδιο				Wm/Εμπόδιο				Wm/Εμπόδιο			
Εκτός πόλης 2	1,65			Εκτός πόλης 2	1,65			Εκτός πόλης 2	1,65		
Wm/Εμπόδιο	1,65			Wm/Εμπόδιο	1,65			Wm/Εμπόδιο	1,65		
Ελεύθερη οδήγηση 4				Ελεύθερη οδήγηση 4				Ελεύθερη οδήγηση 4			

	επιτυχία	αποτυχία	δυσκολεύτηκε
Wm,1			
Wm,2			

	επιτυχία	αποτυχία	δυσκολεύτηκε
Wm,1			
Wm,2			

	επιτυχία	αποτυχία	δυσκολεύτηκε
Wm,1			
Wm,2			

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 ερώτημα, με ποιο τρόπο θα καταχωρούνταν τα στοιχεία στον πίνακα που αποτελούνταν από ποσοτικά μεγέθη, όπως είναι η ηλικία, και από ποιοτικά, όπως είναι το φύλο.

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι **μεταβλητές** να είναι **συγκρίσιμες** μεταξύ τους. Για να αποκτήσουν οι ποιοτικές μεταβλητές την έννοια της μέτρησης αποφασίστηκε να καταχωρηθούν στον πίνακα με τρόπο τέτοιο, 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 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 ακολουθούν, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών του **φύλου** και του **είδους της οθόνης** του κινητού τηλεφώνου για τους 34 συμμετέχοντες (Γραφήματα 4.1,4.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο.

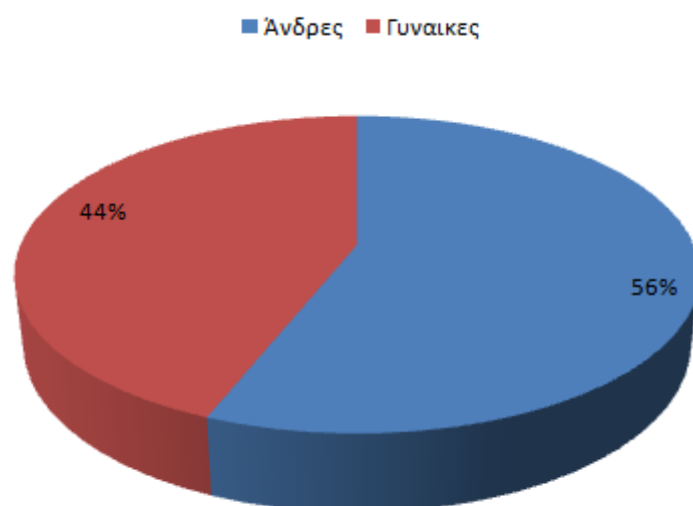
ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
age	Η ηλικία του συμμετέχοντα π.χ. 22	Scale
sex	Το φύλο του συμμετέχοντα (άνδρας=1, γυναίκα=0)	Nominal
d_experience	Η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα (1-3έτη=1, 4-6έτη=2, >7 έτη=3)	Ordinal
dist_week	Η εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση π.χ. 200	Scale
love_d	Αν αρέσει στον συμμετέχοντα η οδήγηση (ναι=1,όχι=0)	Nominal
acc_in	Αν έχει συμβεί ατύχημα στον συμμετέχοντα ενώ έγραφε ή διαβάζε μήνυμα σε αστικό περιβάλλον (ναι=1, όχι=0)	Nominal
acc_out	Αν έχει συμβεί ατύχημα στον συμμετέχοντα ενώ έγραφε ή διαβάζε μήνυμα σε υπεραστικό περιβάλλον (ναι=1, όχι=0)	Nominal
in_freq	Πόσο συχνά οδηγεί ο συμμετέχοντας σε αστική οδό (Μια φορά την ημέρα =1, Μια φορά την εβδομάδα =2, Μια φορά τον μήνα=3, Ποτέ =4)	Ordinal
out_freq	Πόσο συχνά οδηγεί ο συμμετέχοντας σε υπεραστική οδό (Μια φορά την ημέρα =1, Μια φορά την εβδομάδα =2, Μια φορά τον μήνα=3, Ποτέ =4)	Ordinal
in_freq_rain	Πόσο συχνά οδηγεί ο συμμετέχοντας σε αστική οδό υπό βροχή (Μια φορά την ημέρα =1, Μια φορά την εβδομάδα =2, Μια φορά τον μήνα=3, Ποτέ =4)	Ordinal
out_freq_rain	Πόσο συχνά οδηγεί ο συμμετέχοντας σε υπεραστική οδό υπό βροχή (Μια φορά την ημέρα =1, Μια φορά την εβδομάδα =2, Μια φορά τον μήνα=3, Ποτέ =4)	Ordinal
dang_in_good	Πόσο επικίνδυνο θεωρεί ο συμμετέχοντας ότι, είναι όταν οδηγεί και διαβάζει ή γράφει γραπτό μήνυμα υπό καλές καιρικές συνθήκες σε αστικό περιβάλλον (καθόλου=1, λίγο=2, μέτρια=3, αρκετά=4, πολύ=5)	Ordinal
dang_in_night	Πόσο επικίνδυνο θεωρεί ο συμμετέχοντας ότι, είναι όταν οδηγεί και διαβάζει ή γράφει μήνυμα τη νύχτα σε αστικό περιβάλλον (καθόλου=1, λίγο=2, μέτρια=3, αρκετά=4, πολύ=5)	ordinal
dang_out_good	Πόσο επικίνδυνο θεωρεί ο συμμετέχοντας ότι, είναι όταν οδηγεί και διαβάζει ή γράφει μήνυμα υπό καλές καιρικές συνθήκες σε υπεραστικό περιβάλλον (καθόλου=1, λίγο=2, μέτρια=3, αρκετά=4, πολύ=5)	ordinal
dang_out_night	Πόσο επικίνδυνο θεωρεί ο συμμετέχοντας ότι, είναι όταν οδηγεί και διαβάζει ή γράφει μήνυμα τη νύχτα σε υπεραστικό περιβάλλον (καθόλου=1, λίγο=2, μέτρια=3, αρκετά=4, πολύ=5)	ordinal

b_rain	Με ποιό τρόπο αλλάζει ο συμμετέχοντας οδική συμπεριφορά όταν οδηγεί υπό βροχή (μειώνει ταχύτητα=1, σταματά το όχημα=2, οδηγά στην άκρη του δρόμου =3, δεν αλλάζει συμπεριφορά=4)	ordinal
b_sms	Με ποιό τρόπο αλλάζει ο συμμετέχοντας οδική συμπεριφορά όταν οδηγεί και γράφει ή διαβάζει μήνυμα (μειώνει ταχύτητα=1, οδηγά στην άκρη του δρόμου=2, δεν αλλάζει συμπεριφορά =3, δεν γράφει/διαβάζει μηνύματα=4, σταματά το όχημα=5)	ordinal
freq_sms	Πόσο συχνά ο συμμετέχοντας γράφει/διαβάζει μήνυμα όταν οδηγεί (ποτέ=1, λίγο=2, μέτρια=3, συχνά=4, πάντα=5)	ordinal
freq_stop	Πόσο συχνά ο συμμετέχοντας σταμά το αυτοκίνητο για να γράψει ή να διαβάσει μήνυμα (ποτέ=1, λίγο=2, μέτρια=3, συχνά=4, πάντα=5)	ordinal
red_sms	Πόσο ο συμμετέχοντας μειώνει ταχύτητα όταν διαβάζει ή γράφει μήνυμα (0-10=1, 10-20=2, >20=3)	ordinal
red_night	Πόσο (km/h) ο συμμετέχοντας μειώνει ταχύτητα όταν οδηγεί βράδυ (0-10=1, 10-20=2, >20=3)	ordinal
red_rain	Πόσο (km/h) ο συμμετέχοντας μειώνει ταχύτητα όταν οδηγεί υπό βροχή (0-10=1, 10-20=2, >20=3)	ordinal
touch	Αν το κινητό του συμμετέχοντα έχει οθόνη αφής (ναι=1,όχι=0)	nominal
wm_fail_ingood	Αν ο συμμετέχοντας απέτυχε να γράψει το μήνυμα που του ζητήθηκε στο αστικό περιβάλλον υπό καλό καιρό (0=επιτυχία, 1= αποτυχία)	nominal
wm_fail_outgood	Αν ο συμμετέχοντας απέτυχε να γράψει το μήνυμα που του ζητήθηκε στο υπεραστικό περιβάλλον υπό καλό καιρό (0=επιτυχία, 1= αποτυχία)	nominal
wm_fail_inrainy	Αν ο συμμετέχοντας απέτυχε να γράψει το μήνυμα που του ζητήθηκε στο αστικό περιβάλλον υπό βροχή (0=επιτυχία, 1= αποτυχία)	nominal
wm_fail_outrainy	Αν ο συμμετέχοντας απέτυχε να γράψει το μήνυμα που του ζητήθηκε στο υπεραστικό περιβάλλον υπό βροχή (0=επιτυχία, 1= αποτυχία)	nominal
wm_fail_innight	Αν ο συμμετέχοντας απέτυχε να γράψει το μήνυμα που του ζητήθηκε στο αστικό περιβάλλον τη νύχτα (0=επιτυχία, 1= αποτυχία)	nominal
wm_fail_outnight	Αν ο συμμετέχοντας απέτυχε να γράψει το μήνυμα που του ζητήθηκε στο υπεραστικό περιβάλλον τη νύχτα (0=επιτυχία, 1= αποτυχία)	nominal

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου.

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

Κατανομή φύλου

**ΓΡΑΦΗΜΑ 4-1:** Κατανομή φύλου των συμμετεχόντων.

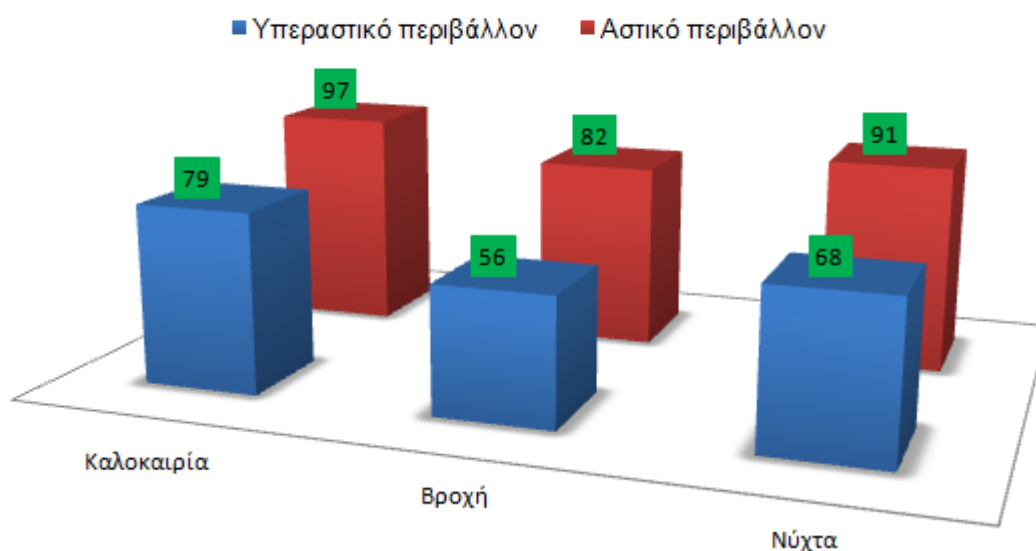
Είδος οθόνης κινητών τηλεφώνων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4-2: Κατανομή του είδους οθόνης κινητών τηλεφώνων.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κατά τη διάρκεια του πειράματος συμπληρώθηκε ειδικό έντυπο από τον συντονιστή που έστελλε και λάμβανε τα γραπτά μηνύματα. Από το έντυπο αυτό προέκυψαν οι μεταβλητές που σχετίζονταν με το πόσο καλά ανταποκρίθηκαν οι οδηγοί στις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν (Γραφήματα 4.3)

Ποσοστό που έγραψε σωστά το μήνυμα ανά οδηγικό περιβάλλον και συνθήκες οδήγησης



ΓΡΑΦΗΜΑ 4-3: Ποσοστό των συμμετεχόντων που έγραψε σωστά το μήνυμα ανά οδηγικό περιβάλλον και ειδικές συνθήκες οδήγησης.

4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

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

Για τη διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης έπρεπε να μελετηθούν ξεχωριστά τα διαστήματα που κάποιος διάβαζε, έγραφε ή οδηγούσε ελεύθερα. 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 τον παράγοντα απόσπασης **στα εξής τμήματα:**

1. τμήμα υπεραστικού οδικού περιβάλλοντος:
 - i. στο οποίο ο οδηγός οδηγούσε ελεύθερα.
 - ii. στο οποίο οδηγός διάβαζε μήνυμα.
 - iii. στο οποίο οδηγός έγραφε μήνυμα.

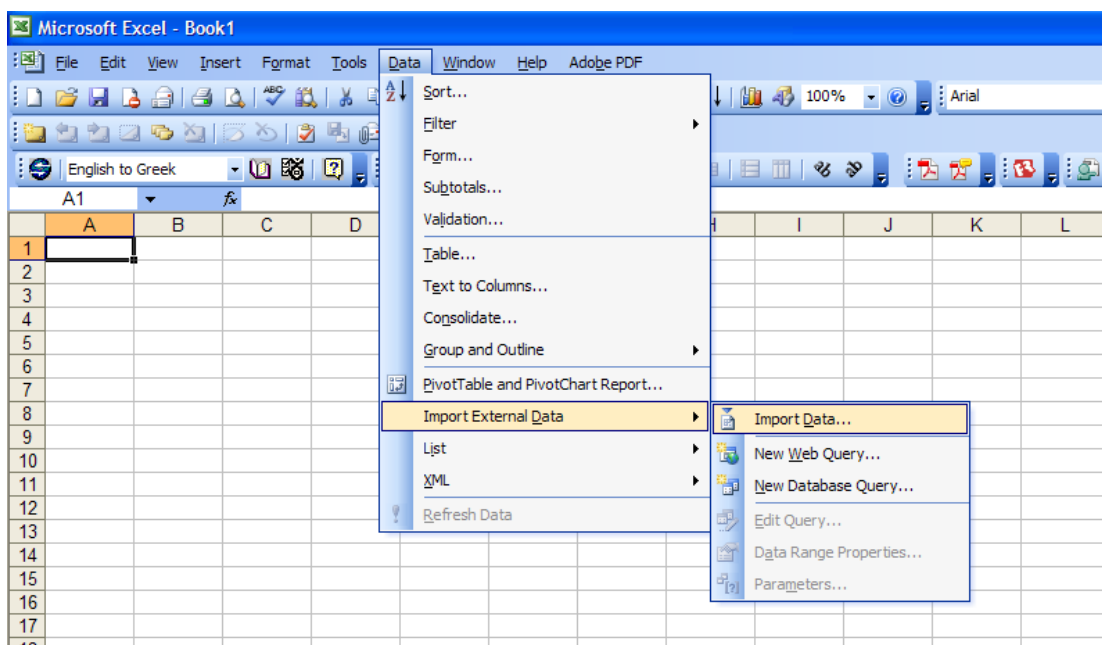
2. τμήμα αστικού οδικού περιβάλλοντος:
 - i. στο οποίο ο οδηγός οδηγούσε ελεύθερα.
 - ii. στο οποίο ο οδηγός διάβαζε μήνυμα.
 - iii. στο οποίο ο οδηγός έγραφε μήνυμα.

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.

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

4.3.2.1 ΣΤΑΔΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

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



ΕΙΚΟΝΑ 4.17: Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel.

1	Time	x-pos	z-pos	road	nicht	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	Wheel	THead	TTL	TTC	AccLat	AccLon	Event	EVVis	EDist	ioDat	ErrNo
10	295	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	946	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
11	328	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1011	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
12	361	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1072	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
13	394	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1128	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
14	428	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1182	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
15	461	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1231	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
16	494	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1277	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
17	527	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1320	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
18	561	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1363	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
19	594	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1403	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
20	627	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1440	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
21	680	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1476	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
22	694	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1510	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
23	727	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1543	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
24	760	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1574	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
25	794	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1605	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
26	827	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1634	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
27	860	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1662	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
28	893	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1689	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
29	927	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1715	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
30	960	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1740	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
31	993	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1764	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
32	1026	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1787	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
33	1060	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1810	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
34	1093	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1832	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
35	1126	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1853	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	
36	1159	1,5	0,2	5	1	0	5	1,5	0	0	0	0	0	0	1873	10000	0,7	0,85	4	10000	10000	10000	0	0	0	0	100000	7af87ff	

ΕΙΚΟΝΑ 4.18: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel-Αρχείο πειράματος.

4.3.2.2 ΣΤΑΔΙΟ 2: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΤΜΗΜΑΤΑ

Τα αρχεία δεδομένων που προέρχονται από τον προσομοιωτή αφορούν στις 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 το παράγοντα απόσπασης. Επίσης όταν η τιμή της μεταβλητής Distance ήταν ίση με την χιλιομετρική θέση όπου άλλαζε το οδηγικό περιβάλλον (Χ.Θ +1100 έως +1650 μέτρα) για αστικό περιβάλλον και υπεραστικό περιβάλλον (Χ.Θ +0,00 έως +1100 μέτρα, +1650 έως τέλος διαδρομής) συμπληρώνονταν οι γραμμές αυτές με τους

χαρακτηρισμούς *inside*, *outside* αντίστοιχα στην πρώτη στήλη. Στα παραδείγματα που ακολουθούν στη χιλιομετρική θέση $Dist=1300$ άρχισε ο συμμετέχοντας να γράφει μήνυμα στο αστικό περιβάλλον (εικόνα 4.19) ενώ στη σειρά όπου $Dist=1100$ ο οδηγός άρχισε να οδηγεί σε αστικό περιβάλλον (εικόνα 4.20).

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data table:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	distract		Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay
4836			161218	-87,59	0,2	1132,4	1	0	1267,4	1,71	62.731	1299,12	32	0	39	100	1	5363	10000
4837			161268	-87,91	0,2	1132,7	1	0	1267,8	1,7	62.724	1299,56	32,1	0	41	100	1	5362	10000
4838			161317	-88,22	0,2	1133	1	0	1268,2	1,69	62.717	1300	32,1	0	51	100	1	5391	10000
4839			161367	-88,54	0,2	1133,3	1	0	1268,7	1,68	62.710	1300,45	32,1	0	25	100	1	5359	10000
4840			161417	-88,86	0,2	1133,6	1	0	1269,1	1,68	62.702	1300,89	32	0	10	100	1	5311	10000
4841			161467	-89,18	0,2	1133,9	1	0	1269,6	1,67	62.695	1301,33	31,8	0	8	100	1	5261	10000
4842			161517	-89,5	0,2	1134,2	1	0	1270	1,66	62.688	1301,77	31,6	0	11	100	1	5216	10000
4843			161567	-89,81	0,2	1134,5	1	0	1270,4	1,65	62.683	1302,21	31,4	0	35	100	1	5204	10000
4844			161617	-90,12	0,2	1134,8	1	0	1270,9	1,64	62.682	1302,64	31,3	0	35	100	1	5191	10000
4845			161667	-90,43	0,2	1135,1	1	0	1271,3	1,64	62.683	1303,07	31,2	0	29	100	1	5166	10000
4846			161700	-90,64	0,2	1135,3	1	0	1271,6	1,63	62.685	1303,36	31,1	0	31	100	1	5153	10000
4847	write	inside	161733	-90,84	0,2	1135,5	1	0	1271,9	1,63	62.687	1303,64	31	0	33	100	1	5142	10000
4848			161766	-91,04	0,2	1135,7	1	0	1272,2	1,63	62.690	1303,93	30,9	0	22	100	1	5120	10000
4849			161800	-91,25	0,2	1135,9	1	0	1272,5	1,62	62.692	1304,22	30,8	0	14	100	1	5090	10000
4850			161833	-91,45	0,2	1136,1	1	0	1272,7	1,62	62.695	1304,5	30,7	0	37	100	1	5087	10000
4851			161883	-91,76	0,2	1136,4	1	0	1273,2	1,62	62.701	1304,93	30,6	0	42	100	1	5094	10000
4852			161933	-92,06	0,2	1136,7	1	0	1273,6	1,61	62.708	1305,35	30,5	0	19	100	1	5056	10000
4853			161983	-92,36	0,2	1137	1	0	1274	1,61	62.717	1305,77	30,4	0	38	100	1	5054	10000
4854			162033	-92,66	0,2	1137,3	1	0	1274,4	1,61	62.730	1306,19	30,4	0	49	100	1	5084	10000
4855			162082	-92,95	0,2	1137,6	1	0	1274,8	1,61	62.744	1306,61	30,4	0	41	100	1	5087	10000
4856			162132	-93,25	0,2	1137,9	1	0	1275,3	1,61	62.759	1307,03	30,4	0	35	100	1	5076	10000
4857			162182	-93,54	0,2	1138,2	1	0	1275,7	1,62	62.775	1307,45	30,4	0	30	100	1	5055	10000
4858			162215	-93,74	0,2	1138,4	1	0	1276	1,62	62.785	1307,73	30,3	0	28	100	1	5038	10000

ΕΙΚΟΝΑ 4.19: Δημιουργία νέας στήλης-έναρξη γραψίματος μηνύματος.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	distract		Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	Wheel
3322			110448	15,59	0,2	1001,7	1	0	1100,1	1,72	0	1095,9	59,6	0	46	100	3	3732	10000	0,83	0,52	28
3323			110481	15,4	0,2	1002,2	1	0	1100,6	1,74	0	1096,44	59,6	0	47	100	3	3737	10000	0,85	0,51	36
3324			110515	15,2	0,2	1002,7	1	0	1101,2	1,75	0	1097,01	59,7	0	48	100	3	3742	10000	0,87	0,49	39
3325			110548	15	0,2	1003,2	1	0	1101,7	1,76	0	1097,56	59,8	0	43	100	3	3745	10000	0,88	0,49	43
3326			110581	14,79	0,2	1003,7	1	0	1102,3	1,77	0	1098,1	59,8	0	33	100	3	3742	10000	0,89	0,49	50
3327			110614	14,58	0,2	1004,2	1	0	1102,8	1,77	0	1098,65	59,8	0	21	100	3	3737	10000	0,9	0,49	50
3328			110648	14,36	0,2	1004,7	1	0	1103,4	1,77	0	1099,22	59,8	0	15	100	3	3730	10000	0,91	0,49	50
3329			110681	14,13	0,2	1005,2	1	0	1103,9	1,77	0	1099,76	59,8	0	36	100	3	3729	10000	0,91	0,5	55
3330			110714	13,91	0,2	1005,7	1	0	1104,5	1,76	0	1100,31	59,8	0	45	100	3	3733	10000	0,91	0,52	56
3331		inside	110747	13,68	0,2	1006,2	1	0	1105	1,75	0	1100,86	59,8	0	49	100	3	3738	10000	0,9	0,53	56
3332			110781	13,44	0,2	1006,7	1	0	1105,6	1,74	0	1101,43	59,9	0	51	100	3	3744	10000	0,9	0,55	56
3333			110814	13,21	0,2	1007,2	1	0	1106,1	1,73	0	1101,97	59,9	0	49	100	3	3750	10000	0,89	0,57	55
3334			110847	12,97	0,2	1007,7	1	0	1106,6	1,71	0	1102,52	60	0	48	100	3	3755	10000	0,88	0,6	55
3335			110880	12,73	0,2	1008,2	1	0	1107,2	1,69	0	1103,07	60	0	48	100	3	3760	10000	0,87	0,62	50
3336			110914	12,49	0,2	1008,7	1	0	1107,8	1,68	0	1103,64	60,1	0	48	100	3	3765	10000	0,85	0,64	50
3337			110947	12,25	0,2	1009,2	1	0	1108,3	1,66	0	1104,19	60,2	0	45	100	3	3768	10000	0,84	0,66	41
3338			110980	12	0,2	1009,7	1	0	1108,9	1,65	0	1104,74	60,2	0	45	100	3	3772	10000	0,83	0,68	41
3339			111013	11,76	0,2	1010,2	1	0	1109,4	1,63	0	1105,3	60,3	0	44	100	3	3774	10000	0,82	0,69	33
3340			111047	11,51	0,2	1010,7	1	0	1110	1,62	0	1105,87	60,4	0	44	100	3	3777	10000	0,81	0,71	33
3341			111080	11,27	0,2	1011,2	1	0	1110,5	1,61	0	1106,42	60,4	0	42	100	3	3779	10000	0,8	0,72	25
3342			111113	11,03	0,2	1011,7	1	0	1111,1	1,61	0	1106,97	60,4	0	40	100	3	3779	10000	0,79	0,73	22
3343			111146	10,79	0,2	1012,2	1	0	1111,6	1,6	0	1107,53	60,5	0	42	100	3	3781	10000	0,79	0,73	17

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

4.3.2.3 ΣΤΑΔΙΟ 3: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Περιγράφονται οι **μεταβλητές** που προέκυψαν για την διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων 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	rspur	Απόσταση του οχήματος από τη μέση του δρόμου σε μέτρα
3	dist	Απόσταση του οχήματος από την αφετηρία της εκκίνησης
4	speed	Ταχύτητα km/h.
5	brk	Θέση φρένων
6	acc	Θέση γκαζιού
7	clutch	Θέση συμπλέκτη
8	gear	Επιλεγμένη ταχύτητα κιβωτίου
9	Rpm	Αριθμός στροφών κινητήρα ανά λεπτό
10	hway	Απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε μέτρα
11	dleft	Απόσταση από το αριστερό άκρο της οδού σε μέτρα
12	dright	Απόσταση από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα
13	thead	Απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε δευτερόλεπτα
14	ttc	Χρόνος έως την σύγκρουση
15	acclon	επιτάχυνση διαμήκης m/s ²
16	evvis	Επικίνδυνο γεγονός, 0 = όχι, 1 = ναι
18	err1no	Αριθμός περιγραφής λάθους
19	err1val	Ο χρόνος αντίδρασης ή μέτρηση που αφορά τη μεταβλητή Err1No
20	evdist	Απόσταση από σημείο επικίνδυνου συμβάντος

Οι μεταβλητές που υπολογίσθηκαν για τη διερεύνηση **συμπεριφοράς και ασφάλειας** νέων οδηγών παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 4.5). Σε κάθε ένα από τα αρχεία που προέκυψαν από τον προσομοιωτή υπολογίσθηκαν οι τιμές των μεταβλητών αυτών για κάθε τμήμα της διαδρομής με χρήση απλών εντολών προγραμματισμού (Εικόνα 4.21). Με τις μεταβλητές αυτές του κάθε αρχείου δημιουργήθηκε ένας **ενιαίος πίνακας** δεδομένων που αφορούσε το αστικό και το υπεραστικό περιβάλλον.

Ένα παράδειγμα από μέρος αυτού του αρχείου παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 4.22). Με τα στοιχεία αυτά δημιουργήθηκε **ένας ενιαίος πίνακας δεδομένων** που αφορούσε τόσο στο αστικό όσο και στο υπεραστικό περιβάλλον.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Πίνακας μεταβλητών για τη διερεύνηση του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού

1	Rainy	οδήγηση υπό βροχή (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
2	Night	οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
3	Good	οδήγηση υπό καλό καιρό (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
4	rspur	μέση απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου (m)
5	rspur_max	μέγιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου (m)
6	rspur_min	ελάχιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου (m)
7	logrspur	ο λογάριθμος της απόστασης οχήματος από τη μέση του δρόμου
8	speed	μέση ταχύτητα (km/h)
9	logV	λογάριθμος μέσης ταχύτητας
10	v_max	μέγιστη ταχύτητα (km/h)
11	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 (m)
14	dright	μέση απόσταση οχήματος από το αριστερό άκρο της οδού (m)
15	acc_no_deer	η πραγματοποίηση κάποιου ατυχήματος χωρίς ελάφι (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
16	acc_deer	η πραγματοποίηση κάποιου ατυχήματος με ελάφι (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
17	accident	η πραγματοποίηση κάποιου ατυχήματος (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
18	RT	μέσος χρόνος αντίδρασης (sec)
19	logRT	ο λογάριθμος του χρόνου αντίδρασης
20	Out_Free	ελευθερη οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
21	Out_Read	οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε υπεραστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
22	Out_Write	οδήγηση με γράψιμο μηνύματος σε υπεραστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
23	In_Free	ελευθερη οδήγηση σε αστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
24	In_Read	οδήγηση με διάβασμα μηνύματος σε αστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
25	In_Write	οδήγηση με γράψιμο μηνύματος σε αστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
26	Vi/Vm_In	ο λόγος της ταχύτητας κάθε οδηγού προς την μέση ταχύτητα των υπόλοιπων οδηγών στο αστικό περιβάλλον
27	Vi/Vm_Out	ο λόγος της ταχύτητας κάθε οδηγού προς την μέση ταχύτητα των υπόλοιπων οδηγών στο υπεραστικό περιβάλλον

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		distract	rspur	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	DLeft	DRight	Accident	Acc-No-De	Acc-Deer	rspur_max	rspur_min	V_max	log_V	log_rspur	RT	log_RT
3401	Inside	Rm	1,87	44,93	5,6	38	86,197	1,93	4323	1,021	5,0274	0	0	0	2,58	0,36	51,8	1,6525	0,271301	1,26	0,100371
3402	Inside	Wm	2,22	33,45	0,8	28	95,41	1,94	3228	1,396	1,0204	1	1	0	3,16	1,37	49,8	1,524336	0,346563	1,4	0,146128
3403	Outside	free	1,9	30,5	1	33	91,523	1,53	3510	1,08	2,2142	1	0	0	2,71	1,33	49,8	1,484328	0,277731		
3404	Outside	Rm	1,78	27,33	0	24	63,924	0,89	4033	0,959	2,403	1	1	0	2,36	1,32	36,1	1,436565	0,249848	1,26	0,100371
3405	Outside	Wm	1,61	20	0	43	98,582	1	3435	0,797	2,5775	1	0	1	1,84	1,5	29,8	1,301076	0,206484	1,66	0,220108

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

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A/A	A/A	rainy	night	good	ektos_free	ektos_Rm	ektos_Wm	entos_free	entos_Rm	entos_Wm	rspur	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch
17	17	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,363	1430,257	65,516	2,581	98,257	53,958
17	17	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,459	1525,423	50,617	4,190	77,045	43,848
18	18	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1,649	510,432	50,392	7,171	40,840	59,786
18	18	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1,918	756,952	43,451	8,620	37,559	54,356
18	18	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1,685	2016,006	37,753	5,550	37,740	63,434
18	18	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1,976	1303,130	33,256	3,973	38,771	57,908
18	18	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1,688	1317,023	30,876	9,189	32,792	34,551
18	18	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2,285	1525,230	28,196	25,477	30,591	40,807
18	18	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1,742	1783,488	63,280	3,092	44,107	61,623
18	18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1,182	775,488	61,950	0,874	51,531	69,686
18	18	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1,871	2059,162	55,351	2,721	49,647	56,858
18	18	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1,791	1511,261	31,977	7,724	47,090	37,929
18	18	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1,776	1263,229	20,123	4,545	43,883	37,440
18	18	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1,500	1208,093	10,417	2,472	0,000	55,250
18	18	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,613	1967,907	72,405	3,163	55,399	63,504
18	18	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1,861	740,822	43,082	6,566	30,703	68,289
18	18	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1,917	1826,596	39,833	10,367	36,957	58,990
18	18	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,714	1305,312	41,279	12,119	45,990	47,151
18	18	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,695	1485,921	36,776	5,758	36,048	35,377
18	18	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1,799	1469,084	31,280	14,584	36,322	49,354
19	19	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1,973	1469,582	56,336	4,062	42,741	64,505

ΕΙΚΟΝΑ 4.22: Απόσπασμα πίνακα δεδομένων για την διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του γραψίματος στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού.

4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σκοπό αυτής της παραγράφου αποτελεί η **περιγραφή της τελικής βάσης 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 δημιουργήθηκε τελικά **μία ενιαία βάση δεδομένων** που θα χρησιμοποιηθεί 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 δημιουργήθηκε **μία ενιαία βάση δεδομένων** για τη διερεύνηση της επιρροής του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-6: Ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης και ατυχήματα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον για τις ειδικές συνθήκες οδήγησης καλοκαιρία, βροχή, νύχτα και τους παράγοντες απόσπασης προσοχής διάβασμα και γράψιμο μηνύματος.

		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΑ			ΒΡΟΧΗ			ΝΥΧΤΑ		
		Ελεύθερη οδήγηση	Διάβασμα μηνύματος	Γράψιμο μηνύματος	Ελεύθερη οδήγηση	Διάβασμα μηνύματος	Γράψιμο μηνύματος	Ελεύθερη οδήγηση	Διάβασμα μηνύματος	Γράψιμο μηνύματος
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	Ταχύτητα (km/h)	49,92	41,08	39,16	46,26	40,49	36,9	46,96	40,44	35,78
	Χρόνος αντίδρασης (s)	0,77	1,01	1,13	1,08	1,35	1,41	0,91	1,20	1,21
	Ατυχήματα	0	5	7	6	15	12	8	7	9
ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	Ταχύτητα (km/h)	37,17	25,46	20,59	35,07	26,5	22,56	35,03	25,23	21,4
	Χρόνος αντίδρασης (s)	1,10	1,29	1,39	1,18	1,44	1,57	1,08	1,33	1,53
	Ατυχήματα	2	9	17	5	16	20	2	11	17

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι, οι οδηγοί όταν γράφουν και διαβάζουν μήνυμα, έχουν μικρότερες ταχύτητες αλλά παρουσιάζουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης και περισσότερα ατυχήματα παρά όταν οδηγούν ελεύθερα. Επιπρόσθετα, η οδήγηση τη νύχτα και υπό βροχή οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας αλλά αύξηση του χρόνου αντίδρασης και των ατυχημάτων σε σύγκριση με την οδήγηση υπό καλό καιρό.

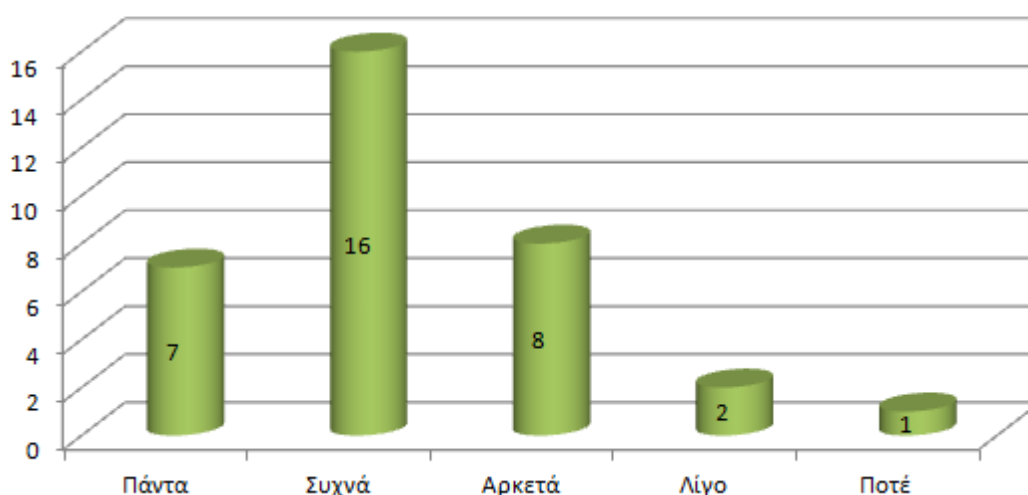
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-7: Πίνακας ποσοστού ατυχημάτων για τους συμμετέχοντες που το κινητό τους τηλέφωνο είχε οθόνη αφής ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες οδήγησης και το οδικό περιβάλλον.

	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΑ		ΒΡΟΧΗ		ΝΥΧΤΑ	
	Συνολικός αριθμός ατυχημάτων	Ποσοστό ατυχημάτων -Με οθόνη αφής	Συνολικός αριθμός ατυχημάτων	Ποσοστό ατυχημάτων -Με οθόνη αφής	Συνολικός αριθμός ατυχημάτων	Ποσοστό ατυχημάτων - Με οθόνη αφής
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	12	58%	33	81%	24	54%
ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	28	64%	41	61%	30	73%

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι, οι οδηγοί που είχαν κινητό με οθόνη αφής είχαν περισσότερα ατυχήματα σε σύγκριση με τους οδηγούς που είχαν κινητό τηλέφωνο με πλήκτρα.

ΓΡΑΦΗΜΑ 4-4: Συχνότητα διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

Συχνότητα διαβάσματος και γραψίματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια οδήγησης



ΓΡΑΦΗΜΑ 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, δημιουργήθηκε μία **ενιαία βάση** δεδομένων.

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.

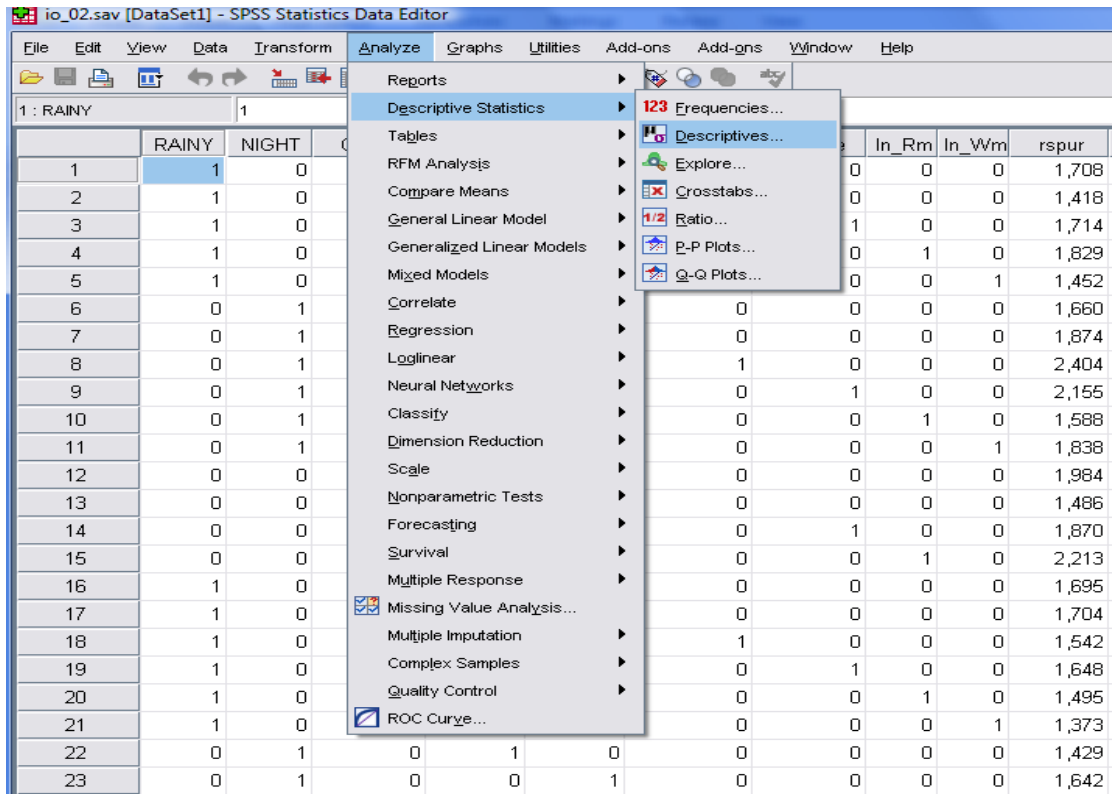
Η εφαρμογή των όσων περιγράφηκαν στο εδάφιο αυτό, παρουσιάζεται στις επόμενες εικόνες.

	RAINY	NIGHT	GOOD	Out_Free	Out_Rm	Out_Wm	IN_Free	In_Rm	In_Wm	rspur	dist	speed	brk	acc	clutch
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1,708	614,428	45,278	1,502	33,590	94,503
2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1,418	427,088	33,519	1,427	26,315	99,592
3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1,714	1295,012	31,436	5,106	26,152	80,375
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1,829	1307,683	23,615	4,403	17,351	57,522
5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,452	1347,332	19,359	6,231	22,244	88,154
6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1,660	696,253	38,815	,000	29,012	95,960
7	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1,874	910,941	33,715	3,551	29,702	92,252
8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2,404	1720,235	32,805	1,848	22,756	93,263
9	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2,155	1310,183	32,471	,000	35,896	70,646
10	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1,588	1248,433	19,869	,265	21,450	98,675
11	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1,838	1210,329	21,998	,000	25,354	72,333
12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,984	655,688	36,963	,573	29,187	93,664
13	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1,486	762,382	32,843	9,547	23,604	91,417
14	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,870	1300,570	22,152	,000	25,242	84,797
15	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2,213	1209,859	16,916	,000	29,969	100,000
16	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1,695	1580,128	55,918	2,965	39,077	93,815
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1,704	711,634	48,930	4,703	27,158	96,847
18	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1,542	1985,541	39,654	2,780	28,257	93,253
19	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1,648	1416,483	33,229	,000	33,832	83,518
20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1,495	1256,026	29,956	8,915	25,920	70,057
21	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,373	1398,787	26,471	26,817	11,524	76,890
22	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1,429	532,198	51,612	4,747	41,998	88,212
23	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1,642	666,276	48,216	9,030	27,268	94,905
24	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1,502	2076,321	41,338	2,791	28,366	90,341
25	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1,620	1428,748	38,420	,000	36,495	71,105

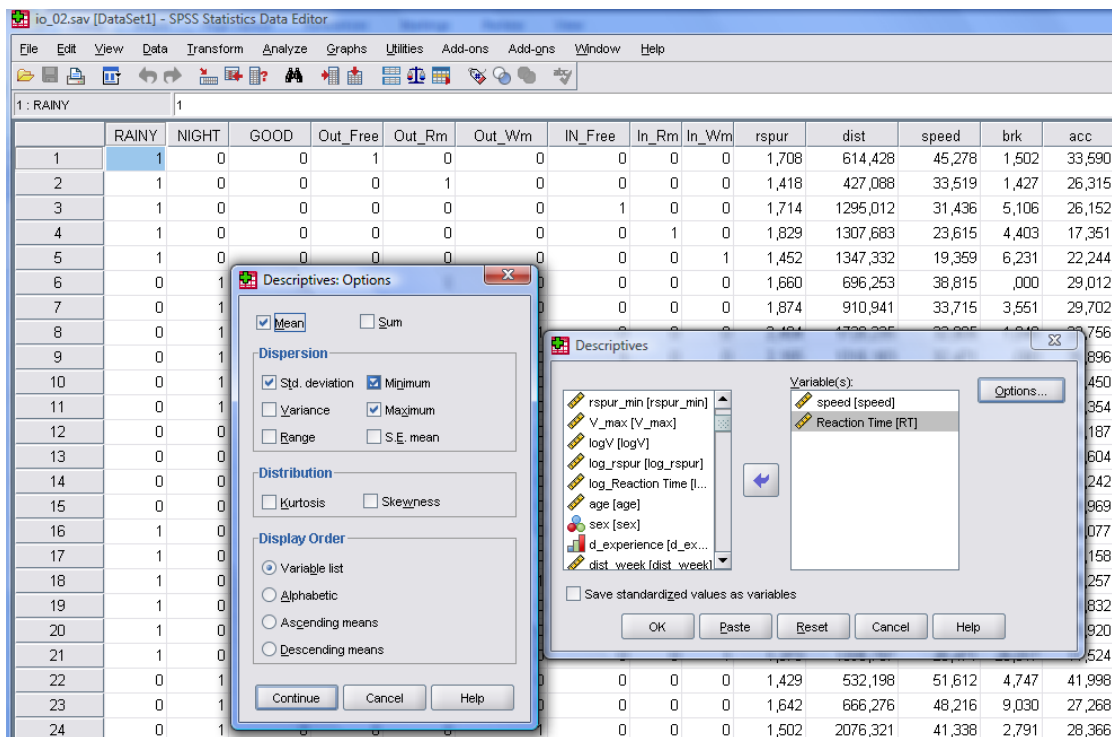
ΕΙΚΟΝΑ 4.23: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	
1	RAINY	Numeric	5	0	RAINY	{0, not_rain...}	9999	5	Right	Nominal
2	NIGHT	Numeric	5	0	NIGHT	{0, not_nigh...}	None	5	Right	Nominal
3	GOOD	Numeric	7	0	GOOD	{0, not good...}	None	7	Right	Nominal
4	Out_Free	Numeric	4	0	Outside_free	{0, not free ...}	None	6	Right	Nominal
5	Out_Rm	Numeric	4	0	Outside_readm	{0, not Read...}	None	6	Right	Nominal
6	Out_Wm	Numeric	8	0	Outside_writem	{0, not Writ...}	None	8	Right	Nominal
7	IN_Free	Numeric	7	0	Inside_free	{0, NOT FR...}	None	7	Right	Nominal
8	In_Rm	Numeric	4	0	Inside_ReadM	{0, not Rm i...}	None	4	Right	Nominal
9	In_Wm	Numeric	4	0	Inside_writem	{0, not wm i...}	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	brk	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	DLeft	Numeric	8	3	DLeft	None	9999,000	8	Right	Scale
19	DRight	Numeric	8	3	DRight	None	9999,000	8	Right	Scale
20	Accident	Numeric	8	0	Accident	{0, 0 atuxh...}	9999	8	Right	Ordinal
21	Acc_No_Deer	Numeric	8	0	Accident No Deer	{0, kanena ...}	9999	9	Right	Ordinal
22	Acc_Deer	Numeric	1	0	Accident me elafi	{0, kanena ...}	9999	7	Right	Ordinal
23	rspur_max	Numeric	9	3	rspur_max	None	9999,000	9	Right	Scale
24	rspur_min	Numeric	9	3	rspur_min	None	9999,000	9	Right	Scale
25	V_max	Numeric	8	3	V_max	None	9999,000	8	Right	Scale
26	logV	Numeric	9	3	logV	None	9999,000	9	Right	Scale
27	log_rspur	Numeric	8	3	log_rspur	None	9999,000	8	Right	Scale

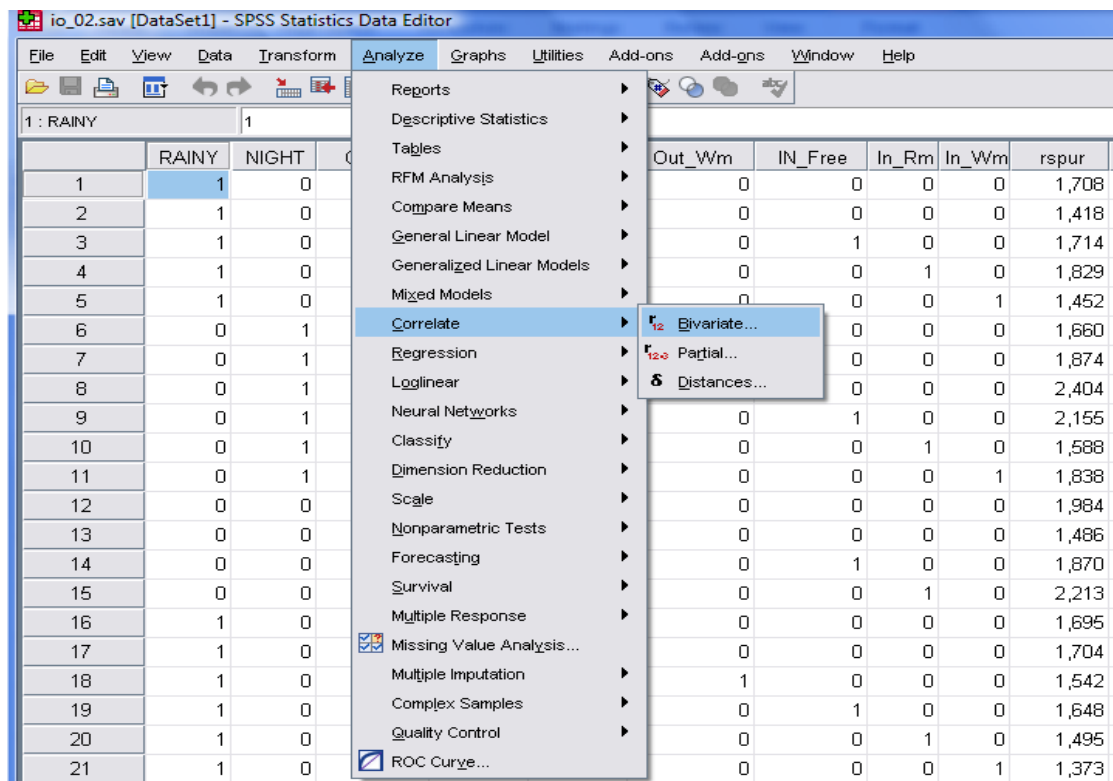
ΕΙΚΟΝΑ 4.24: Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



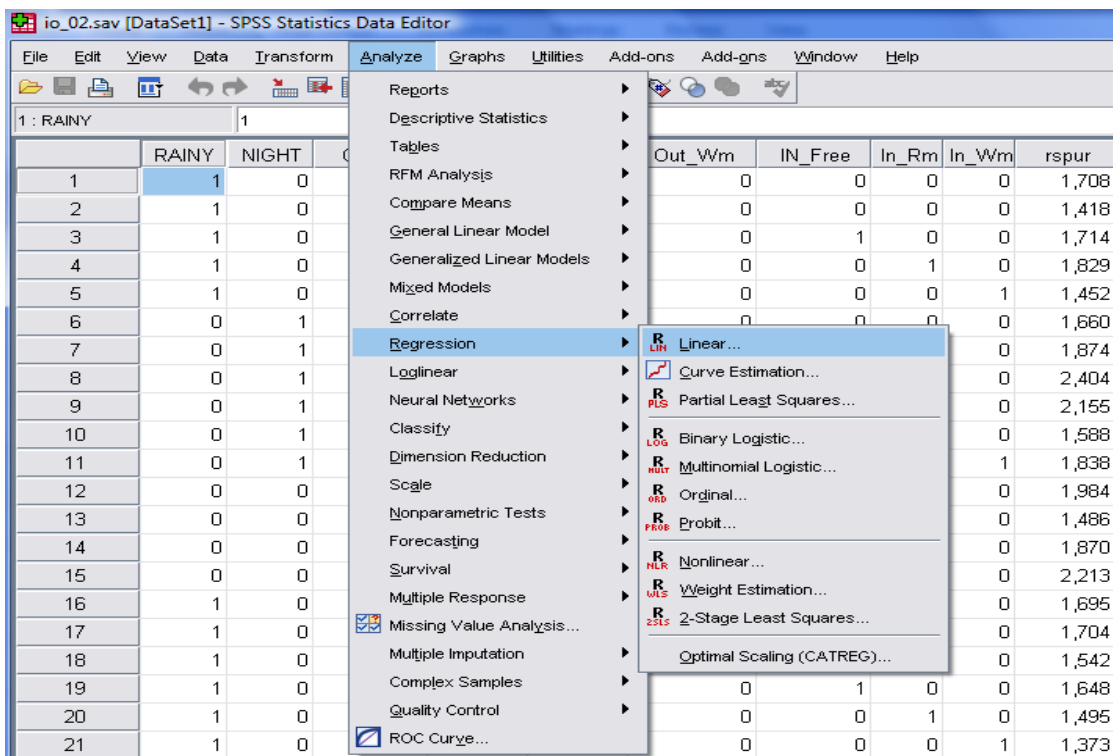
ΕΙΚΟΝΑ 4.25: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



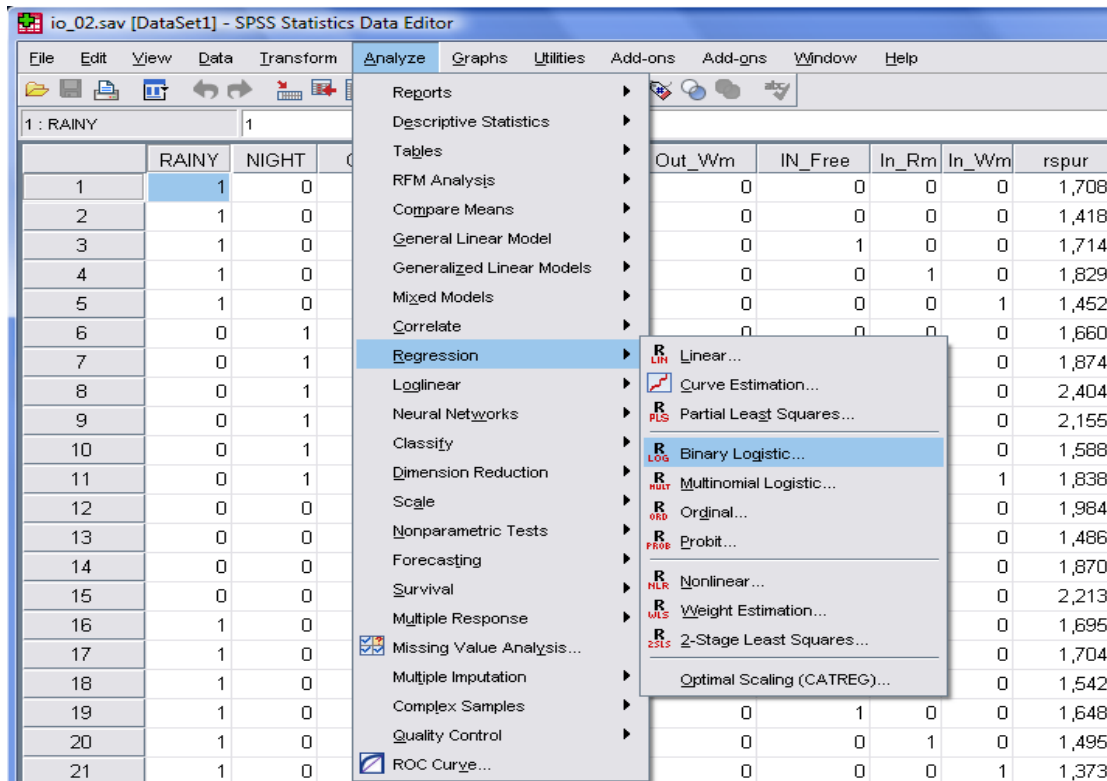
ΕΙΚΟΝΑ 4.26: Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μεγίστου και του ελαχίστου στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



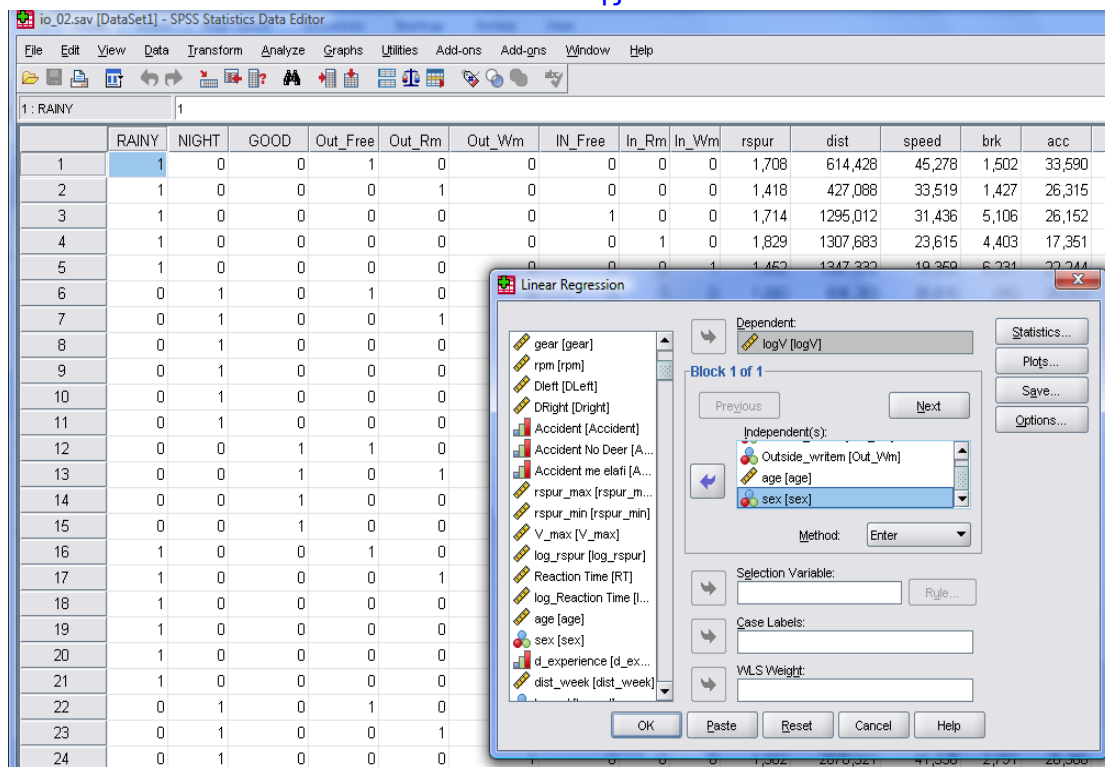
ΕΙΚΟΝΑ 4.27: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



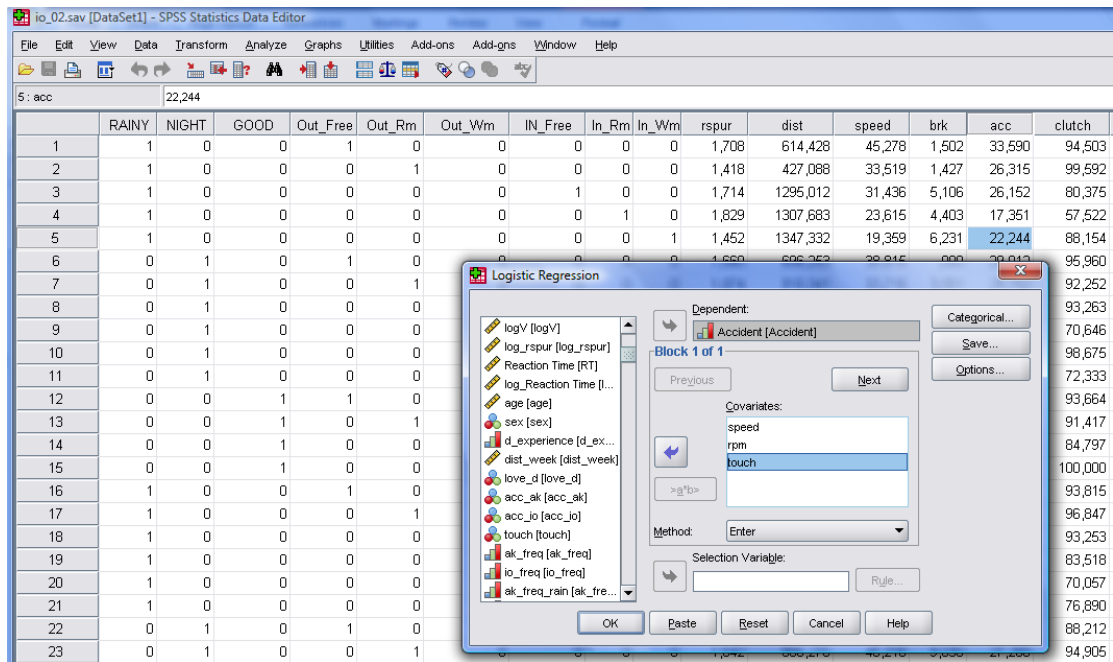
ΕΙΚΟΝΑ 4.28: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



ΕΙΚΟΝΑ 4.29: Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



ΕΙΚΟΝΑ 4.30: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



ΕΙΚΟΝΑ 4.31: 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 υποκεφάλαιο 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 του μέσου χρόνου αντίδρασης και δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό πρότυπο εξετάστηκε η επιρροή του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά. Τα μοντέλα που ακολουθούν προέκυψαν μετά από πληθώρα δοκιμών, διαδικασία χρονοβόρα και δύσκολη.

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Στην παράγραφο περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και θα διερευνηθεί η επιρροή του διαβάσματος και του γραψίματος 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 αστικό και υπεραστικό περιβάλλον. 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). Οι μεταβλητές που ακολουθούν περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

logV: μέση ταχύτητα οδήγησης.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Out_Free: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα οδηγεί ελεύθερα σε υπεραστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι).

Out_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα διάβάζει μήνυμα σε υπεραστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι).

In_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα διαβάζει μήνυμα σε αστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι).

In_Write: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα γράφει μήνυμα σε υπεραστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι).

acc: μέση τιμή επιτάχυνσης (m/s^2).

rpm: μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος.

rspur: μέση απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα.

rspur_min: ελάχιστη απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα.

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

out_freq1: εάν οδηγεί συχνά σε υπεραστική οδό (1=Ναι, 0=Όχι)

in_freq1: εάν οδηγεί συχνά σε αστική οδό (1=Ναι, 0=Όχι)

b_sms1: εάν ο οδηγός αλλάζει οδηγική συμπεριφορά μειώνοντας ταχύτητα όταν διαβάζει/γράφει μήνυμα (1=Ναι, 0=Όχι).

Επισημαίνεται ότι, οι μεταβλητές logV, acc, rpm, rspur, rspur_min ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) 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 (μέση ταχύτητα οδήγησης), acc (μέση τιμή επιτάχυνσης σε m/s^2), rpm (μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος), rspur (μέση απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα), rspur_min (ελάχιστη απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών αστικού περιβάλλοντος.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
speed	297	9,173	65,516	27,87314	8,957503
logV	297	,963	1,816	1,42271	,141860
rspur	297	1,042	2,535	1,68691	,227917
rpm	297	823,778	6410,414	3111,29196	936,692076
Valid N (listwise)	297				

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών υπεραστικού περιβάλλοντος.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
speed	286	23,554	78,751	41,97091	8,982205
logV	286	1,372	1,896	1,61340	,091046
rspur_min	286	-2,790	2,410	,80527	,758027
acc	286	17,746	80,763	33,44750	7,915385
Valid N (listwise)	286				

5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Το επόμενο βήμα αφορά στη **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διαδικασία της μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται και πάλι μέσω της εντολής analyze (analyze → correlate → bivariate correlations). Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πεδίο Variables. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Μετά από **πληθώρα δοκιμών** προέκυψαν τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3: Απόρριψη μεταβλητής λόγω θετικής συσχέτισής της με άλλη μεταβλητή του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης στο υπεραστικό περιβάλλον.

		Correlations					
		Out_Read	Out_Free	touch	out_freq1	b_sms1	d_experience1
Out_Read	Pearson Correlation	1	-,200**	,002	-,015	,002	-,004
	Sig. (2-tailed)		,000	,959	,717	,954	,920
	N	584	584	584	584	584	584
Out_Free	Pearson Correlation	-,200**	1	,002	,001	,002	,015
	Sig. (2-tailed)	,000		,957	,975	,962	,711
	N	584	584	584	584	584	584
touch	Pearson Correlation	,002	,002	1	,010	-,166**	,281**
	Sig. (2-tailed)	,959	,957		,811	,000	,000
	N	584	584	584	584	584	584
out_freq1	Pearson Correlation	-,015	,001	,010	1	-,186**	,352**
	Sig. (2-tailed)	,717	,975	,811		,000	,000
	N	584	584	584	584	584	584
b_sms1	Pearson Correlation	,002	,002	-,166**	-,186**	1	-,499**
	Sig. (2-tailed)	,954	,962	,000	,000		,000
	N	584	584	584	584	584	584
d_experience1	Pearson Correlation	-,004	,015	,281**	,352**	-,499**	1
	Sig. (2-tailed)	,920	,711	,000	,000	,000	
	N	584	584	584	584	584	584

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4: Συσχέτιση διακριτών τελικών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης υπεραστικού περιβάλλοντος.**υπεραστικό περιβάλλον συσχέτιση διακριτών μεταβλητών****Correlations**

		Out_Read	Out_Free	touch	out_freq1	b_sms1
Out_Read	Pearson Correlation	1	-,201**	,003	-,015	,002
	Sig. (2-tailed)		,000	,941	,723	,966
	N	585	585	585	585	585
Out_Free	Pearson Correlation	-,201**	1	-,002	,000	,005
	Sig. (2-tailed)	,000		,955	,995	,904
	N	585	585	585	585	585
touch	Pearson Correlation	,003	-,002	1	,011	-,167**
	Sig. (2-tailed)	,941	,955		,795	,000
	N	585	585	585	585	585
out_freq1	Pearson Correlation	-,015	,000	,011	1	-,186**
	Sig. (2-tailed)	,723	,995	,795		,000
	N	585	585	585	585	585
b_sms1	Pearson Correlation	,002	,005	-,167**	-,186**	1
	Sig. (2-tailed)	,966	,904	,000	,000	
	N	585	585	585	585	585

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5: Απόρριψη μεταβλητής λόγω θετικής συσχέτισης της με άλλη μεταβλητή του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού περιβάλλοντος.**Correlations**

		In_Read	In_Write	touch	in_freq1	io_freq_rain
In_Read	Pearson Correlation	1	-,202**	-,007	-,006	,000
	Sig. (2-tailed)		,000	,865	,889	,995
	N	584	584	584	584	584
In_Write	Pearson Correlation	-,202**	1	,006	,006	-,014
	Sig. (2-tailed)	,000		,886	,891	,743
	N	584	584	584	584	584
touch	Pearson Correlation	-,007	,006	1	,090*	-,009
	Sig. (2-tailed)	,865	,886		,030	,832
	N	584	584	584	584	584
in_freq1	Pearson Correlation	-,006	,006	,090*	1	-,587**
	Sig. (2-tailed)	,889	,891	,030		,000
	N	584	584	584	584	584
io_freq_rain	Pearson Correlation	,000	-,014	-,009	-,587**	1
	Sig. (2-tailed)	,995	,743	,832	,000	
	N	584	584	584	584	584

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6: Συσχέτιση διακριτών τελικών μεταβλητών του μοντέλου αστικού περιβάλλοντος οδήγησης.

Correlations

		In_Read	In_Write	touch	in_freq1
In_Read	Pearson Correlation	1	-,201**	-,006	-,004
	Sig. (2-tailed)		,000	,883	,916
	N	585	585	585	585
In_Write	Pearson Correlation	-,201**	1	,007	,007
	Sig. (2-tailed)	,000		,869	,865
	N	585	585	585	585
touch	Pearson Correlation	-,006	,007	1	,093*
	Sig. (2-tailed)	,883	,869		,025
	N	585	585	585	585
in_freq1	Pearson Correlation	-,004	,007	,093*	1
	Sig. (2-tailed)	,916	,865	,025	
	N	585	585	585	585

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7: Συσχέτιση συνεχών τελικών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού περιβάλλοντος.

αστικό περιβάλλον συσχέτιση συνεχών μεταβλητών

Correlations

		rspur	rpm
rspur	Pearson Correlation	1	-,039
	Sig. (2-tailed)		,347
	N	585	585
rpm	Pearson Correlation	-,039	1
	Sig. (2-tailed)	,347	
	N	585	585

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-8: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης υπεραστικού περιβάλλοντος.

υπεραστικό περιβάλλον συσχέτιση συνεχών μεταβλητών

Correlations

		rspur_min	acc
rspur_min	Pearson Correlation	1	-,249**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	585	585
acc	Pearson Correlation	-,249**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	585	585

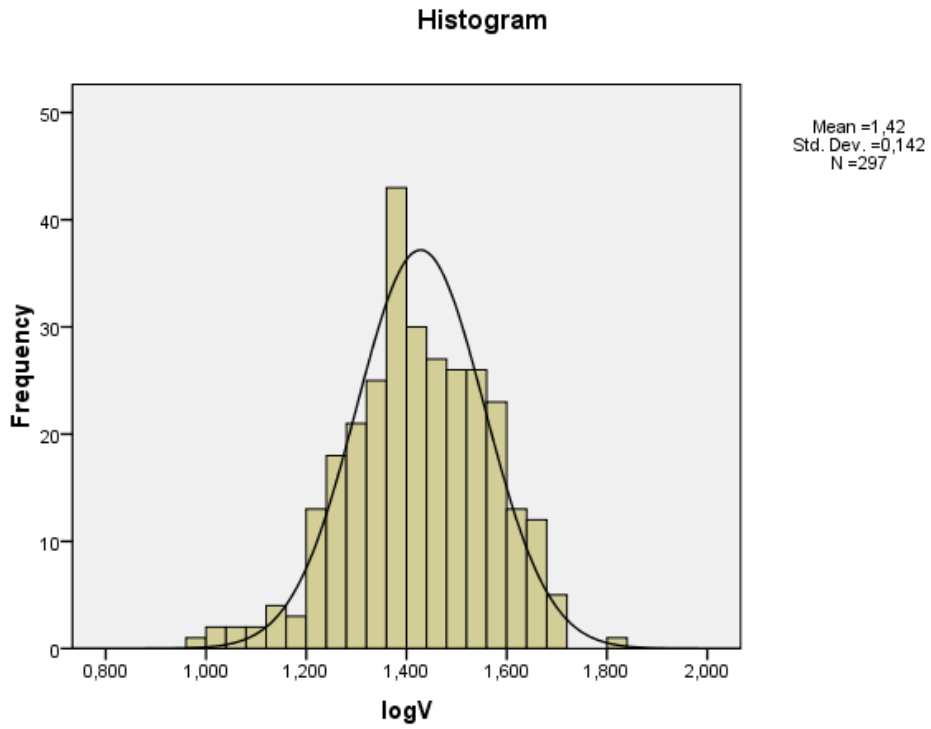
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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

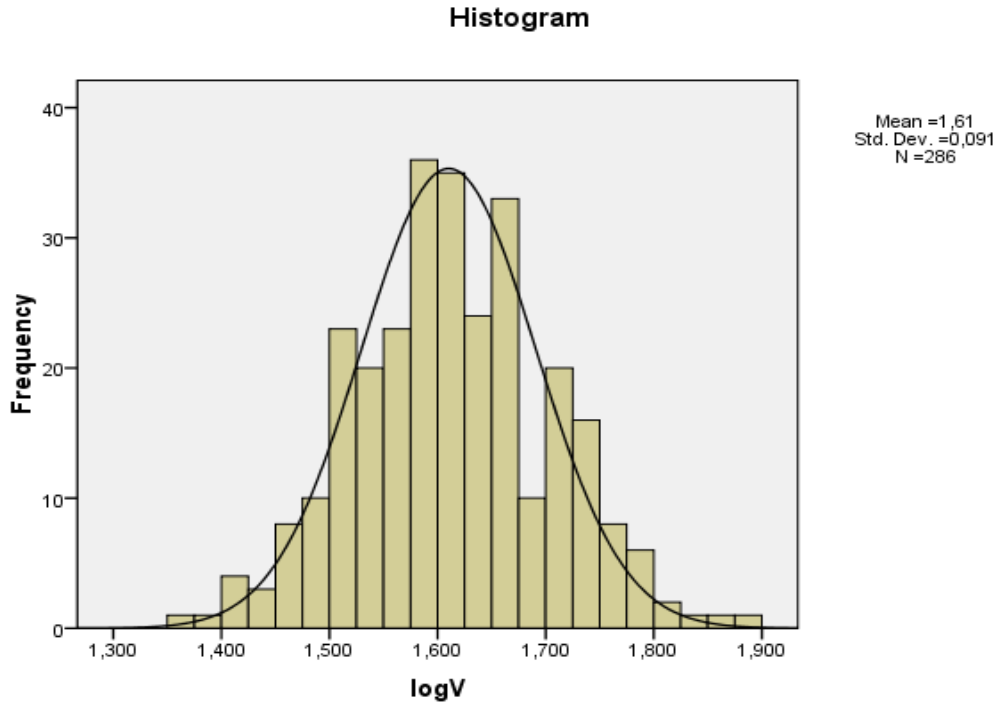
5.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια νέων οδηγών.

Η επιρροή του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω των μοντέλων της ταχύτητας και του χρόνου αντίδρασης. Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν πιο κάτω τα διαγράμματα της μέσης ταχύτητας και σε επόμενο υποκεφάλαιο τα διαγράμματα του χρόνου αντίδρασης.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της ταχύτητας σε αστικό περιβάλλον.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-2: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της ταχύτητας σε υπεραστικό περιβάλλον.

5.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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. Οι μεταβλητές βροχή (Rainy) και νύχτα (Night) μετά απο πληθώρα δοκιμών προέκυψαν στατιστικά ασήμαντες και για αυτό ακριβώς τον λόγο δεν συμπεριλήφθησαν στο τελικά μοντέλα του αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-9: Ενδεικτικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο αστικό περιβάλλον με στατιστικά ασήμαντη την μεταβλητή βροχή.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,425	,029		49,986	,000
	In_Read	-,176	,010	-,435	-18,406	,000
	In_Write	-,244	,010	-,593	-24,425	,000
	rspur	-,045	,013	-,081	-3,377	,001
	rpm	6,950E-5	,000	,377	15,899	,000
	touch	-,013	,007	-,043	-1,877	,061
	in_freq1	,030	,008	,083	3,533	,000
	RAINY	,007	,007	,022	,976	,329

a. Dependent Variable: logV

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-10: Ενδεικτικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο αστικό περιβάλλον με στατιστικά ασήμαντη την μεταβλητή νύχτα.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,429	,028		50,392	,000
	In_Read	-,176	,010	-,435	-18,405	,000
	In_Write	-,244	,010	-,593	-24,436	,000
	rspur	-,044	,013	-,079	-3,295	,001
	rpm	6,939E-5	,000	,376	15,895	,000
	touch	-,014	,007	-,044	-1,913	,056
	in_freq1	,030	,008	,083	3,525	,000
	NIGHT	-,011	,007	-,033	-1,432	,153

a. Dependent Variable: logV

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-11: Τελικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο αστικό περιβάλλον.

Model Summary

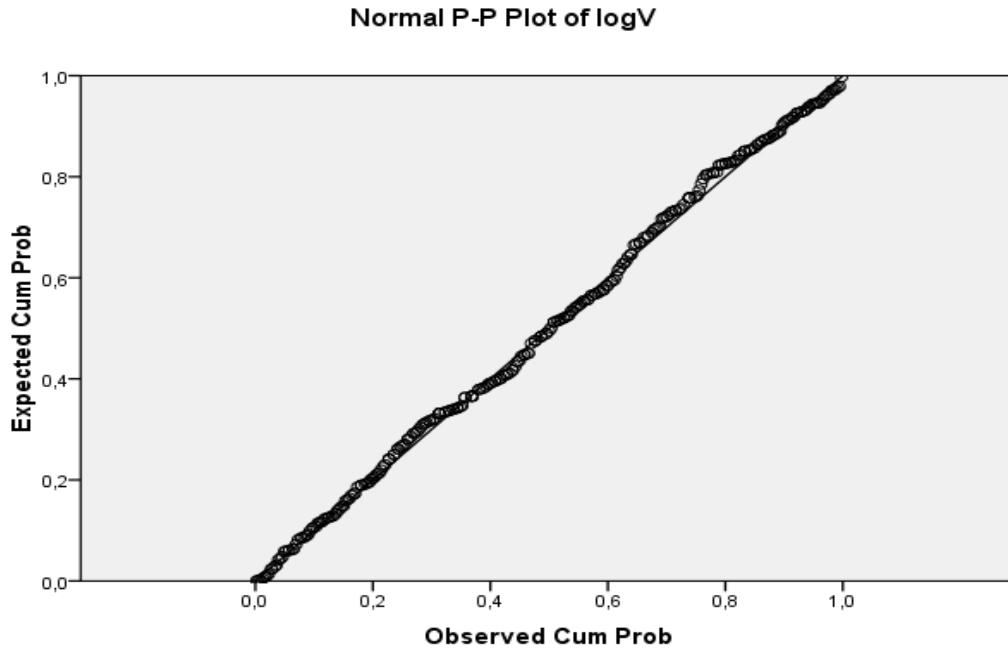
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,837 ^a	,700	,697	,084118

a. Predictors: (Constant), in_freq1, In_Read, touch, rpm, rspur, In_Write

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,428	,028		50,368	,000
	In_Read	-,177	,010	-,435	-18,434	,000
	In_Write	-,244	,010	-,593	-24,453	,000
	rspur	-,045	,013	-,081	-3,365	,001
	rpm	6,938E-5	,000	,376	15,881	,000
	touch	-,014	,007	-,044	-1,917	,056
	in_freq1	,030	,008	,082	3,490	,001

a. Dependent Variable: logV



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-3: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αστικό περιβάλλον.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-12: Ενδεικτικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο υπεραστικό περιβάλλον με στατιστικά ασήμαντες τις μεταβλητές βροχή και νύχτα.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,329	,021		63,351	,000
	Out_Read	,134	,012	,323	10,789	,000
	Out_Free	,157	,013	,388	12,365	,000
	touch	-,021	,009	-,067	-2,327	,020
	out_freq1	,022	,012	,050	1,755	,080
	rspur_min	-,035	,008	-,145	-4,513	,000
	acc	,006	,000	,411	13,932	,000
	b_sms1	-,021	,009	-,067	-2,281	,023
	RAINY	-,002	,011	-,005	-,158	,875
	NIGHT	-,009	,011	-,028	-,849	,396

a. Dependent Variable: logV

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-13: Τελικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο υπεραστικό περιβάλλον

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,736 ^a	,542	,536	,104087

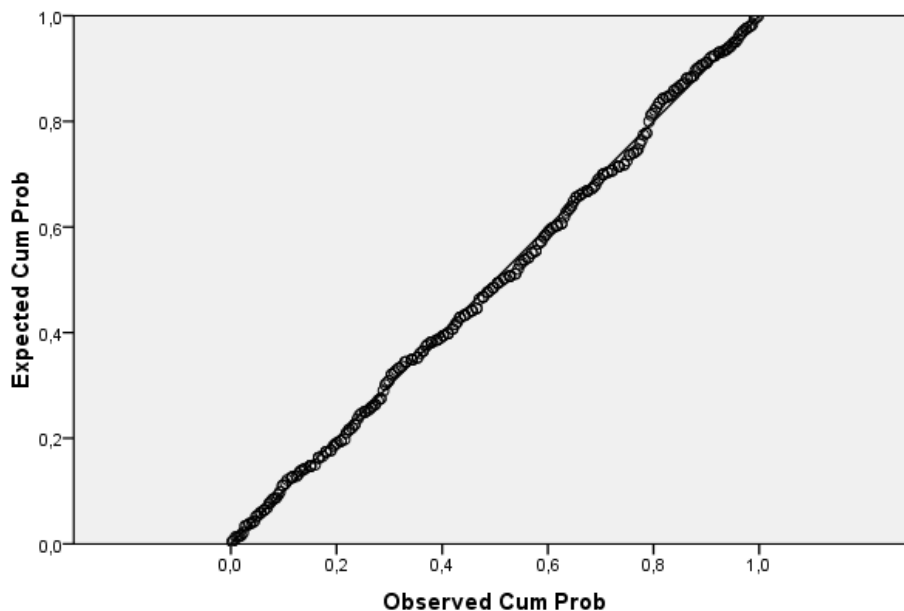
a. Predictors: (Constant), out_freq1, Out_Free, touch, Out_Read, acc, b_sms1, rspur_min

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,326	,020		65,438	,000
	Out_Read	,134	,012	,323	10,794	,000
	Out_Free	,157	,013	,387	12,360	,000
	rspur_min	-,035	,008	-,147	-4,588	,000
	acc	,006	,000	,412	13,951	,000
	touch	-,021	,009	-,066	-2,310	,021
	b_sms1	-,021	,009	-,067	-2,289	,022
	out_freq1	,022	,012	,051	1,775	,076

a. Dependent Variable: logV

Normal P-P Plot of logV



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-4: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε υπεραστικό περιβάλλον.

Παρατηρούμε τα εξής:

- i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,700 στο μοντέλο που μελετήθηκε το αστικό τμήμα της διαδρομής, ενώ στο μοντέλο που μελετήθηκε το υπεραστικό τμήμα της διαδρομής ισούται με 0,542.
- ii. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- iii. Η μεταβλητές που αφορούν το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων εμπεριέχονται και στα δύο στατιστικά μοντέλα.

5.2.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα τελικά μοντέλα τη λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για την μέση ταχύτητα οδήγησης, των οποίων **οι μαθηματικές σχέσεις** παρουσιάζονται πιο κάτω.

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

$$\log V = -0.177 * \ln_Read - 0.244 * \ln_Write - 0.045 * r_{spur} + (6.94 * 10^{-5}) * rpm - 0.014 * touch + 0.030 * in_freq1 + 1.428$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$V = 10^{\{-0.177 * \ln_Read - 0.244 * \ln_Write - 0.045 * r_{spur} + (6.94 * 10^{-5}) * rpm - 0.014 * touch + 0.030 * in_freq1 + 1.428\}}$$

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

$$\log V = 0.134 * Out_Read + 0.157 * Out_Free - 0.035 * r_{spur_min} + 0.006 * acc - 0.021 * touch + 0.022 * out_freq1 - 0.021 * b_sms1 + 1.326$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$V = 10^{\{0.134 \cdot \text{Out_Read} + 0.157 \cdot \text{Out_Free} - 0.035 \cdot \text{rspur_min} + 0.006 \cdot \text{acc} - 0.021 \cdot \text{touch} + 0.022 \cdot \text{out_freq1} - 0.021 \cdot \text{b_sms1} + 1.326\}}$$

όπου:

logV: μέση ταχύτητα οδήγησης

Out_Free: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα οδηγεί ελεύθερα σε υπεραστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι)

Out_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα διάβάζει μήνυμα σε υπεραστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι)

In_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα διαβάζει μήνυμα σε αστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι)

In_Write: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα γράφει μήνυμα σε αστικό περιβάλλον (1=Ναι, 0=Όχι)

acc: μέση τιμή επιτάχυνσης (m/s^2)

rpm: μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος

rspur: μέση απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα

rspur_min: ελάχιστη απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα

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

out_freq1: εάν οδηγεί συχνά σε υπεραστική οδό (1=Ναι, 0=Όχι)

in_freq1: εάν οδηγεί συχνά σε αστική οδό (1=Ναι, 0=Όχι)

b_sms1: εάν οδηγός αλλάζει οδηγική συμπεριφορά μειώνοντας ταχύτητα όταν διαβάζει/αποστέλλει γραπτό μήνυμα (1=Ναι, 0=Όχι)

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Out_Free», (με συντελεστή μεγαλύτερο από τη μεταβλητή Out_Read) στο δεύτερο μοντέλο, αποδεικνύει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Πιο απλά, το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι, **η ελεύθερη**

οδήγηση (τιμή 1 της μεταβλητής και τιμή 0 στην μεταβλητή Out_Read) **επιφέρει αύξηση στην ταχύτητα** στο υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση πάντοτε με το γράψιμο μηνύματος. Δηλαδή, **έχοντας ως βάση αναφοράς το γράψιμο μηνύματος** προκύπτει ότι, οι οδηγοί που γράφουν μήνυμα έχουν χαμηλότερες ταχύτητες σε υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς η ελεύθερη οδήγηση επιφέρει αίσθημα ασφάλειας στους οδηγούς με αποτέλεσμα να αυξάνουν ταχύτητα σε σύγκριση με το γράψιμο μηνύματος. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού, που προέρχεται από το γράψιμο μηνύματος, οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας. Η ελάττωση της ταχύτητας, όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών, λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις που προκαλεί το γράψιμο μηνύματος κατά την οδήγηση.

Αναφέρεται ότι, η μεταβλητή «Out_Free» θεωρείται στατιστικά σημαντική στο δεύτερο μοντέλο, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 12,365.

ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Out_Read», (με συντελεστή μικρότερο από την μεταβλητή Out_Free) στο δεύτερο μοντέλο, αποδεικνύει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Πιο απλά, το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι, **το διάβασμα μηνύματος** (τιμή 1 της μεταβλητής και τιμή 0 στην μεταβλητή Out_Free) **επιφέρει αύξηση στην ταχύτητα** στο υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση πάντοτε με το γράψιμο μηνύματος. Δηλαδή, έχοντας ως βάση αναφοράς το γράψιμο μηνύματος (και όχι την ελεύθερη οδήγηση όπως στο μοντέλο 1) προκύπτει ότι, οι οδηγοί που γράφουν μήνυμα έχουν χαμηλότερες ταχύτητες στο υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς το διάβασμα μηνύματος θεωρείται εύκολότερο για τους οδηγούς σε σύγκριση με το γράψιμο μηνύματος, με αποτέλεσμα να αυξάνουν ταχύτητα. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού, που προέρχεται από το γράψιμο μηνύματος, οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας. Όσο πιο δύσκολο θεωρούν οι οδηγοί τον παράγοντα

απόσπασης τόσο πιο πολύ μειώνουν την ταχύτητά τους. Η ελάττωση της ταχύτητας, όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών, λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις που προκαλεί το γράψιμο μηνυμάτων κατά την οδήγηση.

Αναφέρεται ότι, η μεταβλητή «Out_Read» θεωρείται στατιστικά σημαντική στο δεύτερο μοντέλο, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 12,79.

ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΙ ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το αρνητικό πρόσημο των μεταβλητών «In_Read», (με συντελεστή μικρότερο από την μεταβλητή In_Write) και «In_Write» στο πρώτο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής των διακριτών αυτών μεταβλητών, συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι, το **διάβασμα** και το **γράψιμο** μηνύματος (τιμή 1 της μεταβλητής που θα εξεταστεί) **επιφέρουν μείωση στην ταχύτητα** σε αστικό περιβάλλον σε σχέση πάντοτε με την ελεύθερη οδήγηση. Δηλαδή, **έχοντας ως βάση αναφοράς την ελεύθερη οδήγηση** (και όχι το γράψιμο μηνύματος όπως το μοντέλο 2) οι οδηγοί που διαβάζουν και γράφουν μήνυμα έχουν χαμηλότερες ταχύτητες στο αστικό περιβάλλον. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς η ελεύθερη οδήγηση επιφέρει αίσθημα ασφάλειας στους οδηγούς με αποτέλεσμα να αυξάνουν ταχύτητα σε σύγκριση με το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού, που προέρχεται από το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος, οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας. Η ελάττωση της ταχύτητας, όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών, λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις που προκαλεί η αποστολή και λήψη γραπτών μηνυμάτων κατά την οδήγηση.

Αναφέρεται ότι, οι μεταβλητές «In_Read» και «In_Write» θεωρούνται στατιστικά σημαντικές στο δεύτερο μοντέλο, καθώς οι απόλυτες τιμές του δείκτη t είναι 18,43 και 24,45 αντίστοιχα.

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ

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

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «acc» στο δεύτερο μοντέλο είναι 13,95, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΗΧΑΝΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

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

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «rpm» είναι 15,88 στο πρώτο μοντέλο γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΜΕΣΗ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Η συνεχείς μεταβλητές «rspur» και «rspur_min» εμφανίζονται στο πρώτο και δεύτερο μαθηματικό μοντέλο ταχύτητας με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε δηλαδή ότι, αύξηση της τιμής των μεταβλητών συνεπάγεται μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Συνεπώς, η αύξηση της μέσης και ελάχιστης απόστασης του οχήματος από το κεντρικό άξονα της οδού επιφέρει

μείωση της ταχύτητας. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι, οι πιο επιθετικοί οδηγοί, βρίσκονται κοντά στον άξονα της οδού και αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες ενώ οι πιο δειλοί και ανασφαλείς οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες πιο κοντά στην δεξιά οριογραμμή και απομακρύνονται απο τον άξονα της οδού που αποτελεί πιθανη αιτία σύγκρουσης με τα οχήματα από το αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας. Αυτή η σχέση ενδεχομένως εξηγείται και από το ότι, καθώς μειώνεται η απόσταση από τον άξονα της οδού ο οδηγός έχει μεγαλύτερη απόσταση από τα οχήματα της αντίθετης κυκλοφορίας και έτσι έχει περισσότερη άνεση στην οδήγηση με αποτέλεσμα να αναπτύσσει μεγαλύτερες ταχύτητες.

Ο ΟΔΗΓΟΣ ΕΧΕΙ ΚΙΝΗΤΟ ΜΕ ΟΘΟΝΗ ΑΦΗΣ

Η διακριτή μεταβλητή **«touch»** χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που το κινητό τους είναι με οθόνη αφής (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που το κινητό τους είναι με κουμπιά (τιμή 0 της μεταβλητής). Επισημαίνεται ότι, όλοι οι οδηγοί του πειράματος ήταν υποχρεωμένοι να γράψουν τα μηνύματα. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει και στα δύο μαθηματικά μοντέλα ότι, οι οδηγοί που το κινητό τους τηλέφωνο δεν είναι με κουμπιά και άρα το διάβασμα και το γράψιμο των μηνυμάτων έγινε μέσω κινητού με οθόνη αφής παρουσίασαν **μικρότερες ταχύτητες**. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί (τιμή 1 της μεταβλητής) δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις κατά την οδήγηση γιατί πρέπει να βλέπουν με μεγαλύτερη συχνότητα και διάρκεια το κινητό τους τηλέφωνο για να ελέγχουν την ορθότητα του μηνυματός τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «touch» είναι 2,045 και 1,818 στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο αντίστοιχα.

ΣΥΧΝΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΟΔΟΥ

Οι μεταβλητές **«in_freq1»** και **«out_freq1»** παρουσιάζονται και στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής οδηγεί σε **αύξηση της ταχύτητας**. Η μεταβλητές

αυτές είχαν εισαχθεί στη βάση δεδομένων ως διακριτές και προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο. Επομένως, το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι, οι οδηγοί που είναι συχνοί χρήστες της οδού, εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα από τους υπόλοιπους λόγω της εμπειρίας που διαθέτουν. Η επιρροή αυτή φαίνεται λογική καθώς οι οδηγοί που είναι συχνοί χρήστες είναι πιο εξοικειωμένοι με την ταχύτητα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 1,92 και 2,31 στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο αντίστοιχα, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών.

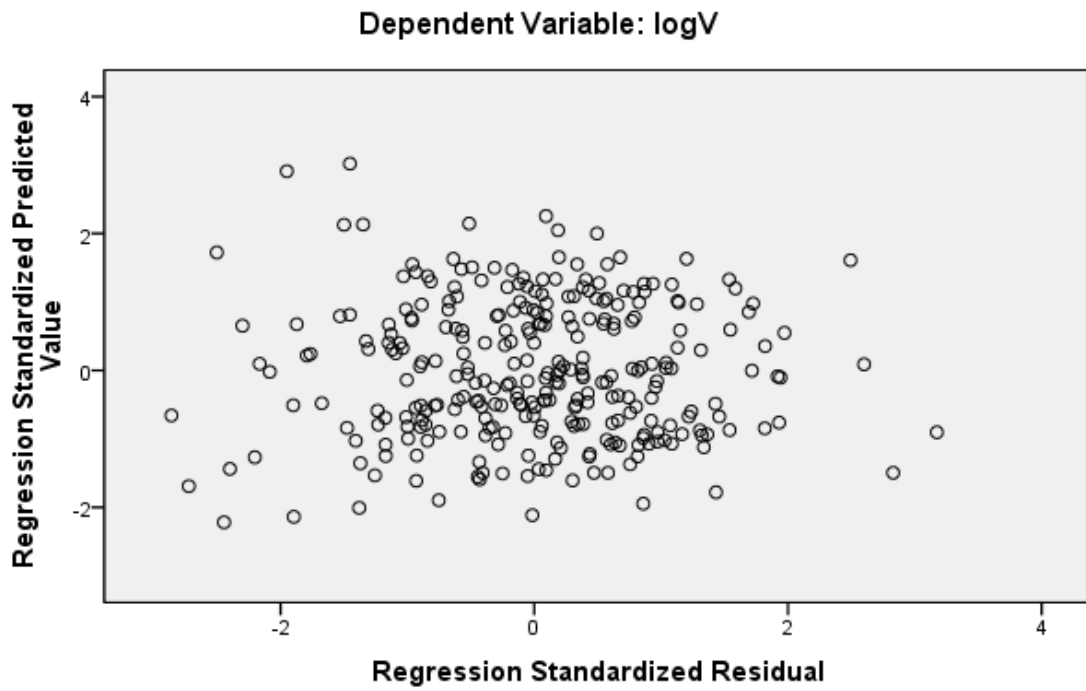
ΜΕΙΩΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «**b_sms1**» περιλαμβάνεται στο δεύτερο μοντέλο που αφορά το υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης. Η μεταβλητή αυτή χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που μειώνουν ταχύτητα για να διαβάσουν και να γράψουν μήνυμα (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που δεν αντιδρούν με αυτόν τον τρόπο σε παρόμοια περίπτωση (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ενδεχομένως ότι, οι οδηγοί που αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο και μειώνουν ταχύτητα στην καθημερινή ζωή για να διαβάσουν και να γράψουν μήνυμα, **οδηγούν πιο αργά** από τους υπόλοιπους. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί (τιμή 1 της μεταβλητής) οδηγούν πιο αργά επειδή αντιλαμβάνονται τον αυξημένο κίνδυνο που διατρέχουν ή επειδή έχουν μειωμένη εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «b_sms1» είναι 2,29.

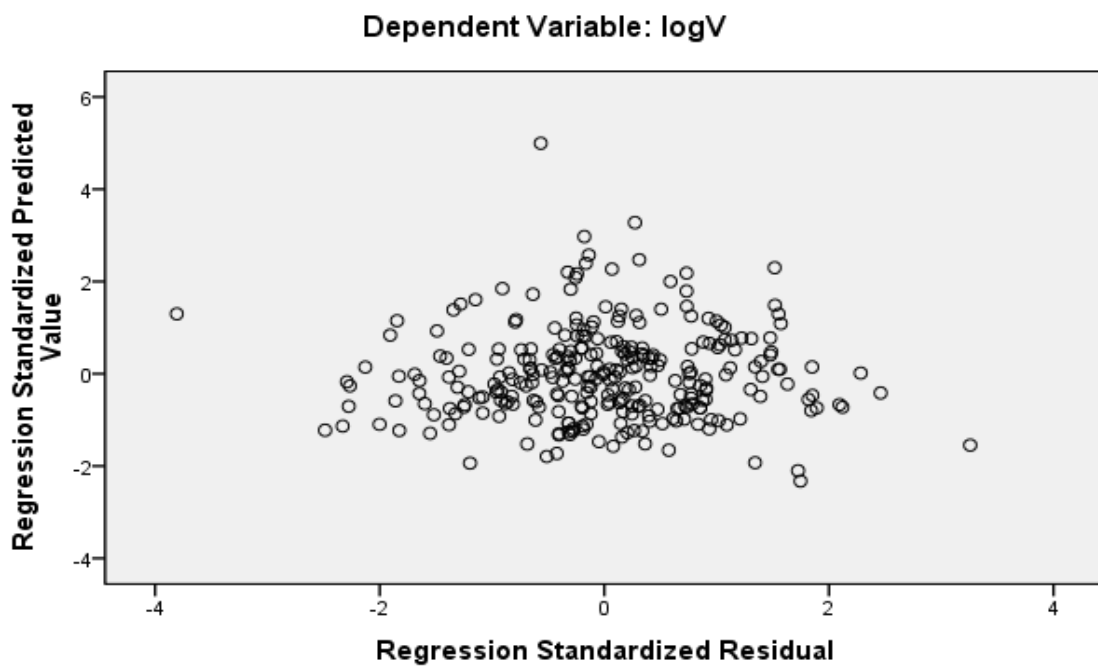
Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας X αντιπροσωπεύει το μέγεθος $zresid$ (Standard residual), δηλαδή τα τυπικά σφάλματα και ο άξονας Ψ το μέγεθος $zpred$ (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.

Scatterplot



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-5: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο αστικό περιβάλλον.

Scatterplot



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-6: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο υπεραστικό περιβάλλον.

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

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

5.2.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

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

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

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

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-14: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Ελεύθερη οδήγηση					0,157	12,36	0,05	8,17
Διάβασμα μηνύματος	-0,177	-18,43	-0,06	-12,40	0,134	10,79	0,04	6,83
Γράψιμο μηνύματος	-0,244	-24,45	-0,09	-17,20				
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,045	-3,36	-0,05	-10,60				
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	0,00007	15,88	0,15	30,20				
Ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της					-0,035	-4,59	-0,02	-2,83
Επιτάχυνση					0,060	13,95	0,12	20,60
Οθόνη αφής	-0,014	-1,92	-0,01	-1,00	-0,021	-2,31	-0,01	-1,00
Συχνοί χρήστες οδού	0,030	3,50	0,01	2,00	0,022	1,78	0,01	1,12
Μείωση ταχύτητας για γράψιμο μηνύματος					-0,021	-2,29	-0,01	-1,00

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

Εξετάζοντας τα μοντέλα της ταχύτητας παρατηρούμε ότι:

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

Παρατηρείται ότι, η μεταβλητή «μέσος αριθμός στροφών κινητήρα» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η επιρροή αυτή είναι 30,20 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το αν κάποιος είχε κινητό με οθόνη αφής. Η μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος» επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης **1,40 φορές περισσότερο** σε σχέση με το «διάβασμα μηνύματος». Οι μεταβλητές «συχνοί χρήστες οδού» και «μέση απόσταση από τον άξονα της οδού» παρουσιάζουν 0,12 και 0,62 φορές μικρότερη επιρροή σε σύγκριση με τη μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος».

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** εξέταση **υπεραστικού τμήματος:**

Παρατηρείται ότι, η μεταβλητή «**επιτάχυνση**» παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η επιρροή αυτή είναι 20.60 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το αν ο οδηγός είχε κινητό με «οθόνη αφής». Η μεταβλητή «ελεύθερη οδήγηση» παρουσιάζει 1,20 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη μέση ταχύτητα οδήγησης σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος» ενώ η μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της οδού» επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης 0,40 φορές λιγότερο σε σχέση με τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Επισημαίνεται ότι, τα θετικά πρόσημα των μεταβλητών «ελεύθερη οδήγηση» και «διάβασμα μηνύματος» αποδεικνύουν ότι, η ταχύτητα αυξάνεται σε σχέση με το αν ο οδηγός γράφει μήνυμα. Δηλαδή, οι οδηγοί που γράφουν μήνυμα έχουν χαμηλότερες ταχύτητες από τους οδηγούς που οδηγούν ελεύθερα ή διαβάζουν μήνυμα. Ομοίως και οι οδηγοί που διαβάζουν

μήνυμα έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με το αν γράφουν μήνυμα αλλά, μικρότερες ταχύτητες σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.

Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

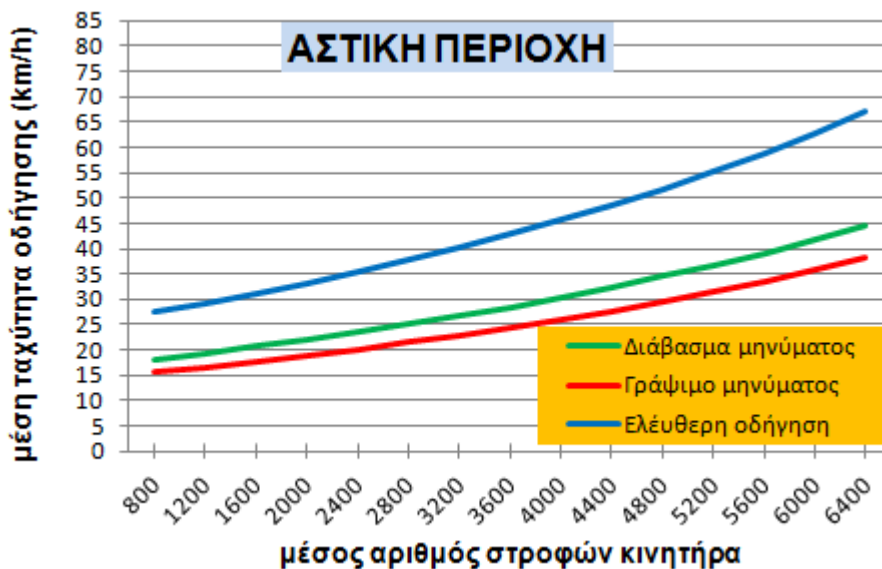
- Το **διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** οδηγεί στη μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης και στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Ειδικότερα, όπως προκύπτει και από τα δύο μοντέλα οι οδηγοί όταν διαβάζουν μήνυμα έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες παρά όταν γράφουν μήνυμα ενδεχομένως λόγω της μεγαλύτερης πνευματικής εγρήγορσης που απαιτεί το γράψιμο μηνύματος.
- Η μεταβλητή **«διάβασμα μηνύματος»** έχει μεγάλη επιρροή στην ταχύτητα όπως φάνηκε και στα δύο μοντέλα. Συγκεκριμένα έχει 6 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα οδήγησης σε σχέση με τη μεταβλητή «συχνοί χρήστες οδού» και στα δύο μοντέλα. Η μεταβλητή «μέσος αριθμός στροφών κινητήρα» δεν επέφερε καμία αλλαγή στην ταχύτητα οδήγησης όταν διερευνήθηκε στο υπεραστικό περιβάλλον.
- Στο υπεραστικό περιβάλλον μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή **«επιτάχυνση»** που επιφέρει 3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος».
- Η μέση ταχύτητα οδήγησης επηρεάζεται στο αστικό περιβάλλον από τη **μέση απόσταση** από τον άξονα της οδού ενώ στο υπεραστικό περιβάλλον από την ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της οδού. Όπως προκύπτει από το μοντέλο του αστικού περιβάλλοντος οι οδηγοί που βρίσκονται πιο κοντά στο άξονα του δρόμου έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες με την μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος» να έχει μόλις 1,17 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «απόσταση από τον άξονα της οδού». Αναφορικά με το υπεραστικό περιβάλλον η μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της οδού» προέκυψε στατιστικά σημαντική. Από το αρνητικό πρόσημό της μεταβλητής προκύπτει ότι, οι οδηγοί με μεγαλύτερες ελάχιστες αποστάσεις από τον άξονα της οδού παρουσίαζαν μικρότερες ταχύτητες. Η μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της οδού» παρουσιάζει 0,35

φορές μικρότερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος».

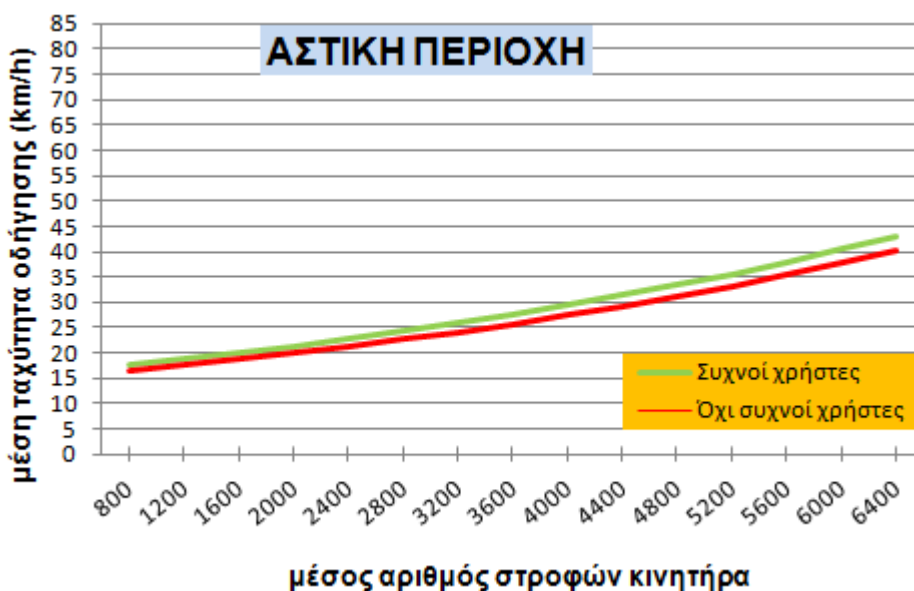
- Οι μεταβλητή **«οθόνη αφής»** παρουσιάζει 12,4 και 6,8 φορές μικρότερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος» στη μέση ταχύτητα οδήγησης στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα. Συμπεραίνεται ότι, οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής ενδεχομένως επειδή βλέπουν πιο συχνά και με μεγαλύτερη διάρκεια το κινητό τηλέφωνο τείνουν να μειώσουν περισσότερο την ταχύτητά τους σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς.
- Η μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος» έχει διπλάσια επιρροή στο **αστικό περιβάλλον** σε σχέση με το υπεραστικό. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι οι οδηγοί τείνουν να μειώσουν περισσότερο την ταχύτητα τους στο αστικό περιβάλλον όταν διαβάζουν μήνυμα ενδεχομένως λόγω, των πολλών άλλων παραγόντων απόσπασης που υπάρχουν εντός μιας πόλης όπως τα κτήρια, τα καταστήματα, τα σταθμευμένα οχήματα, οι πεζοί, οι συχνές διασταυρώσεις, τα σήματα κυκλοφορίας που δεν είναι τόσο συχνά στο υπεραστικό δίκτυο.
- Επισημαίνεται ότι, εξετάστηκαν και ελέχθησαν και οι μεταβλητές **«νύχτα» και «βροχή»** οι οποίες προέκυψαν στατιστικά **ασήμαντες** ως προς την μέση ταχύτητα.

5.2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

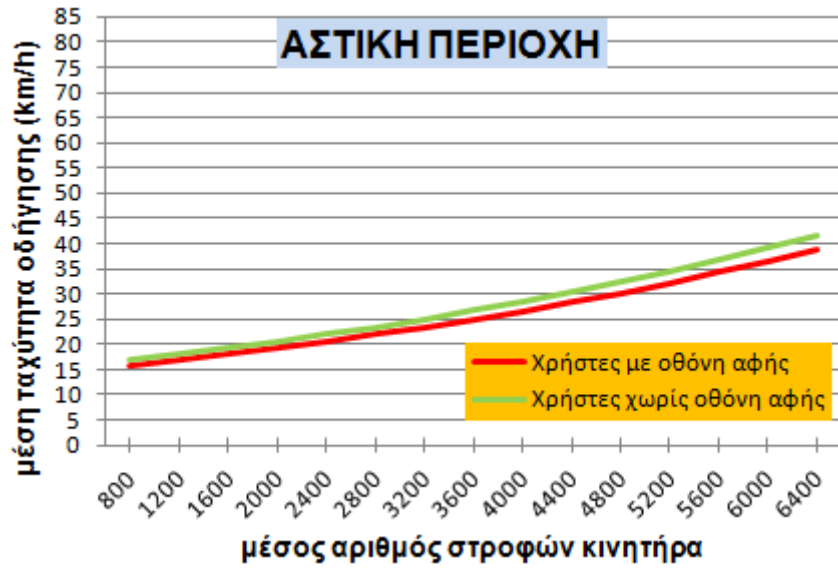
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



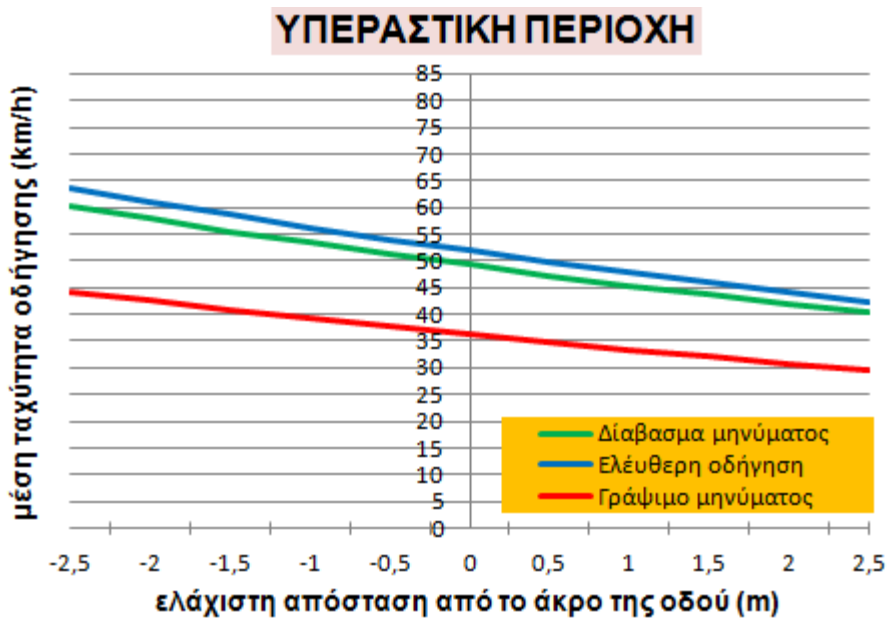
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-7: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με τον μέσο αριθμό στροφών κινητήρα σε αστική περιοχή για ανάγνωση-εγγραφή μηνύματος και ελεύθερης οδήγηση (rspur=1,7m, touch=0, in_freq1=1).



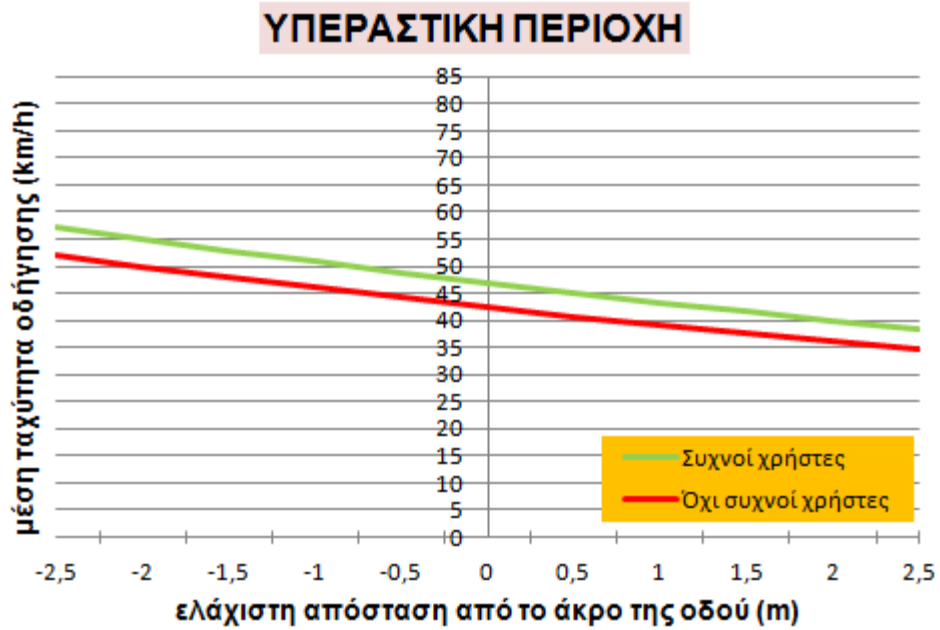
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-8: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με τον μέσο αριθμό στροφών κινητήρα σε αστική περιοχή για συχνούς ή όχι χρήστες (ln_Read=1, ln_Write=0, rspur=1,7m,touch=0).



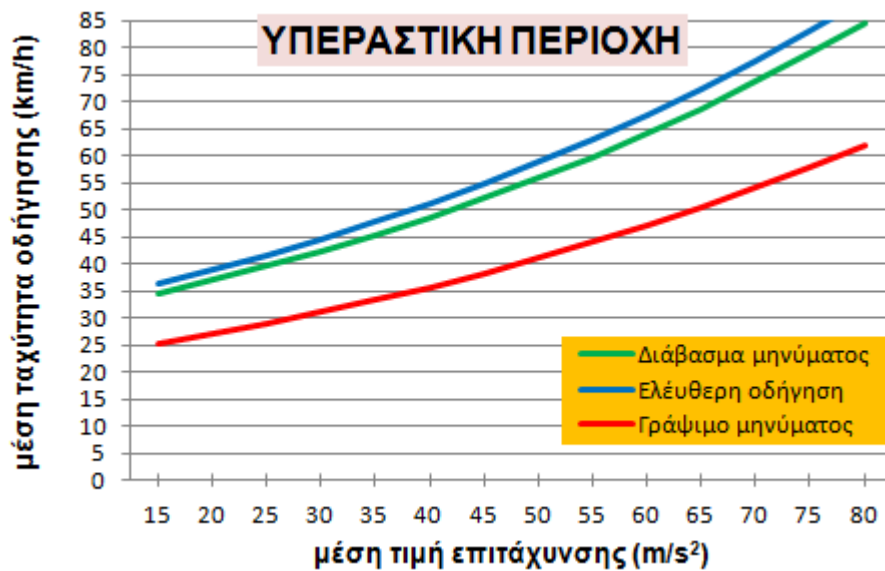
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-9: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με τον μέσο αριθμό στροφών κινητήρα σε αστική περιοχή για χρήστες με και χωρίς κινητό με οθόνη αφής (In_Read=1, In_Write=0, rspur=1,7m, in_freq1=1)



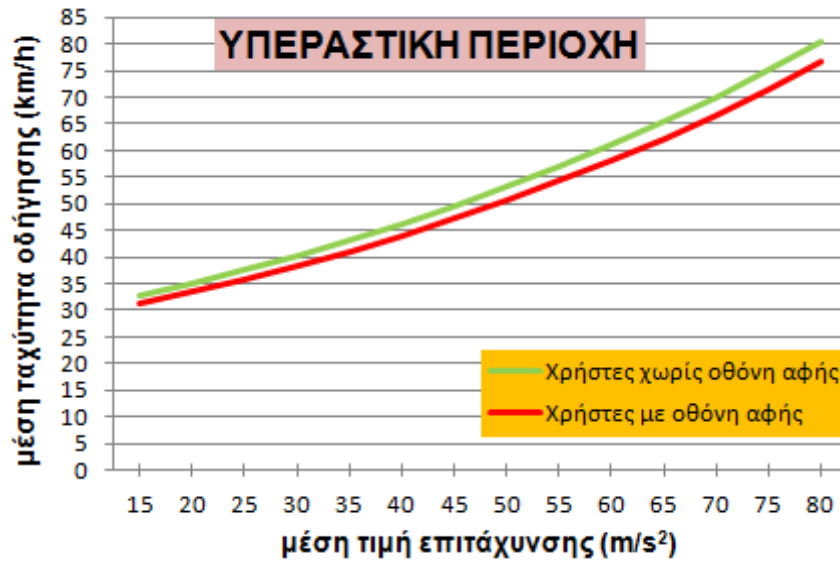
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-10: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την ελάχιστη απόσταση από το άκρο της οδού σε υπεραστική περιοχή για ανάγνωση-γράψιμο μηνύματος και ελεύθερης οδήγησης (acc=35 m/s², touch=0, out_freq1=1, b_sms=0).



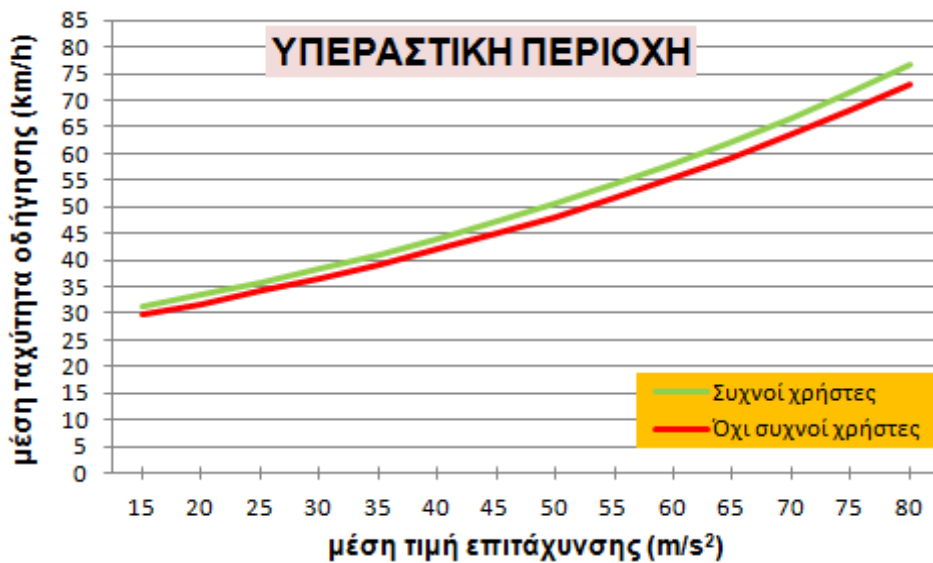
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-11: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την ελάχιστη απόσταση από το άκρο της οδού σε υπεραστική περιοχή για συχνοί και μη συχνοί χρήστες (acc = 35 m/s², Out_Free=0, Out_Read=1, touch=0, b_sms=0)



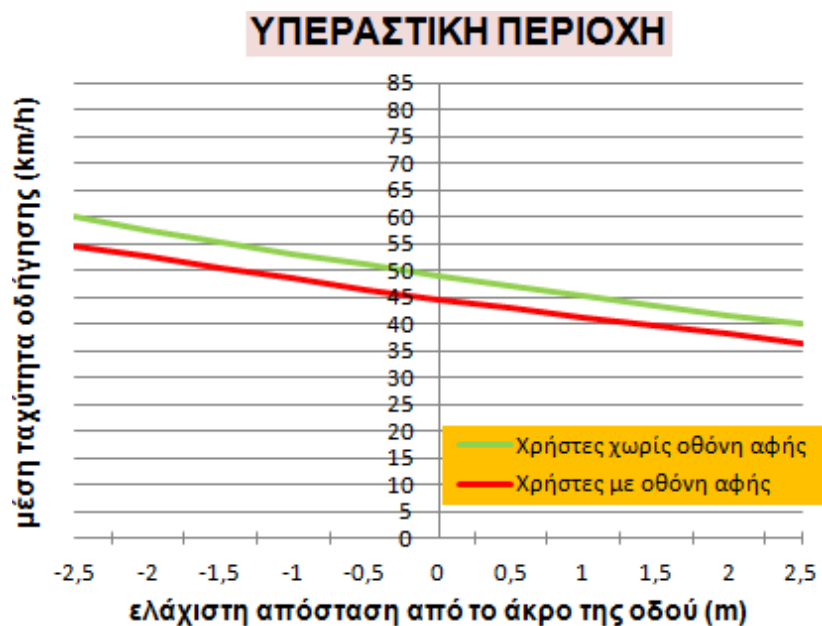
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-12: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την μέση τιμή επιτάχυνσης σε υπεραστική περιοχή για ανάγνωση-εγγραφή γραπτού μηνύματος και ελεύθερης οδήγησης (rspur_min=1, touch=0, out_freq1=1, b_sms=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-13: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την μέση τιμή επιτάχυνσης σε υπεραστική περιοχή για ανάγνωση-εγγραφή γραπτού μηνύματος και ελεύθερης οδήγησης (rspur_min=1, touch=0, out_freq1=1, b_sms=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-14: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την μέση τιμή επιτάχυνσης σε υπεραστική περιοχή για συχνούς και μη συχνούς χρήστες (Out_Free=0, Out_Read=1, rspur_min=1, touch=1, b_sms=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-15: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την ελάχιστη απόσταση από το άκρο της οδού σε υπεραστική περιοχή για χρήστες με και χωρίς κινητό με οθόνη αφής ($acc=35 \text{ m/s}^2$, $Out_Free=0$, $Out_Read=1$, $out_freq1=1$, $b_sms=0$).

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα:

- Οι οδηγοί **μείωσαν την ταχύτητά** τους όταν έγραφαν και διάβαζαν μήνυμα ανεξάρτητα από το αν βρίσκονται σε αστικό η υπεραστικό τμήμα της οδού. Η μείωση αυτή ήταν μεγαλύτερη κατά την εγγραφή σε σχέση με την ανάγνωση του μηνύματος.
- Οι οδηγοί που είχαν κινητό με **οθόνη αφής** οδηγούσαν πιο αργά σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς τόσο στο αστικό τόσο και στο υπεραστικό περιβάλλον.
- Οι οδηγοί που είναι **συχνοί χρήστες** οδήγησαν πιο γρήγορα τόσο στο αστικό τόσο και στο υπεραστικό περιβάλλον.
- Η ταχύτητα των οδηγών είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερος είναι ο **αριθμός στροφών** που χρησιμοποιούν τον κινητήρα στο αστικό περιβάλλον.
- Οι οδηγοί που είχαν μεγάλες **επιταχύνσεις** στο υπεραστικό περιβάλλον οδήγησαν πιο γρήγορα.

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ

Στην παράγραφο περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό του χρόνου αντίδρασης σε ένα απρόσμενο συμβάν και θα διερευνηθεί η επιρροή του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων σε αυτόν, σε αστικό και σε υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης.

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Οι καταγεγραμμένοι από τον προσομοιωτή χρόνοι αντίδρασης αφού επεξεργάστηκαν, δημιουργήθηκε βάση δεδομένων η οποία 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). Μετά από πάμπολλες δοκιμές, ακολουθούν οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα. Η διαδικασία αυτή έγινε για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά ακριβώς για να προσδιοριστούν επακριβώς οι παράγοντες που επηρεάζουν το κάθε οδηγικό περιβάλλον.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

logRT: χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν (sec)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

- Night:** εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα οδηγεί σε συνθήκες νύχτας (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)
- Rainy:** εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα οδηγεί υπό βροχή (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)
- In_Read:** εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο αστικό τμήμα διαβάζει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)
- In_Write:** εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο αστικό τμήμα γράφει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

Out_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο υπεραστικό τμήμα διαβάζει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

Out_Free: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο υπεραστικό τμήμα οδηγεί ελεύθερα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

rspur: μέση απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού σε μέτρα

accident: εάν συνέβη ατύχημα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

freq_sms: συχνή αποστολή μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης (1=Ναι, 0=Οχι)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, η μεταβλητή «rspur» ορίστηκε ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως διακριτές (nominal), στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1.

5.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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

Ακολουθούν οι πίνακες των περιγραφικών συναρτήσεων των συνεχών μεταβλητών για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-15: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών για αστικό περιβάλλον.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Reaction Time	275	,250	2,660	1,32142	,430745
log_Reaction Time	275	-,602	,425	,09394	,157339
rspur	297	1,042	2,535	1,68691	,227917
Valid N (listwise)	275				

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-16: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών για υπεραστικό περιβάλλον.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Reaction Time	267	,150	2,390	1,11914	,403541
log_Reaction Time	267	-,824	,456	,02107	,173637
rspur	286	1,076	3,444	1,77790	,309702
Valid N (listwise)	267				

5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**, η διαδικασία της οποίας αναπτύχθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.3). Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Σημειώνεται ότι, συσχέτιση συνεχών μεταβλητών δεν πραγματοποιήθηκε αφού η μόνη συνεχής μεταβλητή ήταν η «rspur».

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-17: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε αστικό περιβάλλον.

		Correlations						
		Night	Rainy	In_Read	In_Write	rspur	accident	freq_sms
Night	Pearson Correlation	1	-,505**	,006	-,001	,050	-,003	,005
	Sig. (2-tailed)		,000	,887	,990	,224	,934	,912
	N	584	584	584	584	584	584	584
Rainy	Pearson Correlation	-,505**	1	,003	,006	,003	,133**	,006
	Sig. (2-tailed)	,000		,951	,885	,943	,001	,888
	N	584	584	584	584	584	584	584
In_Read	Pearson Correlation	,006	,003	1	-,202**	-,081	,055	-,003
	Sig. (2-tailed)	,887	,951		,000	,051	,188	,937
	N	584	584	584	584	584	584	584
In_Write	Pearson Correlation	-,001	,006	-,202**	1	-,107**	,248**	,012
	Sig. (2-tailed)	,990	,885	,000		,010	,000	,765
	N	584	584	584	584	584	584	584
rspur	Pearson Correlation	,050	,003	-,081	-,107**	1	,166**	,021
	Sig. (2-tailed)	,224	,943	,051	,010		,000	,619
	N	584	584	584	584	584	584	584
accident	Pearson Correlation	-,003	,133**	,055	,248**	,166**	1	-,028
	Sig. (2-tailed)	,934	,001	,188	,000	,000		,505
	N	584	584	584	584	584	584	584
freq_sms	Pearson Correlation	,005	,006	-,003	,012	,021	-,028	1
	Sig. (2-tailed)	,912	,888	,937	,765	,619	,505	
	N	584	584	584	584	584	584	584

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-18: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε υπεραστικό περιβάλλον.

		Correlations						
		Night	Rainy	Out_Free	Out_Read	rspur	accident	freq_sms
Night	Pearson Correlation	1	-,505**	,006	-,007	,050	-,003	,005
	Sig. (2-tailed)		,000	,887	,864	,224	,934	,912
	N	584	584	584	584	584	584	584
Rainy	Pearson Correlation	-,505**	1	-,007	,009	,003	,133**	,006
	Sig. (2-tailed)	,000		,865	,821	,943	,001	,888
	N	584	584	584	584	584	584	584
Out_Free	Pearson Correlation	,006	-,007	1	-,200**	-,054	-,192**	-,003
	Sig. (2-tailed)	,887	,865		,000	,189	,000	,937
	N	584	584	584	584	584	584	584
Out_Read	Pearson Correlation	-,007	,009	-,200**	1	-,001	,051	,009
	Sig. (2-tailed)	,864	,821	,000		,972	,220	,824
	N	584	584	584	584	584	584	584
rspur	Pearson Correlation	,050	,003	-,054	-,001	1	,166**	,021
	Sig. (2-tailed)	,224	,943	,189	,972		,000	,619
	N	584	584	584	584	584	584	584
accident	Pearson Correlation	-,003	,133**	-,192**	,051	,166**	1	-,028
	Sig. (2-tailed)	,934	,001	,000	,220	,000		,505
	N	584	584	584	584	584	584	584
freq_sms	Pearson Correlation	,005	,006	-,003	,009	,021	-,028	1
	Sig. (2-tailed)	,912	,888	,937	,824	,619	,505	
	N	584	584	584	584	584	584	584

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

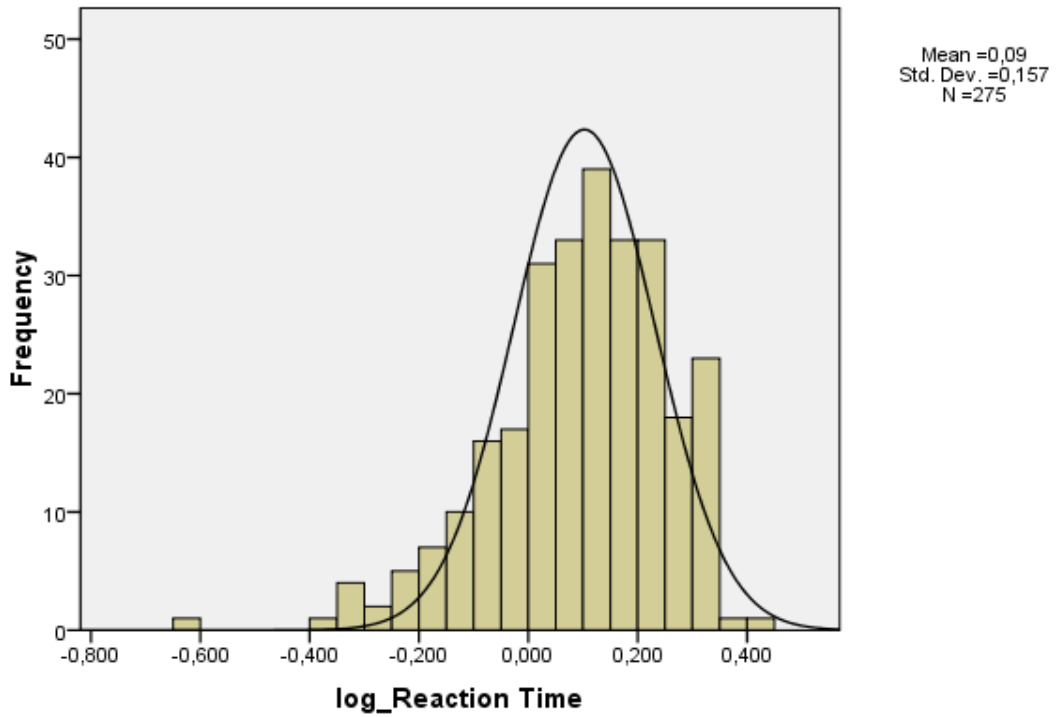
Από τους ανωτέρω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Όλες οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** δεν παρουσιάζουν συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $< |\pm 0,250|$) εκτός των μεταβλητών «Night» και «Rainy». Αυτές δεν αγνοήθηκαν από τα μοντέλα καθώς είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και το ενδεχόμενο να συμβούν ρυθμίζεται τυχαία.
- Το **επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας** τόσο των συνεχών όσο και των διακριτών μεταβλητών είναι μικρότερο από 0,05 (5%).

5.3.4 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

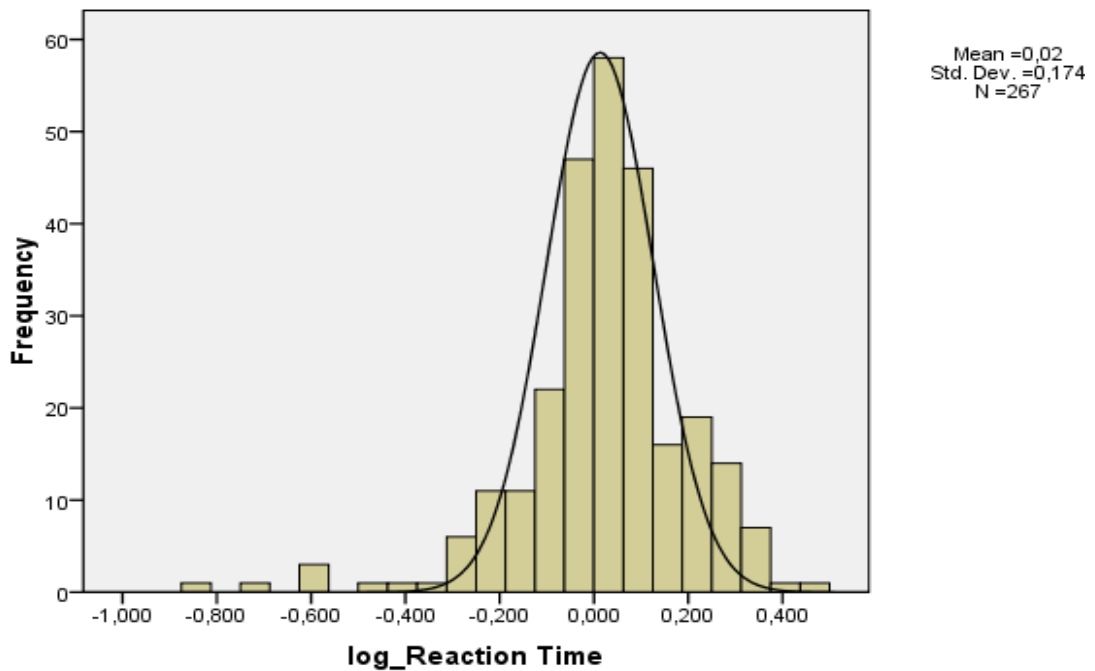
Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται ο χρόνος αντίδρασης σε ένα απρόσμενο συμβάν (**Reaction Time**). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι η **κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν τα διάγραμμα της κατανομής για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.

Histogram



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-16: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του χρόνου αντίδρασης σε αστικό περιβάλλον.

Histogram



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-17: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του χρόνου αντίδρασης σε υπεραστικό περιβάλλον.

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

Πρέπει να σημειωθεί ότι, αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητική προσαρμογή. Όμως θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο η καμπύλη συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής να μην παρουσιάζει σταθερή κλίση σε όλα τα τμήματά της και για τον λόγο αυτό εξετάστηκε ο μέσος χρόνος αντίδρασης και με την ανάπτυξη **μοντέλων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτά περιγράφηκαν σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.6). Έτσι, δημιουργήθηκε μία στήλη για το λογάριθμο του χρόνου αντίδρασης σε κάθε απρόσμενο συμβάν (**logRT**).

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-18: Αποτέλεσμα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης με μεταβλητή που απορρίφθηκε λόγω χαμηλής σημαντικότητας σε υπεραστικό περιβάλλον

		Coefficients ^a				
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,022	,048		-,447	,655
	Night	,030	,015	,085	1,966	,050
	Rainy	,064	,015	,180	4,149	,000
	Out_Free	-,130	,017	-,292	-7,462	,000
	Out_Read	-,031	,017	-,068	-1,811	,071
	rspur	,020	,023	,032	,866	,387
	accident	,115	,014	,313	8,050	,000
	freq_sms	-,036	,015	-,091	-2,437	,015
	rpm	4,512E-6	,000	,022	,577	,564

a. Dependent Variable: logRT

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-19: Τελικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε αστικό περιβάλλον για τον χρόνο αντίδρασης.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,499 ^a	,249	,239	,147654

a. Predictors: (Constant), freq_sms, Rainy, In_Read, rspur, In_Write, accident, Night

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,120	,043		-2,776	,006
	Night	,029	,016	,081	1,862	,063
	Rainy	,064	,016	,180	4,088	,000
	In_Read	,073	,018	,162	4,171	,000
	In_Write	,102	,018	,227	5,626	,000
	rspur	,054	,024	,087	2,245	,025
	accident	,106	,015	,289	7,123	,000
	freq_sms	-,036	,015	-,091	-2,420	,016

a. Dependent Variable: logRT

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-20: Τελικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε υπεραστικό περιβάλλον για τον χρόνο αντίδρασης.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,525 ^a	,276	,266	,144974

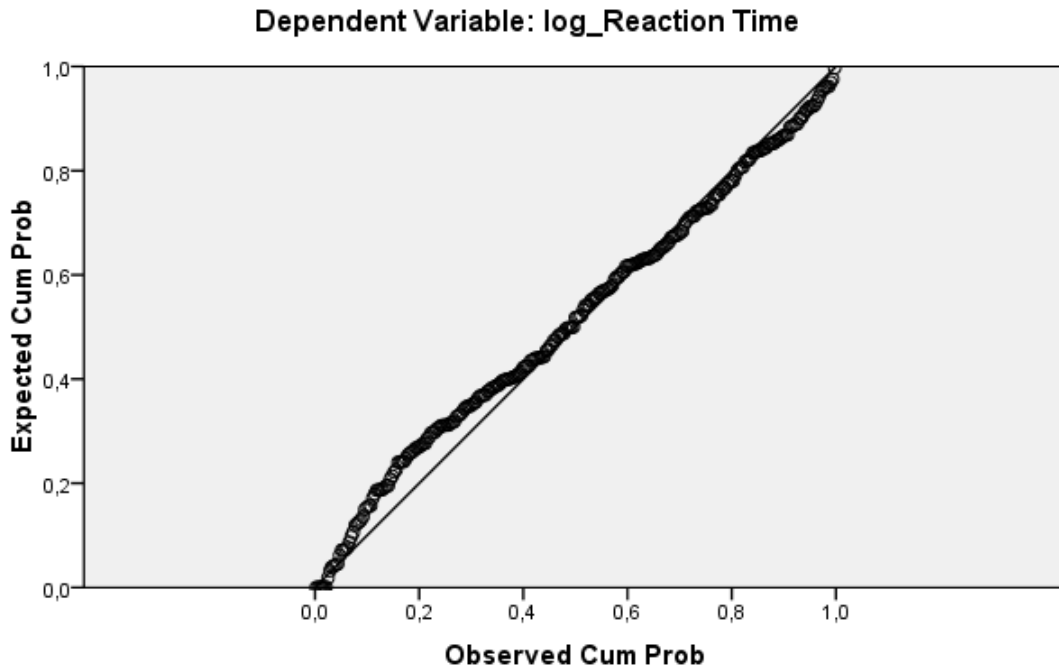
a. Predictors: (Constant), freq_sms, Rainy, Out_Free, rspur, Out_Read, Accident me elafi, Night

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,024	,041		-,582	,561
	Night	,036	,015	,100	2,341	,020
	Rainy	,062	,015	,174	4,018	,000
	Out_Free	-,141	,017	-,317	-8,395	,000
	Out_Read	-,038	,017	-,085	-2,253	,025
	rspur	,037	,023	,060	1,613	,107
	accident	,141	,017	,317	8,358	,000
	freq_sms	-,035	,015	-,088	-2,373	,018

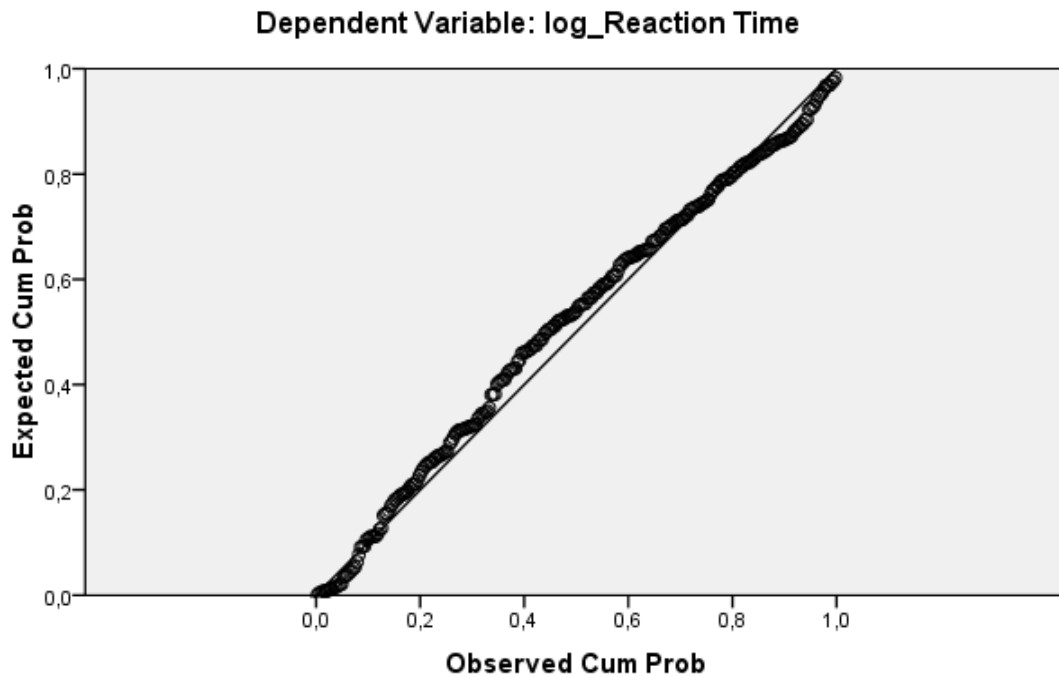
a. Dependent Variable: logRT

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-18: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε υπεραστικό περιβάλλον.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-19: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αστικό περιβάλλον.

Παρατηρείται ότι, ο **συντελεστής συσχέτισης** ισούται με 0,249 στο αστικό περιβάλλον ενώ στο υπεραστικό ισούται με 0,276. Επίσης, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t με απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 1,7 άρα είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, εκτός από την μεταβλητή «*rspur*» στο υπεραστικό περιβάλλον που έχει t λίγο μικρότερο από 1,7. Τέλος, οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i μπορούν να εξηγηθούν λογικά.

5.3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

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

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

$$\log RT = 0,029 * \text{Night} + 0,064 * \text{Rainy} + 0,073 * \text{In_Read} + 0,102 * \text{In_Write} + 0,054 * \text{rspur} + 0,106 * \text{accident} - 0,036 * \text{freq_sms} - 0,120$$

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

$$\log RT = 0,036 * \text{Night} + 0,062 * \text{Rainy} - 0,141 * \text{Out_Free} - 0,038 * \text{Out_Read} + 0,037 * \text{rspur} + 0,141 * \text{accident} - 0,035 * \text{freq_sms}$$

ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

Η μεταβλητή «**Night**» αφορά την οδήγηση βράδυ ή όχι. Ήταν ένα από τα τρία σενάρια του πειράματος και το θετικό της πρόσημο και στα δύο μαθηματικά μοντέλα φανερώνει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **αύξηση του χρόνου αντίδρασης στο απρόσμενο συμβάν**. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι, η ορατότητα τη νύχτα είναι μειωμένη με αποτέλεσμα οι οδηγοί να μην βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα. Το σκοτάδι δηλαδή αυξάνει τον χρόνο

αντίδρασης των οδηγών, ειδικότερα όταν ο φωτισμός στο δρόμο είναι ανεπαρκής.

Η μεταβλητή «**Night**» θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 1,862 και 2,341 στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Η μεταβλητή «**Rainy**» αφορά την οδήγηση υπό βροχή ή όχι. Ήταν ένα από τα τρία σενάρια του πειράματος και το θετικό της πρόσημο και στα δύο μαθηματικά μοντέλα φανερώνει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **αύξηση του χρόνου αντίδρασης στο απρόσμενο συμβάν**. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι, η βροχή εμποδίζει την ορατότητα και την αυτοσυγκέντρωση των οδηγών. Ταυτόχρονα ο οδηγός με την έναρξη της βροχής καλείται να ανάψει τα φώτα και να ξεκινήσει τους υαλοκαθαριστήρες του, παράγοντες που συντελούν στην περαιτέρω απόσπαση της προσοχής του. Η οδήγηση λοιπόν υπό βροχή αυξάνει τον χρόνο αντίδρασης των οδηγών, ειδικότερα όταν είναι έντονη όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών.

Η μεταβλητή «**Rainy**» θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 4,088 και 4,018 στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα.

ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΚΑΙ ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το θετικό πρόσημο των μεταβλητών «In_Read», (με συντελεστή μικρότερο από την μεταβλητή «In_Write») και «In_Write» στο πρώτο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής των διακριτών αυτών μεταβλητών, συνεπάγεται αύξηση της τιμής του χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Πιο απλά, το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι, **το διάβασμα και το γράψιμο μηνύματος** (τιμή 1 της μεταβλητής που θα εξεταστεί) **επιφέρουν αύξηση στο χρόνο αντίδρασης** του οδηγού σε αστικό περιβάλλον σε σχέση πάντοτε με την ελεύθερη οδήγηση. Δηλαδή, **έχοντας ως βάση αναφοράς την ελεύθερη οδήγηση** (και όχι την εγγραφή μηνύματος όπως στο μοντέλο 2) οι οδηγοί που

διαβάζουν και γράφουν μήνυμα έχουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης στο αστικό περιβάλλον. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς με την ελεύθερη οδήγηση ο οδηγός βλέπει περισσότερο το δρόμο, αντί εντός του οχήματος και στο κινητό του τηλέφωνο με αποτέλεσμα να αντιλαμβάνεται πιο έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού, που προέρχεται από το γράψιμο και το διάβασμα μηνύματος, οδηγεί σε **αύξηση του χρόνου αντίδρασης**, όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών.

Η μεταβλητές «**In_Read**» και «**In_Write**» θεωρούνται στατιστικά σημαντικές, καθώς η απόλυτες τιμές του δείκτη t είναι 4,171 και 5,626 αντίστοιχα.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «**Out_Free**», (με συντελεστή μεγαλύτερο κατά απόλυτη τιμή από τη μεταβλητή «**Out_Read**») στο δεύτερο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής του χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι, **η ελεύθερη οδήγηση** (τιμή 1 της μεταβλητής και τιμή 0 στην μεταβλητή «**Out_Read**») **επιφέρει μείωση στο χρόνο αντίδρασης** σε υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση πάντοτε με την εγγραφή μηνύματος. Δηλαδή, **έχοντας ως βάση αναφοράς την εγγραφή μηνύματος** προκύπτει ότι, οι οδηγοί που γράφουν μήνυμα έχουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται λογικό, καθώς στην ελεύθερη οδήγηση ο οδηγός δεν αποσπάται, η προσοχή του είναι στραμμένη στο δρόμο και ως εκούτου αντιλαμβάνεται καλύτερα τους κίνδυνους και αντιδρά σε αυτούς γρηγορότερα σύγκριση με το γράψιμο μηνύματος όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών.

Αναφέρεται ότι, η μεταβλητή «**Out_Free**» θεωρείται στατιστικά σημαντική στο δεύτερο μοντέλο, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 8,395.

ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «**Out_Read**», (με συντελεστή μικρότερο κατά απόλυτη τιμή απο την μεταβλητή «**Out_Free**») στο δεύτερο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής του χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι, **το διάβασμα μηνύματος** (τιμή 1 της μεταβλητής και τιμή 0 στην μεταβλητή «**Out_Free**») **επιφέρει μείωση στο χρόνο αντίδρασης** σε υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση πάντοτε με το γράψιμο μηνύματος. Δηλαδή, **έχοντας ως βάση αναφοράς το γράψιμο μηνύματος** (και όχι την ελεύθερη οδήγηση όπως το μοντέλο 1) προκύπτει ότι, οι οδηγοί που γράφουν μήνυμα έχουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης στο υπεραστικό περιβάλλον σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς το διάβασμα μηνύματος απαιτεί λιγότερη σκέψη και πνευματική εγρήγορση και ως εκτούτου θεωρείται «εύκολότερος» παράγοντας απόσπασης σε σύγκριση με το γράψιμο μηνύματος. Δεν παύει φυσικά η ανάγνωση μηνύματος να αποτελεί παράγοντα απόσπασης που επιδρά αρνητικά, αυξάνοντας τον χρόνο αντίδρασης των οδηγών γεγονός που αποδεικνύεται απο τον μικρότερο κατά απόλυτη τιμή συντελεστή που έχει σε σχέση με τον συντελεστή της μεταβλητής «**Out_Free**» όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών.

Αναφέρεται και εδώ ότι, η μεταβλητή «**Out_Read**» θεωρείται στατιστικά σημαντική στο δεύτερο μοντέλο, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 2,253.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΕ ΜΕΤΡΑ

Η μεταβλητή «**rspur**» εμφανίζεται με θετικό πρόσημο και στα δύο μαθηματικά μοντέλα του χρόνου αντίδρασης. Αύξηση της συγκεκριμένης μεταβλητής φανερώνει απομάκρυνση του οχήματος από τον κεντρικό άξονα της οδού. Καθώς αυξάνεται η τιμή της συγκεκριμένης μεταβλητής ο οδηγός **αντιδρά πιο αργά** στα απρόοπτα συμβάντα. Ενδεχομένως οι οδηγοί που οδηγούν πιο

κοντά στο κέντρικό άξονα του δρόμου (δηλαδή πιο μακριά απο την δεξιά οριογραμμή) έχουν καλύτερη εποπτεία του δρόμου και έτσι αντιλαμβάνονται πιο γρήγορα τα απρόσμενα συμβάντα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «rspr» είναι 2,245 στο αστικό περιβάλλον και 1,613 στο υπεραστικό περιβάλλον.

ΑΤΥΧΗΜΑ

Η μεταβλητή «**accident**» παρουσιάζεται και στα δύο μαθηματικά μοντέλα του χρόνο αντίδρασης με θετικό πρόσημο. Αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής του χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι, όταν **συμβαίνει ατύχημα στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον** (τιμή 1 της μεταβλητής) οι **χρόνοι αντίδρασης είναι μεγαλύτεροι**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο αφού οι καθυστερημένοι χρόνοι αντίδρασης οδηγούν σε ατύχημα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «accident» είναι 7,123 και 8,358 στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης αντίστοιχα.

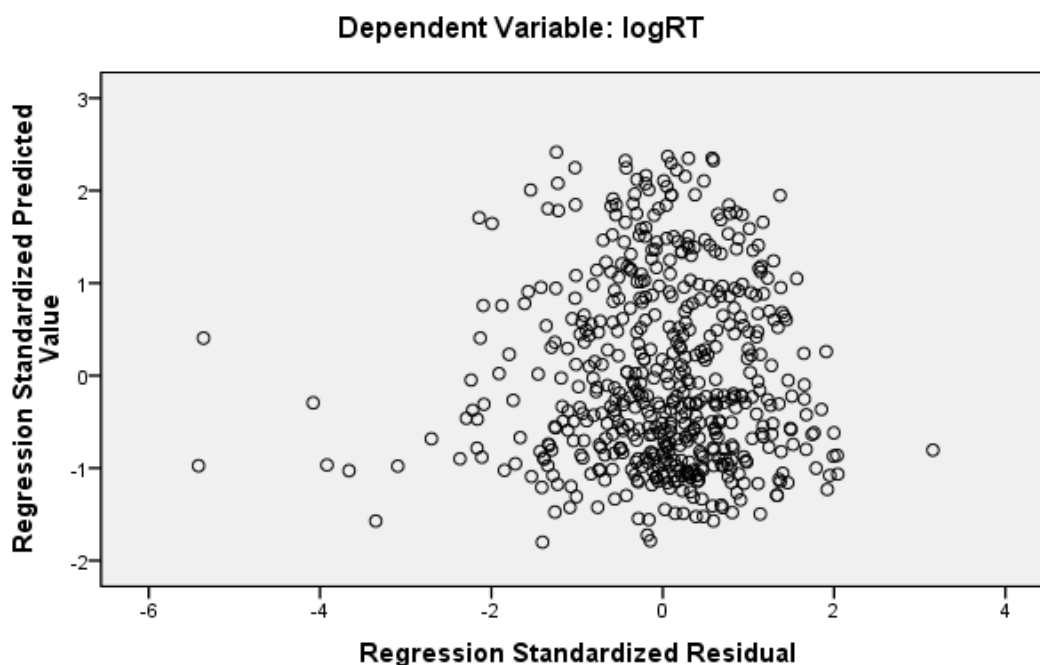
ΣΥΧΝΟ ΓΡΑΨΙΜΟ ΚΑΙ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΥΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η μεταβλητή **freq_sms** εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο και στα δύο μαθηματικά μοντέλα του χρόνου αντίδρασης. Μία από τις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν τα άτομα που έλαβαν μέρος στο πείραμα αφορούσε την συχνότητα γραψίματος και διάβασματος μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησής τους. Η διακριτή αυτή μεταβλητή αφορά στα άτομα που απάντησαν πως **πάντα διαβάζουν και γράφουν** μηνύματα καθώς οδηγούν (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ). Όταν η μεταβλητή γίνεται 1, **ο χρόνος αντίδρασης μειώνεται**. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι, οι πιο έμπειροι και εξοικειωμένοι οδηγοί στο γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων ελέγχουν καλύτερα το όχημα και αντιδρούν γρηγορότερα στα απρόοπτα συμβάντα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **freq_sms** είναι 2,420 για το αστικό περιβάλλον και 2,373 για το υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης.

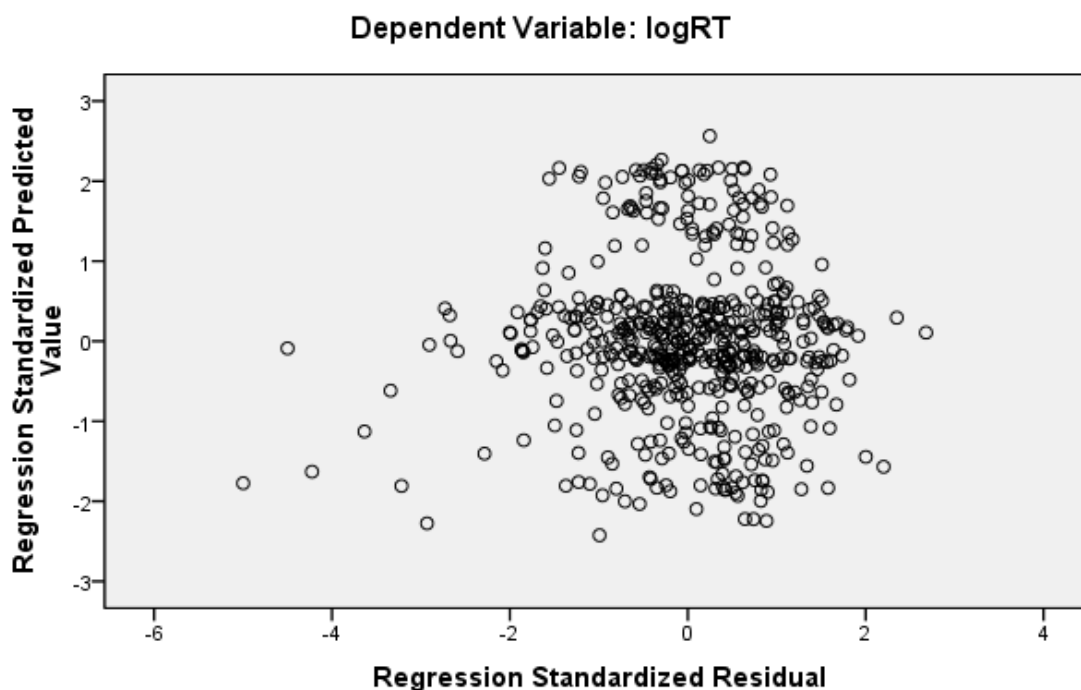
Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας X αντιπροσωπεύει το μέγεθος $zresid$ (Standard residual), δηλαδή τα τυπικά σφάλματα και ο άξονας Y το μέγεθος $zpred$ (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.

Scatterplot



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-20: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν στο αστικό περιβάλλον.

Scatterplot



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-21: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν στο υπεραστικό περιβάλλον.

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

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

5.3.6 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΟΗ 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 του χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

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

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-20: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i [*]			e _i	e _i [*]
Νύχτα	0,029	1,86	0,15	1,00	0,036	2,34	0,85	1,03
Βροχή	0,064	4,09	0,34	2,21	0,062	4,02	1,47	1,77
Ελεύθερη οδήγηση					-0,141	-8,40	-3,35	-4,03
Διάβασμα μηνύματος	0,073	4,17	0,39	2,53	-0,038	-2,25	-0,90	-1,09
Γράψιμο μηνύματος	0,102	5,63	0,54	3,52				
Απόσταση από τον άξονα της οδού	0,054	2,25	0,96	6,23	0,037	1,61	3,12	3,65
Ατύχημα	0,106	7,12	0,56	3,66	0,141	8,36	3,35	4,03
Συχνό γράψιμο και διάβασμα μηνυμάτων	-0,036	-2,42	-0,19	-1,25	-0,035	-2,37	-0,83	-1,00

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

Εξετάζοντας τα μοντέλα του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν παρατηρούμε:

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

Παρατηρείται ότι, η μεταβλητή «απόσταση από τον άξονα της οδού» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η μεταβλητή έχει 6,23 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το αν κάποιος οδηγεί νύχτα. Η μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος» επηρεάζει το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν **1,39 φορές περισσότερο** σε σχέση με τη «ανάγνωση μηνύματος», ενώ οι μεταβλητές «συχνό διάβασμα και γράψιμο μηνύματος» και «βροχή» παρουσιάζουν 0,35 και 0,63 φορές αντίστοιχα μικρότερη επιρροή σε σύγκριση με τη μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος». Επίσης, η μεταβλητή «βροχή» έχει **2,2 φορές μεγαλύτερη** επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «νύχτα».

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** εξέταση **υπεραστικού τμήματος:**

Παρατηρείται ότι, οι μεταβλητές «ελεύθερη οδήγηση» και «ατύχημα» παρουσιάζουν την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η επιρροή αυτή είναι 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «συχνό διάβασμα και γράψιμο μηνύματος». Οι μεταβλητές «ελεύθερη οδήγηση» και «ατύχημα» παρουσιάζουν **3,7 και 1,1 φορές** αντίστοιχα μεγαλύτερη επιρροή στο μέσο χρόνο αντίδρασης σε σχέση με τη «διάβασμα μηνύματος» και τη μεταβλητή «απόσταση από τον άξονα της οδού». Επίσης, η μεταβλητή «βροχή» έχει **1,72 και 1,63 φορές** μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις μεταβλητές νύχτα και ανάγνωση μηνύματος αντίστοιχα. Επισημαίνεται ότι, τα αρνητικά πρόσημα των μεταβλητών «ελεύθερη οδήγηση» και «διάβασμα μηνύματος» αποδεικνύουν ότι, ο μέσος χρόνος αντίδρασης μειώνεται σε σχέση με το αν ο οδηγός γράφει μήνυμα. Δηλαδή, οι οδηγοί που γράφουν μήνυμα έχουν **μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης** από τους οδηγούς που οδηγούν ελεύθερα ή διαβάζουν μήνυμα. Επιπρόσθετα προκύπτει ότι, οι οδηγοί που διαβάζουν μήνυμα έχουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης σε σχέση με το αν γράφουν μήνυμα αλλά μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.

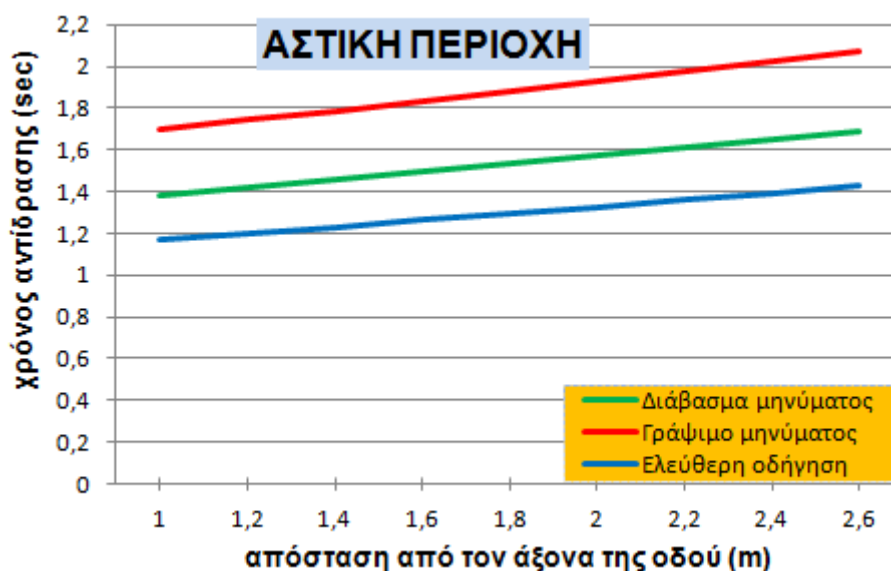
Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

- Το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων επιφέρουν **αύξηση** του μέσου χρόνου αντίδρασης, όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών και στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Ειδικότερα, όπως προκύπτει και από τα δύο μοντέλα οι οδηγοί όταν διαβάζουν μήνυμα έχουν **μικρότερους** χρόνους αντίδρασης παρά όταν γράφουν μήνυμα.
- Η μεταβλητή **«διάβασμα μηνύματος»** έχει μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης όπως φάνηκε στο αστικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα στο αστικό περιβάλλον έχει 2,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης σε σχέση με τις με τη μεταβλητή «νύχτα», 1,14 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «βροχή» και 2 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «συχνό διάβασμα και γράψιμο μηνύματος».
- Στο αστικό περιβάλλον μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή **«απόσταση από τον άξονα της οδού»** που επιφέρει 2,5 και 1,78 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις μεταβλητές «διάβασμα μηνύματος» και «γράψιμο μηνύματος» αντίστοιχα.
- Ο χρόνος αντίδρασης επηρεάζεται και στα δύο μοντέλα από την μεταβλητή **«ατύχημα»** και όπως προκύπτει οι οδηγοί που είχαν ατύχημα έχουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης. Η μεταβλητή «ατύχημα» στο αστικό περιβάλλον έχει μόλις 1,04 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος», 1,44 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος», 1,65 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «βροχή» και 3,6 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «νύχτα». Αναφορικά με το υπεραστικό περιβάλλον η μεταβλητή «ατύχημα» παρουσιάζει 3,7 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος», 2,27 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «βροχή» και 4 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μεταβλητή «νύχτα».

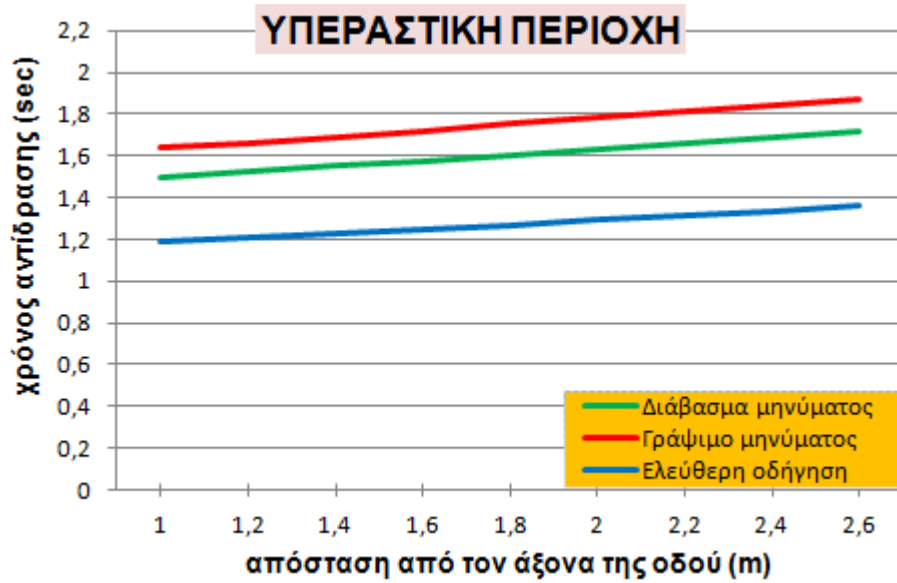
- Σε αντίθεση με τα μοντέλα ταχύτητας οι μεταβλητές «νύχτα» και «βροχή» προέκυψαν στατιστικά σημαντικές με την μεταβλητή «βροχή» να έχει 2,2 και 1,72 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την μεταβλητή «νύχτα» στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα.

5.3.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

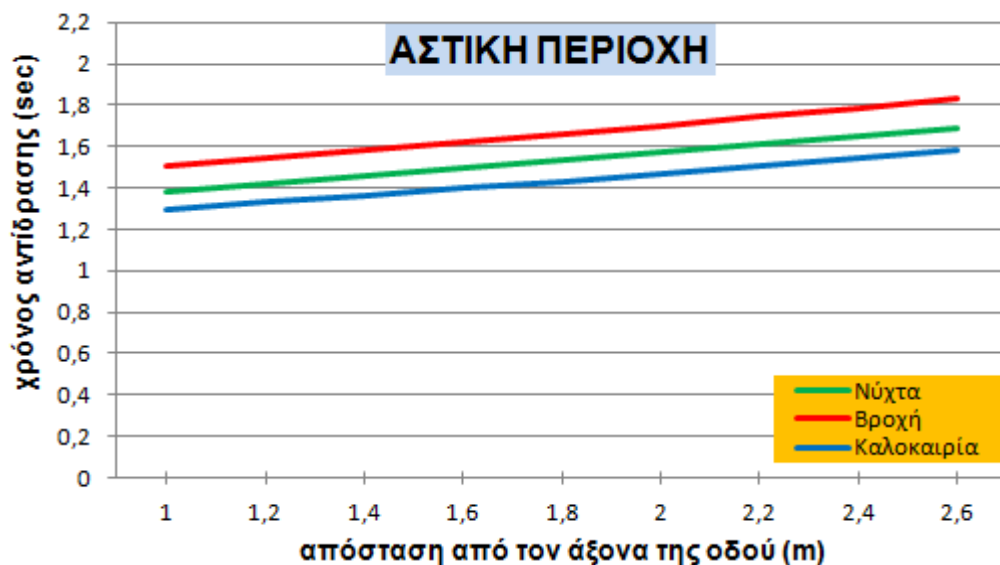
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



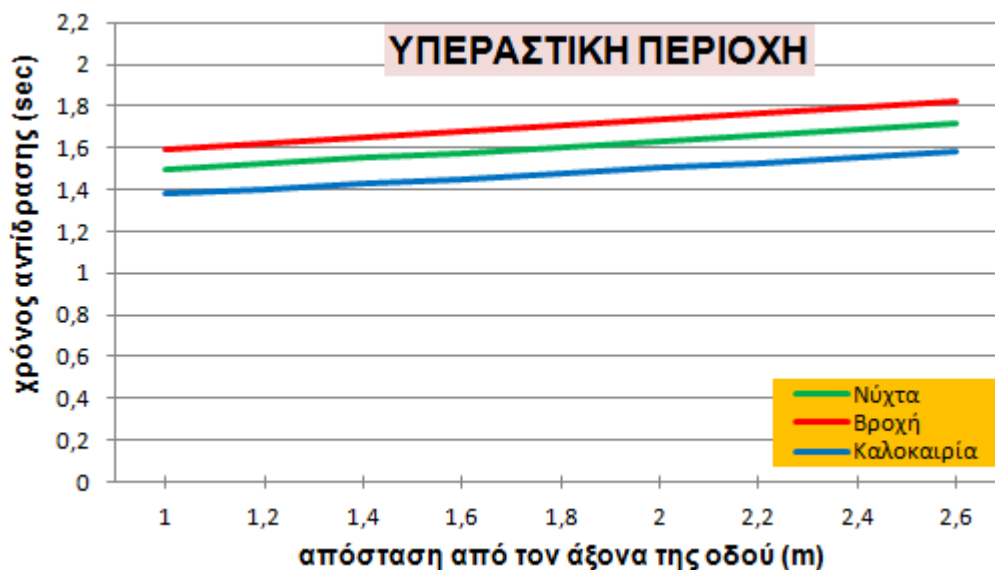
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-22: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με την απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού σε αστικό περιβάλλον για τους διάφορους παράγοντες απόσπασης. (Night=1,Rainy=0 accident=1,freq_sms=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-23: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με την απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού σε υπεραστικό περιβάλλον για τους διάφορους παράγοντες απόσπασης. (Night=1,Rainy=0 accident=1,freq_sms=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-24: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με την απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού σε αστικό περιβάλλον σε διαφορετικές συνθήκες οδήγησης. (Out_Read=1, In_Read=1, Out_Write=0, In_Write=0, accident=1, freq_sms=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-25: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με την απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού σε υπεραστικό περιβάλλον σε διαφορετικές συνθήκες οδήγησης. (Out_Read=1, In_Read=1, Out_Write=0, In_Write=0, accident=1, freq_sms=0)

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτει ότι, ο χρόνος αντίδρασης σε κάποιο απρόσμενο συμβάν **είναι μικρότερος στην υπεραστική περιοχή** για όλους τους παράγοντες απόστασης και για όλες τις συνθήκες οδήγησης. Επίσης, ο χρόνος αντίδρασης παρουσιάζει τις **μέγιστες τιμές** του κατά το γράψιμο μηνύματος, μικρότερες τιμές στην ανάγνωση μηνύματος και ακόμη πιο μικρές τιμές στην ελεύθερη οδήγηση και στα δύο μοντέλα που εξετάστηκαν όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών. Ομοίως, παρουσιάζει τις **μέγιστες τιμές** του κατά την διάρκεια της νύχτας, μικρότερες τιμές στην οδήγηση υπό βροχή και ακόμη πιο μικρές τιμές στην καλοκαιρία και στα δύο μοντέλα που εξετάστηκαν.

5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ

Ένας από τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων σε ειδικές συνθήκες οδήγησης στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού. Με τον όρο **ατύχημα** θεωρείται η σύγκρουση με άλλο όχημα (στο ίδιο ή στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας), **η σύγκρουση με ζώο** (απροόπτο συμβάν) ή σταθερό αντικείμενο καθώς και η εκτροπή από την οδό.

Αρχικά, μελετήθηκε η επιρροή του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στη μέση **ταχύτητα** οδήγησης και βρέθηκε ότι **μειώνεται**, γεγονός εν δυνάμει θετικό για την οδική ασφάλεια. Οι ειδικές συνθήκες οδήγησης νύχτα και βροχή όπως προέκυψε δεν επηρεάζουν την ταχύτητα του οδηγού. Στη συνέχεια μελετήθηκε η επίδραση του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων στον **χρόνο αντίδρασης** σε κάποιο απρόσμενο συμβάν και βρέθηκε ότι **αυξάνεται**, γεγονός εν δυνάμει αρνητικό ως προς την οδική ασφάλεια. Οι ειδικές συνθήκες οδήγησης νύχτα και βροχή όπως προέκυψε αυξάνουν επίσης το μέσο χρόνο αντίδρασης του οδηγού γεγονός εν δυνάμει αρνητικό ως προς την οδική ασφάλεια. Μένει να εξεταστεί αν οι επιμέρους αλλαγές των παραπάνω παραμέτρων της οδικής συμπεριφοράς οδηγούν τελικά σε αυξημένη ή μειωμένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Συνεπώς, θα γίνει διερεύνηση της επιρροής του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων αλλά και των ειδικών συνθηκών οδήγησης στην **πιθανότητα** να συμβεί ατύχημα. Αξίζει να σημειωθεί ότι, για να προκύψουν τα τελικά μαθηματικά μοντέλα πραγματοποιήθηκαν πολλές δοκιμές, διαδικασία ιδιαίτερα χρονοβόρα. Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη του μοντέλου που αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα κατά το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων σε ειδικές συνθήκες οδήγησης νύχτα και βροχή.

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). Ακολουθούν οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

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

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Night: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα οδηγεί σε συνθήκες νύχτας (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

Rainy: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα οδηγεί υπό βροχή (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

In_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο αστικό τμήμα διαβάζει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

In_Write: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο αστικό τμήμα γράφει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

Out_Read: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο υπεραστικό τμήμα διαβάζει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

Out_Write: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο υπεραστικό τμήμα γράφει μήνυμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

dright: μέση απόσταση οχήματος από την δεξιά οριογραμμή σε μέτρα.

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

sex: εάν ο οδηγός είναι άντρας (1=Ναι, 0=Όχι)

wm_fail: εάν οδηγός απέτυχε να στείλει το γραπτό μήνυμα (1=Ναι, 0=Όχι)

vi_dia_vm: ο λόγος της μέσης ταχύτητας του κάθε οδηγού προς την μέση ταχύτητα των υπόλοιπων οδηγών.

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: «dright» και «νί_dia_vm» ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως διακριτές (nominal). Οι δυνατές τιμές των μεταβλητών αυτών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχίστηκαν οι τιμές 0 και 1.

5.4.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

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

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

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

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 «Night» και «Rainy» του Πίνακα 5-20 υπολόγισε ότι, υπάρχει συσχέτιση, αυτές δεν αγνοήθηκαν από τα μοντέλα καθώς είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και το ενδεχόμενο να συμβούν ρυθμίζεται τυχαία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-21: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό περιβάλλον.

		Night	Rainy	In_Read	In_Write	touch	sex
Night	Pearson Correlation	1	-,505**	,006	-,001	-,019	,018
	Sig. (2-tailed)		,000	,887	,990	,651	,662
	N	584	584	584	584	584	584
Rainy	Pearson Correlation	-,505**	1	,003	,006	,002	,003
	Sig. (2-tailed)	,000		,951	,885	,961	,948
	N	584	584	584	584	584	584
In_Read	Pearson Correlation	,006	,003	1	-,202**	-,007	,003
	Sig. (2-tailed)	,887	,951		,000	,865	,939
	N	584	584	584	584	584	584
In_Write	Pearson Correlation	-,001	,006	-,202**	1	,006	-,004
	Sig. (2-tailed)	,990	,885	,000		,886	,924
	N	584	584	584	584	584	584
touch	Pearson Correlation	-,019	,002	-,007	,006	1	-,128**
	Sig. (2-tailed)	,651	,961	,865	,886		,002
	N	584	584	584	584	584	584
sex	Pearson Correlation	,018	,003	,003	-,004	-,128**	1
	Sig. (2-tailed)	,662	,948	,939	,924	,002	
	N	584	584	584	584	584	584

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-22: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον.

		Correlations						
		Night	Rainy	Out_Read	Out_Write	touch	sex	wm_fail
Night	Pearson Correlation	1	-,505**	-,007	-,007	-,019	,018	-,010
	Sig. (2-tailed)		,000	,864	,863	,651	,662	,818
	N	584	584	584	584	584	584	584
Rainy	Pearson Correlation	-,505**	1	,009	-,010	,002	,003	,005
	Sig. (2-tailed)	,000		,821	,804	,961	,948	,913
	N	584	584	584	584	584	584	584
Out_Read	Pearson Correlation	-,007	,009	1	-,191**	,002	,011	,011
	Sig. (2-tailed)	,864	,821		,000	,959	,799	,786
	N	584	584	584	584	584	584	584
Out_Write	Pearson Correlation	-,007	-,010	-,191**	1	,000	-,002	,007
	Sig. (2-tailed)	,863	,804	,000		,996	,964	,862
	N	584	584	584	584	584	584	584
touch	Pearson Correlation	-,019	,002	,002	,000	1	-,128**	,124**
	Sig. (2-tailed)	,651	,961	,959	,996		,002	,003
	N	584	584	584	584	584	584	584
sex	Pearson Correlation	,018	,003	,011	-,002	-,128**	1	-,283**
	Sig. (2-tailed)	,662	,948	,799	,964	,002		,000
	N	584	584	584	584	584	584	584
wm_fail	Pearson Correlation	-,010	,005	,011	,007	,124**	-,283**	1
	Sig. (2-tailed)	,818	,913	,786	,862	,003	,000	
	N	584	584	584	584	584	584	584

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-23: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον.

		Correlations	
		dright	ViVm
dright	Pearson Correlation	1	,098*
	Sig. (2-tailed)		,018
	N	584	584
ViVm	Pearson Correlation	,098*	1
	Sig. (2-tailed)	,018	
	N	584	584

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

5.4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στη συνέχεια παρατίθενται τα τελικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης που περιγράφουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα.

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

- i. Οι λόγοι πιθανοφανειών του μοντέλου (Likelihood Ratio test) ικανοποιούν το κριτήριο: $LRT = -2 * (L(\hat{b}) - L(0)) > \chi^2$ με n-1 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .
- ii. Ο συντελεστής ρ^2 υπολογίσθηκε ίσος με 0,423 και 0,491 στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα.
- iii. Ο μέσος όρος του ποσοστού που προβλέπονται τα ατυχήματα είναι 72,6% και 70,7% στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι, συνέβη ατύχημα είναι 25,8% για το αστικό περιβάλλον, 18,5% για το υπεραστικό περιβάλλον ενώ ότι, δε συνέβη 93,1%, και 93,6% αντίστοιχα.
- iv. Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές Wald.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-24: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο αστικού περιβάλλοντος.

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Step	-2 Log likelihood
1	378,089 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	655,364 ^a

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 * (L(\hat{b}) - L(0)) = 655,364 - 378,089 = 281,099 > \chi^2$ με 7 βαθμούς ελευθερίας (=14.07) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - [L(b)/L(0)] = 1 - (378,089/2)/(655,364/2) = 0,423$$

Classification Table^a

Observed		Predicted			
		accident		Percentage Correct	
		oxi atixima	nai atixima		
Step 1	accident	oxi atixima	378	28	93,1
		nai atixima	132	46	25,8
Overall Percentage					72,6

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a						
Night	,477	,246	3,762	1	,052	1,611
Rainy	,914	,240	14,530	1	,000	2,495
In_Read	,581	,250	5,409	1	,020	1,788
In_Write	1,270	,275	21,413	1	,000	3,562
touch	,268	,199	1,818	1	,178	1,308
sex	-,229	,193	1,408	1	,235	,796
vi_dia_vm	,648	,335	3,741	1	,053	1,912
Constant	-2,420	,426	32,266	1	,000	,089

a. Variable(s) entered on step 1: Night, Rainy, In_Read, In_Write, touch, sex, vi_dia_vm.

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

1. Το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων κατά την οδήγηση **είναι επικίνδυνα** παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς.
2. Τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή «**In_Write**» γεγονός που αποδεικνύει ότι, το γράψιμο μηνύματος στην οδήγηση αυξάνει τις πιθανότητες να συμβεί ατύχημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-25: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο υπεραστικού περιβάλλοντος.

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Step	-2 Log likelihood
1	337,109 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	662,262 ^a

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 * (L(\hat{b}) - L(0)) = 662.262 - 337.109 = 325.153 > \chi^2$ με 9 βαθμούς ελευθερίας (=16.919) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - [L(b)/L(0)] = 1 - (337,109/2)/(662,262/2) = 0,491$$

Classification Table^a

Observed		Predicted			
		accident		Percentage Correct	
		oxi atixima	nai atixima		
Step 1	accident	oxi atixima	380	26	93,6
		nai atixima	145	33	18,5
Overall Percentage					70,7

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a						
Night	,481	,244	3,875	1	,049	1,617
Rainy	,923	,238	14,987	1	,000	2,517
Out_Read	,411	,253	2,645	1	,104	1,509
Out_Write	,436	,262	2,774	1	,096	1,547
dright	,143	,100	2,017	1	,156	1,153
touch	,283	,198	2,045	1	,153	1,327
sex	-,375	,198	3,588	1	,058	,687
wm_fail	-,787	,257	9,383	1	,002	,455
vi_dia_vm	1,432	,312	21,028	1	,000	4,187
Constant	-3,136	,464	45,723	1	,000	,043

a. Variable(s) entered on step 1: Night, Rainy, Out_Read, Out_Write, dright, touch, sex, wm_fail, vi_dia_vm.

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

1. Το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων κατά την οδήγηση **είναι επικίνδυνα** παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών.

2. Το γράψιμο μηνυμάτων κατά την οδήγηση **είναι περισσότερο επικίνδυνο** από το διάβασμα μηνυμάτων.
3. Οι οδηγοί που έχουν μεγαλύτερη απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού και έγραψαν το μήνυμα τους με επιτυχία, έχουν **μεγαλύτερη πιθανότητα** να τους συμβεί ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον.
4. Στην οδήγηση υπό βροχή και νύχτα η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι **αυξημένη** όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών.

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 **αστικού τμήματος** είναι:

$$U = 0,477 * \text{Night} + 0,914 * \text{Rainy} + 0,581 * \text{In_Read} + 1,270 * \text{In_Write} + 0,268 * \text{touch} - 0,229 * \text{sex} + 0,648 * \text{vi_dia_vm} - 2,420$$

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

$$U = 0,481 * \text{Night} + 0,923 * \text{Rainy} + 0,411 * \text{Out_Read} + 0,436 * \text{Out_Write} + 0,143 * \text{dright} + 0,283 * \text{touch} - 0,375 * \text{sex} - 0,375 * \text{wm_fail} + 1,432 * \text{vi_dia_vm} - 3,136$$

ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗΝ ΝΥΧΤΑ

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «Night», αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Δηλαδή όταν η οδήγηση γίνεται την νύχτα **αυξάνεται η πιθανότητα** να συμβεί ατύχημα. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί λογικά, καθώς στην νυχτερινή οδήγηση οι συνθήκες είναι δυσμενείς, παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων και η ορατότητα είναι μειωμένη.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή «**Night**» θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 3,76 και 3,87 στο αστικό και υπεραστικό μοντέλο αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «Rainy», αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Δηλαδή όταν οδήγηση γίνεται υπό βροχή **αυξάνεται η πιθανότητα** να συμβεί ατύχημα όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών. 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.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή «**Rainy**» θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 14,53 και 14,99 στο αστικό και υπεραστικό μοντέλο αντίστοιχα.

ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.

Από το θετικό πρόσημο των μεταβλητών «**In_Read**» και «**Out_Read**» και στα δύο μοντέλα, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή των διακριτών**

μεταβλητών, αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Δηλαδή υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να συμβεί ατύχημα όταν οδηγός διαβάζει γραπτό μήνυμα κατά την διάρκεια της οδήγησης, τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών. Όταν ο οδηγός διαβάζει γραπτό μήνυμα στο κινητό, πρέπει να βρίσκεται σε πνευματική εγγρήγορη 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.

Επισημαίνεται ότι, οι μεταβλητές «**In_Read**» και «**Out_Read**» θεωρούνται στατιστικά σημαντικές στο αστικό και υπεραστικό μοντέλο, με απόλυτη τιμή του δείκτη Wald 5,409 και 2,645 αντίστοιχα.

ΓΡΑΨΙΜΟ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Από το θετικό πρόσημο των μεταβλητών «**In_Write**» και «**Out_Write**» και στα δύο μοντέλα, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή των διακριτών μεταβλητών, αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.** Δηλαδή, υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα καθώς οδηγά τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών. 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.

Επισημαίνεται ότι, οι μεταβλητές «**In_Write**» και «**Out_Write**» θεωρούνται στατιστικά σημαντικές στο αστικό και υπεραστικό μοντέλο, με απόλυτη τιμή του δείκτη Wald 21,413 και 2,774 αντίστοιχα.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΞΙΑ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ ΟΔΟΥ ΣΕ ΜΕΤΡΑ

Η μεταβλητή «**dright**» παρουσιάζεται στο μοντέλο του υπεραστικού περιβάλλοντος οδήγησης με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, **αύξηση της μέσης απόστασης** του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή οδηγεί σε **αύξηση της πιθανότητας** να συμβεί ατύχημα. Ενδεχομένως οι οδηγοί που παρουσιάζουν τη συνήθεια να διατηρούν την πορεία του οχήματός τους σε μεγαλύτερη απόσταση από το δεξί άκρο της λωρίδας κυκλοφορίας τους να οδηγούν πιο επιθετικά και ριψοκίνδυνα από τους υπόλοιπους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «**dright**» είναι 2,017

Ο ΟΔΗΓΟΣ ΕΧΕΙ ΚΙΝΗΤΟ ΜΕ ΟΘΟΝΗ ΑΦΗΣ

Η διακριτή μεταβλητή «**touch**» χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που το κινητό τους είναι με οθόνη αφής (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που το κινητό είναι με κουμπιά (τιμή 0 της μεταβλητής). Επισημαίνεται ότι, όλοι οι οδηγοί του πειράματος ήταν υποχρεωμένοι να απαντήσουν στα μηνύματα. Το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι, οι οδηγοί που το κινητό τους τηλέφωνο δεν είναι με κουμπιά και άρα το γράψιμο και το διάβασμα των μηνυμάτων έγινε μέσω της οθόνης αφής παρουσίασαν **μεγαλύτερη πιθανότητα** να τους συμβεί ατύχημα. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί (τιμή 1 της μεταβλητής) δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις κατά την οδήγηση γιατί πρέπει να βλέπουν με μεγαλύτερη συχνότητα και διάρκεια το κινητό τους τηλέφωνο για να ελέγχουν την ορθότητα του μηνυματός τους. Αυτό ίσως συμβαίνει γιατί οι νέοι οδηγοί που έχουν κινήτα με κουμπιά από την αφή και το συχνό ψιλάφισμα, βρίσκουν ευκολότερα το γράμμα που θέλουν να γράψουν χωρίς να χρειάζεται να βλέπουν τόσο συχνά και παρατεταμένα το κινητό τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «touch» είναι 2,045 και 1,818 αντίστοιχα στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο.

ΦΥΛΟ

Το αρνητικό πρόσημο της διακριτής μεταβλητής «sex» και στα δύο μοντέλα, δηλώνει μείωση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την αύξηση της τιμής της μεταβλητής. Επειδή η μεταβλητή παίρνει την τιμή 1 για τους άνδρες και την τιμή 0 για τις γυναίκες, προκύπτει ότι, **οι γυναίκες παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα**. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από τη γενικότερη αντίθεση που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Ίσως οι γυναίκες στην πλειοψηφία τους να είναι πιο απρόσεκτες στην οδήγηση σε σύγκριση με τους άντρες.

Ο ΟΔΗΓΟΣ ΑΠΕΤΥΧΕ ΝΑ ΑΠΟΣΤΕΙΛΕΙ ΤΟ ΓΡΑΠΤΟ ΜΗΝΥΜΑ ΣΤΟ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η διακριτή μεταβλητή «wm_fail» δηλώνει αν ο οδηγός απέτυχε ή όχι να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε από τον συντονιστή και να γράψει ορθά το γραπτό μήνυμά του κατά τη διάρκεια της οδήγησης και παρουσιάζεται μόνο στο υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης. Εμφανίζεται στο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι, αύξηση της τιμής της μεταβλητής επιφέρει μείωση της πιθανότητας ατυχήματος. Συνεπώς, όταν ο οδηγός **αποτυγχάνει να απαντήσει** στο γραπτό μήνυμα (τιμή 1 της μεταβλητής), **μειώνεται η πιθανότητα** ατυχήματος. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι, στην περίπτωση όπου ο οδηγός δυσκολεύεται να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αποστολής ενός μηνύματος, η απόσπαση της προσοχής του είναι μικρότερη, τα μάτια του βλέπουν για περισσότερο χρόνο τον δρόμο και έτσι είναι πιο ασφαλής παρουσιάζοντας μικρότερη πιθανότητα ατυχήματος.

ΛΟΓΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η μεταβλητή «**vi_dia_vm**» παρουσιάζει θετικό πρόσημο. Από το σύνολο των 34 οδηγών υπολογίστηκε η μέση ταχύτητα για τα τμήματα με ίδιο παράγοντα απόσπασης (γράψιμο ή διάβασμα μηνύματος), ίδιο οδηγικό περιβάλλον (αστικό ή υπεραστικό) και ίδιες συνθήκες οδήγησης (καλοκαιρία ή νύχτα ή βροχή). Έτσι υπολογίστηκε για κάθε οδηγό ο λόγος που παρουσίαζε η μέση ταχύτητα οδήγησής του σε κάθε τμήμα προς την μέση ταχύτητα των υπόλοιπων 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 κυκλοφορίας είναι πιο ριψοκίνδουνοι με αποτέλεσμα σε κάποιο απρόοπτο συμβάν να υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μην ανταποκριθούν κατάλληλα και να εμπλακούν σε ατύχημα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «**vi_dia_vm**» είναι 21,028 και 3,741 αντίστοιχα στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο.

5.4.6 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

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

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

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

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

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

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

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

του συνόλου του δείγματος στην εξεταζόμενη μεταβολή, ως προς την αντίστοιχη συνολική μεταβολή της πιθανότητας επιλογής μιας εναλλακτικής, εφαρμόζεται η σχέση (Ben-Akiva & Lerman, 1985):

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

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

Από τον επόμενο πίνακα, προκύπτει το **είδος και το μέγεθος της επιρροής** της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη ξεχωριστά για συνεχείς και διακριτές μεταβλητές. Στη στήλη e_i^* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη. Όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή και στα **δύο μοντέλα** που αναπτύχθηκαν εκτός από τις μεταβλητές «dright» και «wm_fail» που έχουν επιρροή μόνο στο μοντέλο του υπεραστικού περιβάλλοντος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-25: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	βi	Wald	Σχετική επιρροή		βi	Wald	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ								
Νύχτα	0,477	3,76	0,29	2,42	0,481	3,88	0,33	1,65
Βροχή	0,914	14,53	0,62	5,17	0,923	14,99	0,75	3,75
Διάβασμα μηνύματος	0,581	5,41	0,35	2,92	0,411	2,65	0,28	1,40
Γράψιμο μηνύματος	1,270	21,41	1,00	8,33	0,436	2,77	0,30	1,50
Οθόνη αφής	0,268	1,82	0,16	1,33	0,283	2,05	0,21	1,05
Φύλο	-0,229	1,41	-0,12	-1,00	-0,375	3,59	-0,20	-1,00
Αποτυχία αποστολής					-0,787	9,38	-0,40	-2,00
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ								
Απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού					0,14	2,02	0,03	1,00
Λόγος ταχύτητας	0,648	3,74	0,13	1,00	1,43	21,03	0,19	6,33

Παρατηρούμε ότι:

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

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος». Η μεταβλητή αυτή έχει 8,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «φύλο», 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος», 3,4 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «νύχτα» και 1,6 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «βροχή». Επίσης η μεταβλητή «βροχή» επηρεάζει την πιθανότητα ατυχήματος 2,1 και 1,8 φορές περισσότερο σε σχέση με τις μεταβλητές «νύχτα» και «διάβασμα μηνύματος» αντίστοιχα. Από τις **συνεχείς μεταβλητές** που εξετάστηκαν η μόνη που επηρεάζει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «λόγος ταχύτητας» της οποίας η μεταβολή κατά 1% αυξάνει κατά 0,13% την πιθανότητα ατυχήματος.

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** εξέταση **υπεραστικού τμήματος:**

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «βροχή» που έχει 3,75 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «φύλο». Η μεταβλητή «βροχή» αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος 2,7 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος», 2,5 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «γράψιμο μηνύματος» και 2,3 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «νύχτα». Επίσης η μεταβλητή «διάβασμα μηνύματος» αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος 1,3 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «οθόνη αφής» και 1,4 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «φύλο».

Όσον αφορά τις **συνεχείς μεταβλητές** αυτή που παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή είναι η μεταβλητή «λόγος ταχύτητας». Επίσης η μεταβολή της μεταβλητής «λόγος ταχύτητας» κατά 1% αυξάνει κατά 6.33%

την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε σχέση με τη απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού.

Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

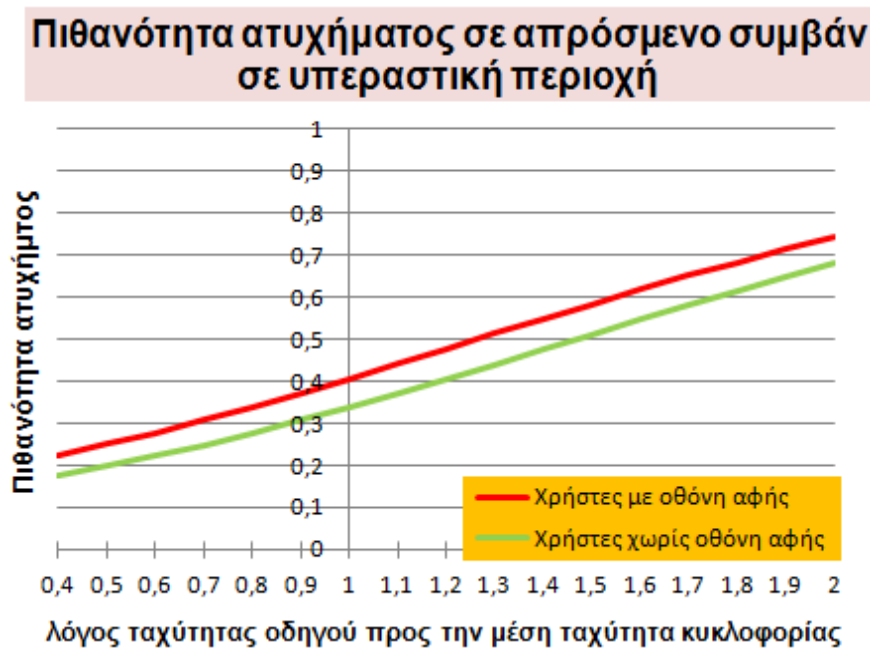
1. Το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων είναι επικίνδυνα, αφού αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση άλλων ερευνών. Συγκεκριμένα, στο μοντέλο του αστικού περιβάλλοντος η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 2,9 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει μήνυμα και **8,3 φορές μεγαλύτερη** όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Στο υπεραστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,4 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει μήνυμα και 1,5 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός γράφει μήνυμα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
2. Στην οδήγηση υπό **βροχή** και **νύχτα** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο υπεραστικό περιβάλλον οι μεταβλητές παρουσίασαν την μεγαλύτερη επιρροή. Η επιρροή αυτή στο υπεραστικό περιβάλλον ήταν μεγαλύτερη και από τους παράγοντες απόσπασης.
3. Οι οδηγοί που είχαν κινητό με **οθόνη αφής** παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Ειδικότερα παρουσιάζουν 2,19 και 1,33 φορές **μικρότερη επιρροή** σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αντίστοιχα.
4. 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.
5. Η πιθανότητα ατυχήματος όπως προέκυψε και στα δύο μαθηματικά μοντέλα **αυξάνεται για τις γυναίκες** οδηγούς και για τους οδηγούς που είχαν κινητό τηλέφωνο **με οθόνη αφής**.
6. Το γράψιμο μηνύματος αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το διάβασμα και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Είναι δηλαδή **πιο**

επικίνδυνο το γράψιμο από το διάβασμα μηνύματος κατά την διάρκεια της οδήγησης. Ειδικότερα στο αστικό περιβάλλον το γράψιμο μηνύματος έχει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος ενώ στο υπεραστικό περιβάλλον η επιρροή αυτή είναι μόλις 1,1 φορές.

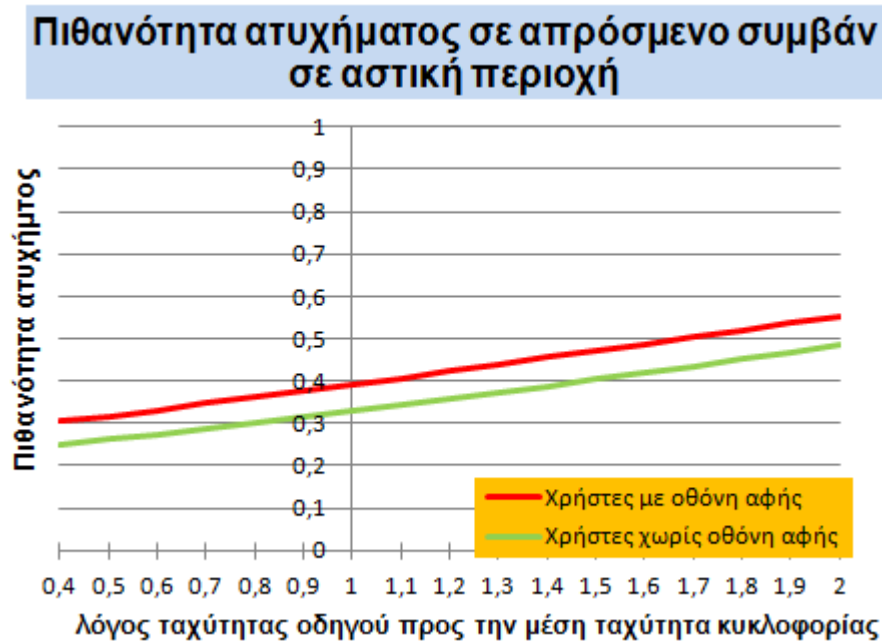
7. Η οδήγηση υπό βροχή αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την οδήγηση τη νύχτα και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Είναι δηλαδή **πιο επικίνδυνη η οδήγηση υπό βροχή** από την οδήγηση τη νύχτα. Ειδικότερα στο υπεραστικό περιβάλλον η οδήγηση υπό βροχή έχει 2,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την οδήγηση τη νύχτα ενώ στο αστικό περιβάλλον η επιρροή αυτή είναι 2,1 φορές.

5.4.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

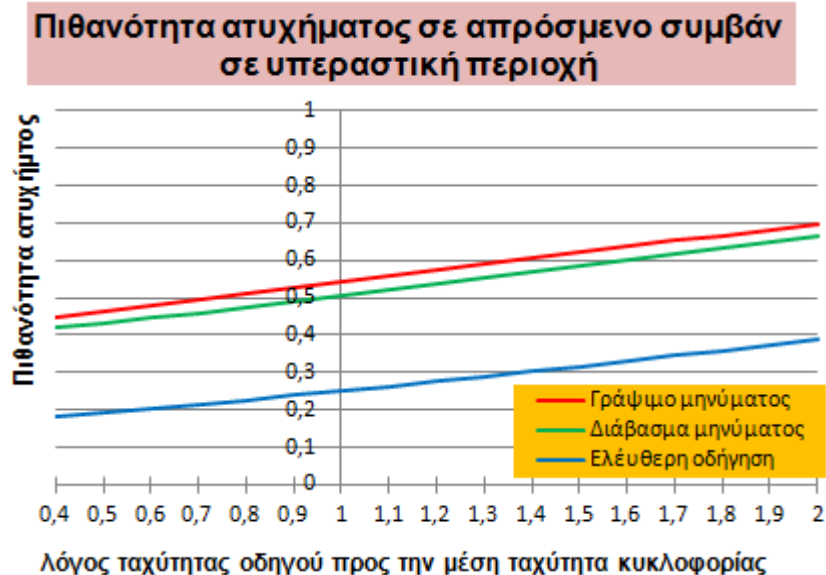
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



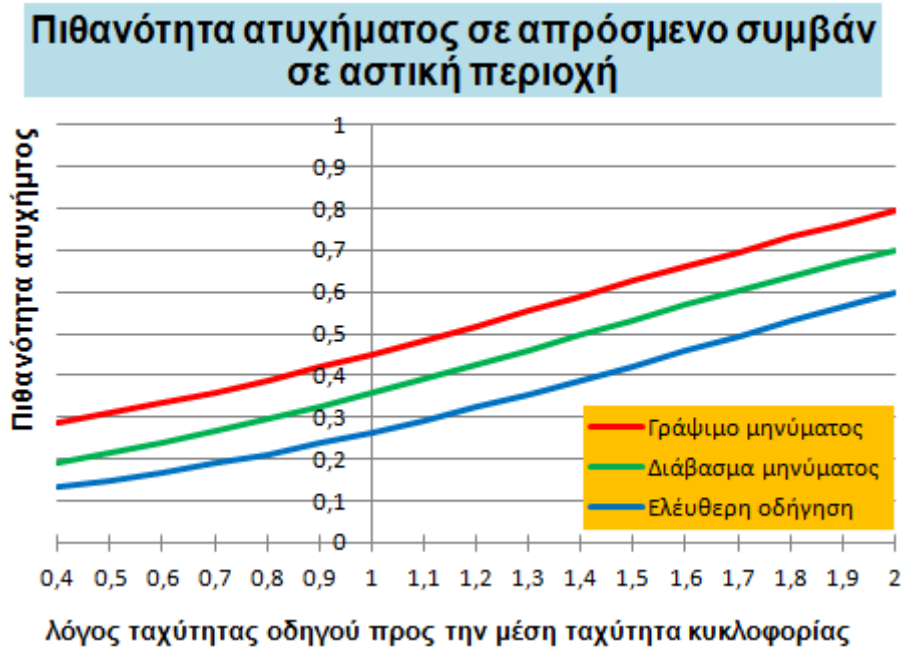
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-26: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και το είδος οθόνης σε υπεραστική περιοχή (Night=1, Rainy=0, Out_Read=1, Out_Write=0, dright=1, sex=0, wm_fail=0).



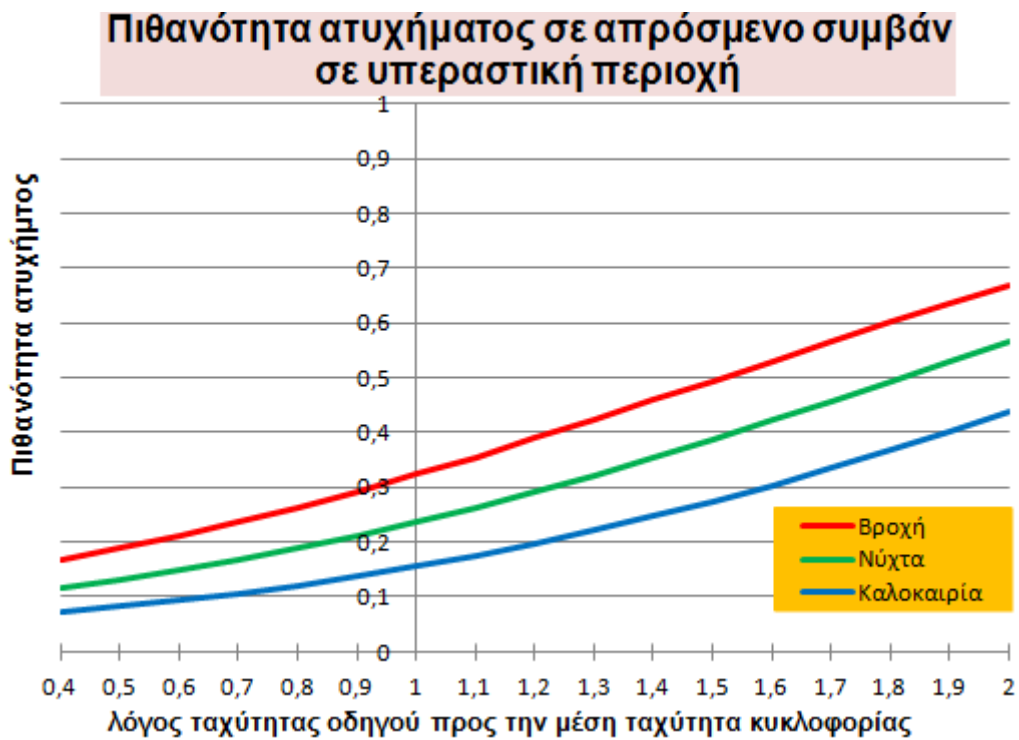
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-27: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και το είδος οθόνης σε αστική περιοχή (Night=1, Rainy=0, Out_Read=1, Out_Write=0, sex=0).



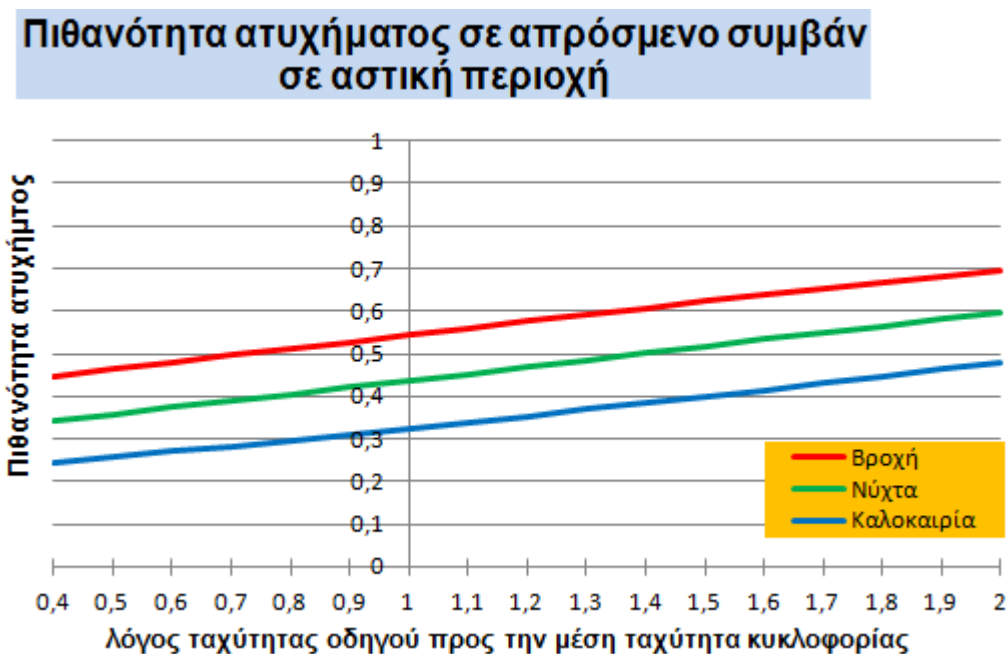
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-28: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και τους παράγοντες απόσπασης σε υπεραστική περιοχή (Night=0, Rainy=1, dright=1, touch=0, sex=1, wm_fail=0).



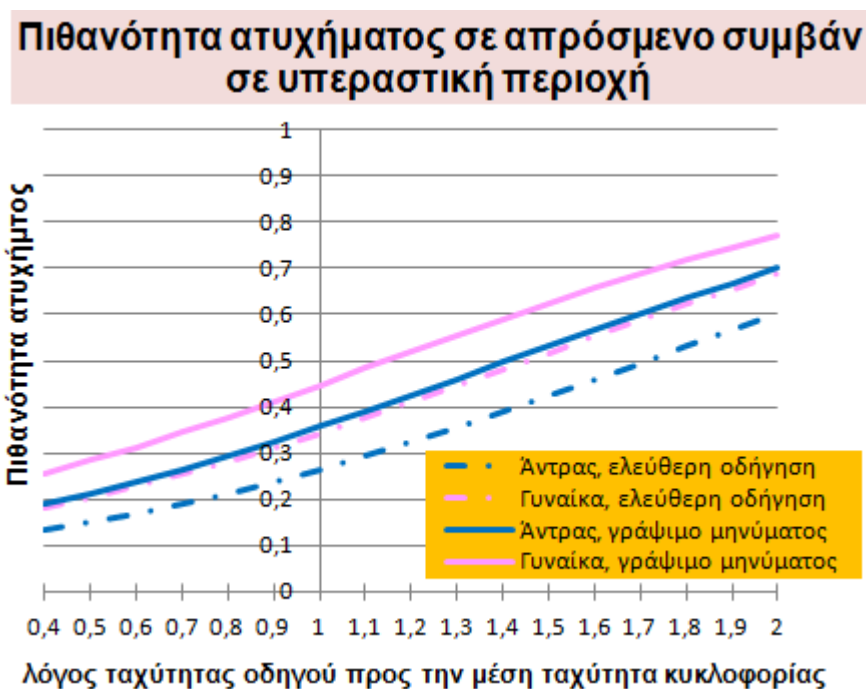
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-29: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και τους παράγοντες απόσπασης σε αστική περιοχή (Night=0, Rainy=1, touch=0, sex=1).



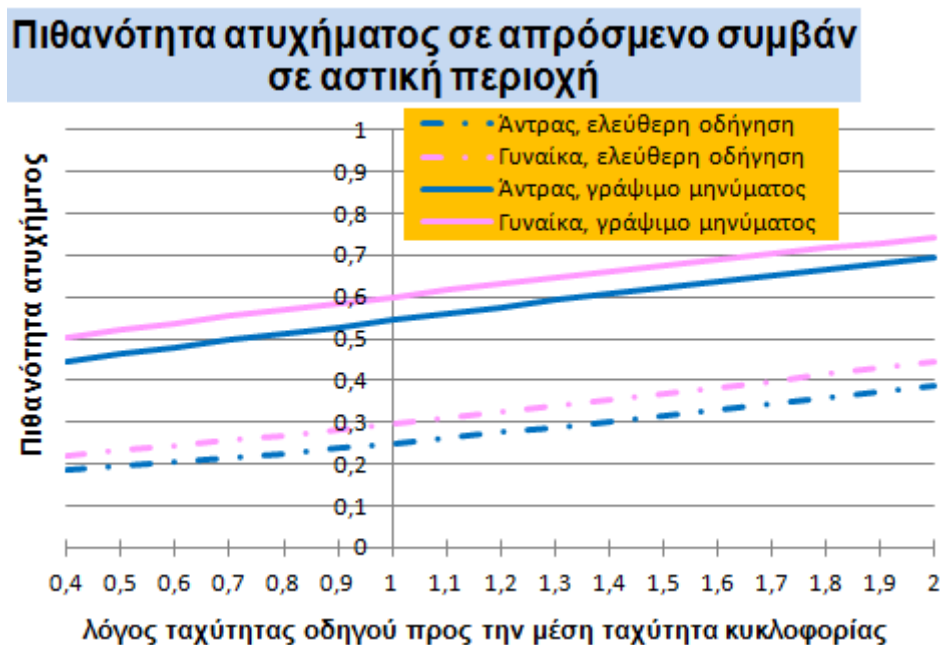
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-30: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και τις συνθήκες οδήγησης σε υπεραστική περιοχή (Out_Read=0, Out_Write=0, dright=1, touch=1, sex=1, wm_fail=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-31: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας και τις συνθήκες οδήγησης σε αστική περιοχή (Out_Read=0, Out_Write=1, touch=0, sex=1).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-32: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας, το φύλο και το γράψιμο ή όχι μηνύματος σε υπεραστική περιοχή (Night=0, Rainy=1, dright=1, touch=0, wm_fail=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-33: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με τον λόγο ταχύτητας, το φύλο και το γράψιμο ή όχι μηνύματος σε αστική περιοχή (Night=0, Rainy=1, dright=1, touch=0, wm_fail=0).

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

- Οι οδηγοί εμφάνισαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν διαβάζαν και έγραφαν γραπτό μήνυμα. Η πιθανότητα αυτή είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση που οδηγός **γράφει μήνυμα**.
- Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι μεγαλύτερη στη περίπτωση που ο οδηγός έχει κινητό τηλέφωνο με **οθόνη αφής**.
- Οι οδηγοί που μειώνουν την ταχύτητά τους σε σύγκριση με την ταχύτητα της υπόλοιπης κυκλοφορίας όταν γράφουν και διαβάζουν γραπτό μήνυμα έχουν **μικρότερη πιθανότητα** να τους συμβεί ατύχημα αλλά η μείωση της ταχύτητας δεν αντισταθμίζει τον κίνδυνο που επιφέρει το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων.

- Στην οδήγηση **υπό βροχή και νύχτα** παρουσιάζονται αυξημένες πιθανότητες να συμβεί ατύχημα. Η πιθανότητα αυτή είναι μεγαλύτερη στην οδήγηση υπό βροχή.
- Οι **άνδρες οδηγοί** παρουσιάζουν μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση συμπεριφοράς και ασφάλειας νέων οδηγών 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.

Από την **αρχική ανάλυση** προέκυψε ο πίνακας 6.1 που απεικονίζει την ταχύτητα, τον χρόνο αντίδρασης και τα ατυχήματα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον για τις συνθήκες οδήγησης καλοκαιρία, βροχή και νύχτα και τους παράγοντες απόσπασης προσοχής διάβασμα και γράψιμο μηνύματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1: Ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης και ατυχήματα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον για τις συνθήκες οδήγησης καλοκαιρία, βροχή, νύχτα και τους παράγοντες απόσπασης προσοχής διάβασμα και γράψιμο μηνύματος.

		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΑ			ΒΡΟΧΗ			ΝΥΧΤΑ		
		Ελεύθερη οδήγηση	Διάβασμα μηνύματος	Γράψιμο μηνύματος	Ελεύθερη οδήγηση	Διάβασμα μηνύματος	Γράψιμο μηνύματος	Ελεύθερη οδήγηση	Διάβασμα μηνύματος	Γράψιμο μηνύματος
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	Ταχύτητα (km/h)	49,92	41,08	39,16	46,26	40,49	36,9	46,96	40,44	35,78
	Χρόνος αντίδρασης (s)	0,77	1,01	1,13	1,08	1,35	1,41	0,91	1,20	1,21
	Ατυχήματα	0	5	7	6	15	12	8	7	9
ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	Ταχύτητα (km/h)	37,17	25,46	20,59	35,07	26,5	22,56	35,03	25,23	21,4
	Χρόνος αντίδρασης (s)	1,10	1,29	1,39	1,18	1,44	1,57	1,08	1,33	1,53
	Ατυχήματα	2	9	17	5	16	20	2	11	17

Στη συνέχεια έγινε **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης και τον μέσο χρόνο αντίδρασης και μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι, πραγματοποιήθηκαν έξι στατιστικές αναλύσεις, δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης, δύο για το μοντέλο προσδιορισμού του μέσου χρόνου αντίδρασης και δύο για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι, η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα οδήγησης, μέσος χρόνος αντίδρασης 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. 6.2, Πίν. 6.3, Πίν. 6.4), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i [*]			e _i	e _i [*]
Ελεύθερη οδήγηση					0,157	12,36	0,05	8,17
Διάβασμα μηνύματος	-0,177	-18,43	-0,06	-12,40	0,134	10,79	0,04	6,83
Γράψιμο μηνύματος	-0,244	-24,45	-0,09	-17,20				
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,045	-3,36	-0,05	-10,60				
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	0,00007	15,88	0,15	30,20				
Ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της					-0,035	-4,59	-0,02	-2,83
Επιτάχυνση					0,060	13,95	0,12	20,60
Οθόνη αφής	-0,014	-1,92	-0,01	-1,00	-0,021	-2,31	-0,01	-1,00
Συχνοί χρήστες οδού	0,030	3,50	0,01	2,00	0,022	1,78	0,01	1,12
Μείωση ταχύτητας για γράψιμο μηνύματος					-0,021	-2,29	-0,01	-1,00

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων χρόνου αντίδρασης.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i [*]			e _i	e _i [*]
Νύχτα	0,029	1,86	0,15	1,00	0,036	2,34	0,85	1,03
Βροχή	0,064	4,09	0,34	2,21	0,062	4,02	1,47	1,77
Ελεύθερη οδήγηση					-0,141	-8,40	-3,35	-4,03
Διάβασμα μηνύματος	0,073	4,17	0,39	2,53	-0,038	-2,25	-0,90	-1,09
Γράψιμο μηνύματος	0,102	5,63	0,54	3,52				
Απόσταση από τον άξονα της οδού	0,054	2,25	0,96	6,23	0,037	1,61	3,12	3,65
Ατύχημα	0,106	7,12	0,56	3,66	0,141	8,36	3,35	4,03
Συχνό γράψιμο και διάβασμα μηνυμάτων	-0,036	-2,42	-0,19	-1,25	-0,035	-2,37	-0,83	-1,00

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-4: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	Wald	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i [*]			e _i	e _i [*]
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ								
Νύχτα	0,477	3,76	0,29	2,42	0,481	3,88	0,33	1,65
Βροχή	0,914	14,53	0,62	5,17	0,923	14,99	0,75	3,75
Διάβασμα μηνύματος	0,581	5,41	0,35	2,92	0,411	2,65	0,28	1,40
Γράψιμο μηνύματος	1,270	21,41	1,00	8,33	0,436	2,77	0,30	1,50
Οθόνη αφής	0,268	1,82	0,16	1,33	0,283	2,05	0,21	1,05
Φύλο	-0,229	1,41	-0,12	-1,00	-0,375	3,59	-0,20	-1,00
Αποτυχία αποστολής					-0,787	9,38	-0,40	-2,00
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ								
Απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού					0,14	2,02	0,03	1,00
Λόγος ταχύτητας	0,648	3,74	0,13	1,00	1,43	21,03	0,19	6,33

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:

- Το διάβασμα και η ανάγνωση γραπτών μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης φαίνεται ότι, **αυξάνουν σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος** παρά το γεγονός της μείωσης της ταχύτητας από τους οδηγούς, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στην αύξηση των χρόνων αντίδρασης. Ειδικότερα, το γράψιμο **μηνύματος έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από το διάβασμα** όπως προκύπτει και από τη διεθνή βιβλιογραφία ενδεχομένως λόγω της αυξημένης πνευματικής εγρήγορσης που απαιτεί.
- Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση ενώ η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης και το μέσο χρόνο αντίδρασης πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που επίσης αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τις μεθόδους αυτές, οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της

μέσης ταχύτητας οδήγησης, του μέσου χρόνου αντίδρασης και της πιθανότητας ατυχήματος με τις παραμέτρους τα επηρεάζουν χωριστά για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.

- Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη **μέση ταχύτητα** οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.

Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

- Το **διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων** κατά τη διάρκεια της οδήγησης επιφέρουν **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας** τόσο στο αστικό όσο και στο υπεραστικό δίκτυο όπως προκύπτει από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Ενδεχομένως, η μείωση της ταχύτητας να επιφέρει αίσθημα ασφάλειας στους οδηγούς και να λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις του γραψίματος και του διαβάσματος μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης.
- Οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 18% στην καλοκαιρία, 12% στην οδήγηση υπό βροχή και 14% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον. Στο αστικό περιβάλλον μείωσαν ταχύτητα ενώ διάβαζαν μήνυμα κατά 30% στην καλοκαιρία, 24% στην οδήγηση υπό βροχή και 28% στην οδήγηση την νύχτα.
- Κατά το **γράψιμο μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη** αφού μείωθηκε κατά 22% στην καλοκαιρία, 20% στην οδήγηση υπό βροχή και 24% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον ενώ στο αστικό περιβάλλον μείωθηκε κατά 45% στην καλοκαιρία, 35% στην οδήγηση υπό βροχή και 39% στην οδήγηση την νύχτα.
- Η ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον.
- Η οδήγηση υπό βροχή και σε συνθήκες νύχτας δεν έχουν στατιστικά σημαντική επιρροή στην μέση ταχύτητα του οδηγού.

- Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στον **χρόνο αντίδρασης** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.

Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

- Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων **έχουν δυσμενή επιρροή** στον χρόνο αντίδρασης τόσο στο αστικό όσο και στο υπεραστικό δίκτυο όπως έχει αποδειχθεί και από άλλες έρευνες διεθνώς.
 - Ο χρόνος αντίδρασης **αυξήθηκε** στην ανάγνωση μηνύματος κατά 30% στην καλοκαιρία, 25% στην οδήγηση υπό βροχή και 31% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον. Στο αστικό περιβάλλον ο χρόνος αντίδρασης αυξήθηκε στην ανάγνωση μηνύματος κατά 17% στην καλοκαιρία, 22% στην οδήγηση υπό βροχή και 23% στην οδήγηση την νύχτα.
 - Κατά το γράψιμο μηνύματος **η αύξηση** του χρόνου αντίδρασης **ήταν μεγαλύτερη**. Πιο συγκεκριμένα, αυξήθηκε κατά 46% στην καλοκαιρία, 33% στην οδήγηση υπό βροχή και 30% στην οδήγηση την νύχτα στο υπεραστικό περιβάλλον, ενώ στο αστικό περιβάλλον αυξήθηκε κατά 26% στην καλοκαιρία, 33% στην οδήγηση υπό βροχή και 29% στην οδήγηση την νύχτα. Παρατηρείται ότι, η ποσοστιαία αύξηση του χρόνου αντίδρασης ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο υπεραστικό περιβάλλον.
- Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη **πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.
- Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
- Το διάβασμα και το γράψιμο μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης **είναι επικίνδυνα**, αφού αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, ενδεχομένως λόγω της συχνότητας και της μεγάλης διάρκειας που τα μάτια του οδηγού βλέπουν εντός του οχήματος και όχι τον δρόμο.
 - Στο αστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 2,9 και 8,3 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.

- Στο υπεραστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,4 και 1,5 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
 - Η μείωση της ταχύτητας μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά **δεν αντισταθμίζει** την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω του διαβάσματος και του γραψίματος μηνυμάτων.
 - Στην οδήγηση υπό **βροχή και νύχτα** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο υπεραστικό περιβάλλον οι μεταβλητές αυτές παρουσίασαν τη μεγαλύτερη επιρροή.
 - Οι οδηγοί που είναι γυναίκες, έχουν κινητό με οθόνη αφής και έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες από τους υπόλοιπους οδηγούς παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα σε αστικό περιβάλλον. Στο υπεραστικό περιβάλλον ισχύουν ομοίως τα πιο πάνω με την μόνη διαφορά ότι, οι οδηγοί που έστειλαν το μήνυμα τους με επιτυχία και οδηγούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το δεξί άκρο της οδού παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- Συγκρίνοντας τις μεταβλητές **διάβασμα και γράψιμο** μηνύματος παρατηρείται ότι:
- Στο υπεραστικό περιβάλλον παρόλο που οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης και η πιθανότητα ατυχήματός τους αυξάνονται κατά την εγγραφή του μηνύματος. Για παράδειγμα στο σενάριο της βροχής η μείωση της ταχύτητας ήταν 12% στην ανάγνωση μηνύματος και 20% στο γράψιμο μηνύματος ενώ, οι χρόνοι αντίδρασης αυξήθηκαν κατά 25% και 33% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 1,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Ομοίως, στο αστικό περιβάλλον παρόλο που οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης και η πιθανότητα ατυχήματός τους αυξάνονται κατά το γράψιμο μηνύματος. Για παράδειγμα στο σενάριο της καλοκαιρίας η μείωση της ταχύτητας ήταν 30% στην ανάγνωση μηνύματος και 45% στο γράψιμο

μηνύματος ενώ, οι χρόνοι αντίδρασης αυξήθηκαν κατά 17% και 26% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.

- Συμπεραίνεται ότι, το **γράψιμο μηνύματος έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από το διάβασμα** όπως έχει αποδειχθεί και από άλλες έρευνες διεθνώς. Αν και η μείωση της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη κατά το γράψιμο, οι χρόνοι αντίδρασης αυξάνονται περισσότερο με αποτέλεσμα η πιθανότητα ατυχήματος να είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την ανάγνωση.

- Συγκρίνοντας τις μεταβλητές **βροχή και νύχτα** παρατηρείται ότι:
 - Στο υπεραστικό περιβάλλον στην οδήγηση υπό βροχή οι οδηγοί μειώνουν ποσοστιαία λιγότερο την ταχύτητα τους και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα ενδεχομένως λόγω της ολισθηρότητας του δρόμου. Για παράδειγμα κατά το γράψιμο μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν 20% στην οδήγηση υπό βροχή και 24% στην οδήγηση τη νύχτα. Ταυτόχρονα, η βροχή παρουσιάζει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Ομοίως, στο αστικό περιβάλλον στην οδήγηση υπό βροχή οι οδηγοί μειώνουν ποσοστιαία λιγότερο την ταχύτητα τους και παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Για παράδειγμα, κατά το διάβασμα μηνύματος η μείωση της ταχύτητας ήταν 24% στην οδήγηση υπό βροχή και 28% στην οδήγηση τη νύχτα. Ταυτόχρονα, η βροχή παρουσιάζει 2,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος.
 - Συμπεραίνεται ότι, **η οδήγηση υπό βροχή έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από την οδήγηση τη νύχτα**. Η μεγαλύτερη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς στην οδήγηση τη νύχτα αποτελεί αντισταθμιστικό παράγοντα, με αποτέλεσμα τη μείωση της πιθανότητας ατυχήματος σε σύγκριση με την οδήγηση υπό βροχή.

- Σχετικά με τη μεταβλητή **οθόνη αφής** παρατηρείται ότι:
 - Στο υπεραστικό περιβάλλον οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής μειώνουν περισσότερο την ταχύτητα τους αλλά παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Για παράδειγμα, το 81% και 58% των οδηγών που είχαν ατύχημα είχαν κινητό με οθόνη αφής στην οδήγηση υπό βροχή και καλοκαιρία αντίστοιχα.
 - Ομοίως, στο υπεραστικό περιβάλλον οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής μειώνουν περισσότερο την ταχύτητα τους αλλά παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Για παράδειγμα, το 64% και 73% των οδηγών που είχαν ατύχημα είχαν κινητό με οθόνη αφής στην οδήγηση υπό καλοκαιρία και νύχτα αντίστοιχα.
 - Συμπεραίνεται ότι, οι οδηγοί που έχουν κινητό με οθόνη αφής παρουσιάζουν **αυξημένη πιθανότητα** να τους συμβεί ατύχημα σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς, γεγονός που ενδεχομένως εξηγείται από τη μικρότερη ευκολία στην πληκτρολόγηση στις οθόνες αφής (συνήθως με δύο χέρια).

- Συγκρίνοντας την οδήγηση σε **αστικό και υπεραστικό** περιβάλλον παρατηρείται ότι:
 - Η ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον.
 - Η ποσοστιαία αύξηση του χρόνου αντίδρασης ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις στο υπεραστικό περιβάλλον.
 - Τα δύο μοντέλα για εντός και εκτός κατοικημένης περιοχής έχουν κοινές μεταβλητές στην πιθανότητα ατυχήματος (νύχτα, βροχή, διάβασμα και γράψιμο μηνύματος, οθόνη αφής, φύλο και λόγος ταχύτητας) εκτός από τις μεταβλητές αποτυχία αποστολής μηνύματος και απόσταση από το δεξιό άκρο της οδού που εμφανίζονται μόνο στο μοντέλο για το υπεραστικό περιβάλλον.
 - Στο αστικό περιβάλλον, το γράψιμο μηνύματος παρουσιάζει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος. Στο υπεραστικό περιβάλλον η επιρροή

αυτή του γραψίματος μηνύματος είναι 1,1 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το διάβασμα μηνύματος.

- Στο αστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 2,9 και 8,3 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση ενώ στο υπεραστικό περιβάλλον η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι 1,4 και 1,5 φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός διαβάζει και γράφει μήνυμα αντίστοιχα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- Συμπεραίνεται ότι, οι παράγοντες απόσπασης έχουν μεγαλύτερη επιρροή στο αστικό περιβάλλον παρόλο που η ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη, ενδεχομένως λόγω, των πολλών άλλων παραγόντων απόσπασης που υπάρχουν εντός μιας πόλης όπως τα κτήρια, τα καταστήματα, τα σταθμευμένα οχήματα, οι πεζοί, οι συχνές διασταυρώσεις, τα σήματα κυκλοφορίας που δεν είναι τόσο συχνά στο υπεραστικό δίκτυο.

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 **πλήρης απαγόρευση** του γραψίματος και του διάβασματος μηνυμάτων κατά τη διάρκεια της οδήγησης στην Ελλάδα αφού αποτελεί σημαντικό παράγοντα απόσπασης. Στη Γερμανία και στο Ηνωμένο Βασίλειο απαγορεύεται η χρήση κινητού τηλεφώνου για οποιοδήποτε σκοπό ενόσω η μηχανή του οχήματος είναι σε λειτουργία.
- Προτροπή των οδηγών να χρησιμοποιούν τις **νέες τεχνολογίες** που επιτρέπουν το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων φωνητικά. Με τον

τρόπο αυτό τα μάτια του οδηγού βλέπουν συνεχώς τον δρόμο ενώ τα χέρια του δεν χρειάζεται να φεύγουν από το τιμόνι. Με τη χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών αναμένεται ότι, θα επιτευχθεί λιγότερο ανασφαλής οδήγηση.

- Ανάπτυξη **‘Παιδείας Οδικής Ασφάλειας’** που θα συνδέεται με θετική στάση για την οδική ασφάλεια και με την απόρριψη των επικίνδυνων συμπεριφορών στην οδήγηση και ειδικά εκείνων που συνδέονται με το γράψιμο και διάβασμα μηνυμάτων. 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 των πολιτών σε θέματα οδικής ασφάλειας και των κινδύνων που προκύπτουν από το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων.
- Άμεση και πλήρης εφαρμογή του **Ελληνικού Στρατηγικού Σχεδιασμού** που έχει ως στόχο οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα το έτος 2020, να είναι λιγότεροι από 640. Απαραίτητη προϋποθέση για την επιτυχία των στόχων και των μέτρων της οδικής ασφάλειας είναι η ισχυρή πολιτική βούληση, το σταθερό πλαίσιο διοίκησης, ο συντονισμός όλων των φορέων, η συμμετοχή των πολιτών, η συστηματική παρακολούθηση και η αξιολόγηση των μέτρων και η **επαρκής χρηματοδότηση**.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Για τη περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η διερεύνηση των θεμάτων που ακολουθούν:

1. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών με συμμετέχοντες διαφορετικών**

ηλικιακών ομάδων. Θα προέκυπταν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στο σύνολο των οδηγών και ίσως αυτό να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών.

2. 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.
3. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η μεταξύ τους σύγκριση των παραγόντων απόσπασης προσοχής κατά την διάρκεια της οδήγησης. Να γίνει δηλαδή μια **κατάταξη** με σειρά επικινδυνότητας των παραγόντων που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα (κάπνισμα, δύσκολη ή ευκολη συνομιλία με συνοδηγό, δύσκολη ή ευκολη συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο, κατανάλωση φαγητού, μουσικό απόσπασμα και διάβασμα και γράψιμο μηνυμάτων) στο Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.
4. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μια έρευνα η οποία θα προσδιόριζε σε ποιο βαθμό **οι νέες τεχνολογίες** που χρησιμοποιούνται για το γράψιμο και το διάβασμα μηνυμάτων κατά την διάρκεια της οδήγησης συμβάλλουν στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.
5. Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών για παράδειγμα υπό ομίχλη ή χιόνι, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (αυτοκινητόδρομοι, ορεινή περιοχή, κλπ).

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαρδάκη Σ., **“Διερεύνηση της συμπεριφοράς οδήγησης ηλικιωμένων οδηγών στον αυτοκινητόδρομο και των αντιλήψεών τους για θέματα οδικής ασφάλειας”**, Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ, Οκτώβριος 2008.
2. ΕΜΠ - ΤΜΣΥ, **“Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2010”**, Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών, Αθήνα, 2005.
3. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ. **“Σημειώσεις ειδικών θεμάτων σχεδιασμού οδών”**, Δεκέμβριος 2008, Αθήνα.
4. Μπαϊράμης Χ., Σκλίας Β. **“Επιρροή της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά του οδηγού και την πιθανότητα ατυχήματος”**, ΕΜΠ, Οκτώβριος 2010.
5. Παπαθανασίου Ε., Ποσταντζη Β. **“Επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του”**, ΕΜΠ, Μάρτιος 2011.
6. Ρούμπας Λ., **“Επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού”**, ΕΜΠ, Μάρτιος 2010.
7. Σταθόπουλος Α., Καρλαύτης Μ., **“Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2008.

8. Σωσσιδου, **“Σχεδιασμός έρευνας και εφαρμογές στατιστικής με τη χρήση του SPSS”**, Θεσσαλονίκη, 2007.
9. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ., **“Οδική Ασφάλεια”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994.
10. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., **“Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Τόμος Γ”**, Εκδόσεις Παρατηρητής, 1986.
11. Alterman E., **“Texting and driving worse than drinking and drinning”**, cnbc.com, June 2009.
12. Atheley P., Stephanie A., Aaron B., **“The choice to text and drive on younger drivers: Behavior may shape attitude”**, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, 2010, pp. 134-142.
13. Billieux, J., Van der Linden, M., Rochat, L. **“The role of impulsivity in actual and problematic use of the mobile phone”** Applied Cognitive Psychology 22 (9), 1195–1210, 2008.
14. Charlene H., Anthony L., Michael R., **“Text messaging amongst New Zealand drivers: Prevalence and risk perception”**, Transportation Research Part F, Vol. 15, 2012, pp. 261-271.
15. 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.
16. Doug C., **“Text messaging while driving: its effects on driving performance and text messaging behaviour”**, University College London, 2010.

17. Drews F., Yazdani H., Godfrey C., Cooper J and Strager D., ***“Text Messaging During Simulated Driving”***, Human Factors and Ergonomics Society, December 2009.
18. Foerst Driving Simulators, <http://www.drfoerst.de/>, .
19. Heidi N., Katherine W., ***“Texting while driving: Psychosocial influences on young people’s texting intentions and behaviour”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, 2010, pp. 1257-1265.
20. 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.
21. Hosking S., Young K., Regan M. ***“The Effects of Text Messaging on Young Drivers”***, Human Factors and Ergonomics Society, August 2009.
22. Justin O., Shane M., Jeremy S., ***“Driver performance while text messaging using handheld and in-vehicle systems”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, 2011, pp. 939-947.
23. Marissa H., ***“College students’ prevalence and perceptions of text messaging while driving”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, 2011, pp. 1516-1520.
24. National Highway Traffic Safety, ***“National motor vehicle crash causation survey”***, DOT HS 811 059, Δεκέμβριος 2009.

25. Nelson E., Atchley P., Little P., ***“The effects of perception of risk and importance of answering and initiating a cellular call while”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 41, 2009, pp. 438-444.
26. Ntua Road Safety Audit, www.nrso.eu, 2012.
27. Paul A., Chelsie H., Sean L., ***“Stuck in the 70s: The role of social norms in distracted driving”***, Accident Analysis and Prevention, 2012.
28. Rebeca O., Richard H., Jeffrey H., Joseph B., ***“Driver distraction in commercial vehicle operations”***, Virginia Tech Transportation Institute, Virginia, September 2009.
29. Reed N & R Robbins. ***“The effect of text messaging on driver behaviour: a simulator study.”*** , 2008
30. Vlingo Corporation, ***“Vlingo consumer mobile messaging habits report”***, 2009.
31. White, K.M., Hyde, M.K., Walsh, S.P., Watson, B., ***“Mobile phone use while driving: An investigation of the benefits influencing drivers’ hands-free and hand-held mobile phone use”***, Transportation Research, Part F: Traffic Psychology and Behavior, Vol. 13, Issue 1, 2010, pp. 9-20.
32. Yannis G., Papadimitriou E. ***“Road Safety in Greece”***, April 2012