



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διπλωματική Εργασία

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ
ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ
ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΕΣ ΟΔΟΥΣ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Κυριακούλη Ελευθερία

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Παράλληλα, ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: κ. Ιωάννη Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και Πρύτανη του ΕΜΠ και την κα. Ελένη Βλαχογιάννη, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ τον κ. Δημοσθένη Παύλου, Διδάκτορα Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, για την πολύτιμη στήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, για τις υποδείξεις σε καίρια ζητήματα καθώς και για τη βοήθεια σε θέματα που αφορούσαν στη λειτουργία του προσομοιωτή.

Ακόμη, ευχαριστώ τον κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Διδάκτορα Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ και τον κ. Δημήτρη Τσελέντη, Υποψήφιο Διδάκτορα, για τις καίριες υποδείξεις σε σημαντικά ζητήματα της διπλωματικής εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ χρωστώ σε όσους συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία, καθώς ο ρόλος τους ήταν καταλυτικός στην υλοποίηση αυτής της έρευνας, καθώς και τη Μαρία Κονταξή, τη συμφοιτήτρια και φίλη για την ευχάριστη και εξαιρετική συνεργασία κατά την πειραματική διαδικασία.

Τέλος, ένα ξεχωριστό ευχαριστώ οφείλω στους γονείς μου Δημοσθένη και Παναγιώτα και στα αδέρφια μου Κώστα και Θάκη για την ψυχολογική στήριξη, την υπομονή και την αγάπη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και φρόντισαν να είμαι υγιής, καθώς και σε όλους μου τους φίλους για τις ωραίες αλλά και τις δύσκολες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

Κυριακούλη Ελευθερία.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΕΣ ΟΔΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ:

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών στις επαρχιακές οδούς. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε προσομοιωτή οδήγησης σε επαρχιακή οδό όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε διάφορα σενάρια οδήγησης. Αναπτύχθηκαν στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη μέση ταχύτητα οδήγησης (λογαριθμοκανονική), στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στο μέσο χρόνο αντίδρασης των οδηγών σε απρόσμενο συμβάν (γραμμική) και στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα (λογιστική). Από την εφαρμογή των μοντέλων προκύπτει ότι, η νυχτερινή οδήγηση οδηγεί σε μικρή μείωση της μέσης ταχύτητας και σε αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, παρόλα αυτά η ασφαλέστερη αυτή συμπεριφορά δεν επαρκεί για να αντισταθμίσει την αύξηση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε περίπτωση απρόοπτου συμβάντος με αποτέλεσμα τελικώς να αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα ατυχήματος.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: νυχτερινή οδήγηση, προσομοιωτής οδήγησης, ταχύτητα, απόσταση από προπορευόμενο όχημα, χρόνος αντίδρασης, οδικά ατυχήματα, γραμμική παλινδρόμηση, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογιστική παλινδρόμηση.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF NIGHTTIME DRIVING TO YOUNG DRIVERS' BEHAVIOR AND SAFETY IN RURAL ROADS WITH THE USE OF DRIVING SIMULATOR

KYRIAKOULI ELEFThERIA

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

ABSTRACT:

This Diploma Thesis aims to analyze the impact of nighttime driving on driver behavior and safety in rural areas. In order to achieve this objective an experimental process on a driving simulator was carried out, in which all participants drove in different driving scenarios in a rural road. Regression statistical models were developed to analyze the impact of driving at night on the mean speed (lognormal), on the mean headway distance of the vehicle and the mean reaction time (linear) and on the probability of causing an accident (binary logistic). The models' application demonstrated that nighttime driving leads to small decrease of the mean speed and increase of the mean headway distance of the vehicle, which however cannot outweigh the increase of the mean reaction time in case of an accident and therefore resulting to an increase of accident probability.

KEY WORDS: nighttime driving, driving simulator, speed, headway, reaction time, road accidents, lognormal regression, linear regression, binary logistic regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε πώς επηρεάζει η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν καθώς και την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 35 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 και κάποια στοιχεία πάνω στην πειραματική διαδικασία.

Από την **αρχική ανάλυση** προέκυψε ο πίνακας που απεικονίζει την ταχύτητα οδήγησης, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού, την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και τον αριθμό των ατυχημάτων υπό υψηλό και χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο για οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ότι αφορά στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης. Τέλος, σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

☒ Πίνακας από την αρχική ανάλυση με τα βασικά χαρακτηριστικά οδήγησης και το συνολικό αριθμό ατυχημάτων ανά σενάριο οδήγησης

	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Ημέρα	Νύχτα	Ημέρα	Νύχτα
Ταχύτητα οδήγησης (km/h)	47,90	48,00	52,16	50,62
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)	148,09	139,57	430,76	458,78
Χρόνος αντίδρασης (sec)	0,748	0,846	0,821	0,854
Αριθμός ατυχημάτων	4	11	5	15

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

Στο συγκεντρωτικό πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και των τεσσάρων προτύπων και περιλαμβάνει τους **συντελεστές β_i** και τις τιμές της σχετικής επιρροής **e_i** και **e_i^*** των ανεξάρτητων μεταβλητών τους.

περίληψη

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης				Πιθανότητα να συμβεί ατύχημα			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i *			e _i	e _i *			e _i	e _i *			e _i	e _i *
Νυχτερινή οδήγηση	-0,022	-6,318	-0,0065	4,16	39,300	3,707	0,1403	1,00	101,030	1,806	0,0784	1,91	1,426	9,194	1,7200	4,73
Ηλικία	0,004	1,703	0,0043	-2,75									-0,700	3,694	0,3633	1,00
Φύλο					48,618	3,575	0,4137	2,95	148,983	2,307	0,2718	6,62	0,793	2,246	0,6471	1,78
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,007	-1,987	-0,0021	1,34	-333,608	-31,330	-2,0212	-14,41								
Μέση εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε επαρχιακή οδό	0,00007	2,134	0,0022	-1,39					0,969	2,058	0,0697	1,70				
Οδηγική εμπειρία					-15,392	-2,118	-0,2338	-1,67					0,779	3,695	1,2049	3,32
Αν ο οδηγός αποφεύγει να οδηγή κατά την διάρκεια της νύχτας	-0,013	-2,749	-0,0016	1,00					141,628	2,001	0,0411	1,00				
Ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	0,008	5,813	0,0146	-9,28												
Διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης									-24,145	-2,167	-0,3874	-9,43				
Διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης τιμονιού	0,030	18,971	0,3618	-23,70	-56,204	-14,072	-8,4085	-59,95								
Διακύμανση της μέσης χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα													0,006	6,470	0,4104	1,13

Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων των τεσσάρων μοντέλων

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης δεδομένων οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων, όπως εκείνα που παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1.** Για πρώτη φορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.
- 2.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό φαίνεται ότι, επιφέρει μείωση στη μέση ταχύτητα οδήγησης και αύξηση στη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα. Παρόλα αυτά η ασφαλέστερη αυτή συμπεριφορά δεν επαρκεί για να αντισταθμίσει την αύξηση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε περίπτωση απρόοπτου συμβάντος με αποτέλεσμα τελικώς να **αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα ατυχήματος**.
- 3.** Η **νυχτερινή οδήγηση** αποδείχθηκε ότι επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν και τέλος την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
- 4.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Ειδικότερα, οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν τη νύχτα. Ενδεχομένως, η μείωση της ταχύτητας επιλέγεται ως αντιστάθμιση των οδηγών όταν έρχονται αντιμέτωποι με ένα περιβάλλον το οποίο απαιτεί αυξημένες πνευματικές και οδηγικές απαιτήσεις. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως θεωρούν επικίνδυνο παράγοντα τη νύχτα, με αποτέλεσμα να διατηρούσαν χαμηλότερη ταχύτητα.
- 5.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό οδηγεί στην **αύξηση της μέσης απόστασης που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα**. Η ύπαρξη του παράγοντα της νύχτας, ενδεχομένως ωθεί τους οδηγούς να αντισταθμίσουν τον πιθανό κίνδυνο διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.
- 6.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό οδηγεί στην **αύξηση του χρόνου αντίδρασης** του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκεντρωθούν

στην οδήγηση, με αποτέλεσμα να καθυστερούν ενδεχομένως να αντιληφθούν τα πιθανά συμβάντα και έτσι να εμφανίζουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως θεωρούν επικίνδυνο παράγοντα τη νύχτα, με αποτέλεσμα να οδηγούνταν σε αύξηση του χρόνου αντίδρασής τους.

- 7.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό **αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκεντρωθούν στην οδήγηση λόγω της μειωμένης ορατότητας και του ανεπαρκούς οδικού φωτισμού, με αποτέλεσμα να εμπλέκονται πιο εύκολα σε ατυχήματα.
- 8.** Οι **κυκλοφοριακές συνθήκες** φαίνεται να μην επηρεάζουν καθόλου την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, γεγονός που πιθανώς συμβαίνει επειδή στην επαρχιακή οδό ο υψηλός και ο χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος είναι μια παρόμοια κατάσταση, λόγω της μειωμένης κυκλοφορίας που ήδη επικρατεί.
- 9.** Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, καθώς και στο μέσο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν, αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιων ειδών αναλύσεις.
- 10.** Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού και των οδηγών.

Περιεχόμενα

1. εισαγωγή.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	11
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	12
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	15
2. βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	17
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	17
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	17
2.2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΣΕ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗ ΟΔΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	17
2.2.2 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΤΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ, ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΒΡΟΧΗ ΣΑΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΚΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	21
2.2.3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΟΡΑΣΗΣ ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	24
2.2.4 Η ΝΥΧΤΕΡΙΝΗ ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΜΠΛΟΚΗ ΤΩΝ ΕΦΗΒΩΝ ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ.....	29
2.3 ΣΥΝΟΨΗ.....	31
3. θεωρητικό υπόβαθρο.....	34
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	34
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ.....	34
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	37
3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ.....	37
3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	38
3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	38
3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	40
3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	41
3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.....	43
3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	44
3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	48
4. συλλογή και επεξεργασία στοιχείων.....	50
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	50
4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ.....	50

4.2.1	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	51
4.2.2	ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	51
4.2.3	Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ.....	52
4.2.4	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	60
4.2.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	60
4.2.6	ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	64
4.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	73
4.3.1	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ.....	73
4.3.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ.....	78
4.4	ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	88
4.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	89
4.6	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	93
5.	εφαρμογή μεθοδολογίας – αποτελέσματα.....	99
5.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	99
5.2	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	100
5.2.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	100
5.2.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	102
5.2.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	102
5.2.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	105
5.2.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	106
5.2.6	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	108
5.2.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	111
5.2.8	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	116
5.2.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....	118
5.3	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ.....	124
5.3.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	124
5.3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	125
5.3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	126
5.3.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	128
5.3.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	129
5.3.6	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	132
5.3.7	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	136

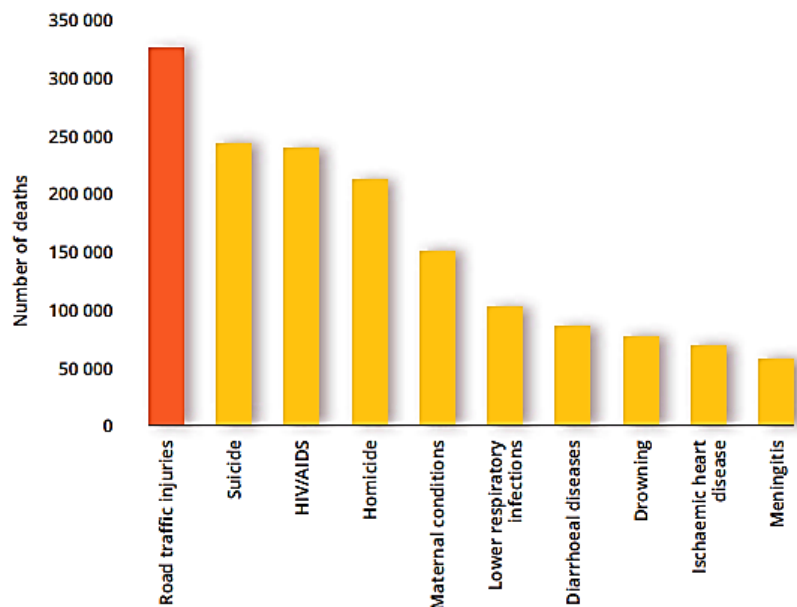
5.3.8	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	138
5.4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ	
	ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ	142
5.4.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	142
5.4.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	143
5.4.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	144
5.4.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	147
5.4.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	148
5.4.6	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	151
5.4.7	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	155
5.4.8	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	157
5.5	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	162
5.5.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	163
5.5.2	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	164
5.5.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	165
5.5.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	166
5.5.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	168
5.5.6	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	171
5.5.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	174
6.	συμπεράσματα.....	178
6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	178
6.2	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	181
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	183
6.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	183
7.	βιβλιογραφία	185

1. εισαγωγή

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η οδική Ασφάλεια αποτελεί μείζον κοινωνικό ζήτημα. Πάνω από 1,2 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο στους δρόμους του πλανήτη, καθιστώντας τα οδικά ατυχήματα κύρια αιτία θανάτου μεταξύ των νέων και την κύρια αιτία θανάτου μεταξύ των ατόμων ηλικίας 15-29 ετών (WHO, 2015).

Top ten causes of death among people aged 15–29 years, 2012

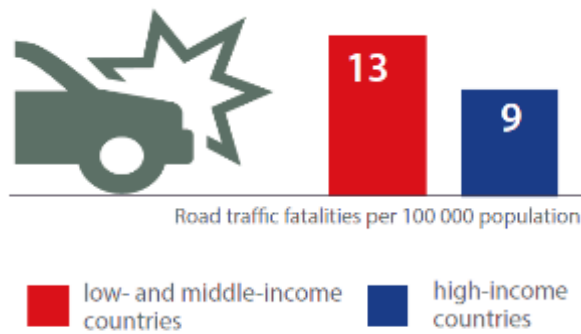



Διάγραμμα 1.1: Οι δέκα κυριότερες αιτίες θανάτου μεταξύ των νέων ατόμων ηλικίας 15-29 ετών παγκοσμίως.

Πηγή: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, (WHO, 2015a)

Το 2011, περισσότεροι από 30.000 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στους δρόμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δηλαδή το ισοδύναμο μιας μεσαίας πόλης.

Δύο από τα τρία θύματα των οδικών μεταφορών προέρχονται από φτωχότερες χώρες. Μάλιστα το ποσοστό θνησιμότητας των χωρών με χαμηλό και μεσαίο εισόδημα είναι 1,4 φορές μεγαλύτερο του ποσοστού των χωρών υψηλού εισοδήματος.



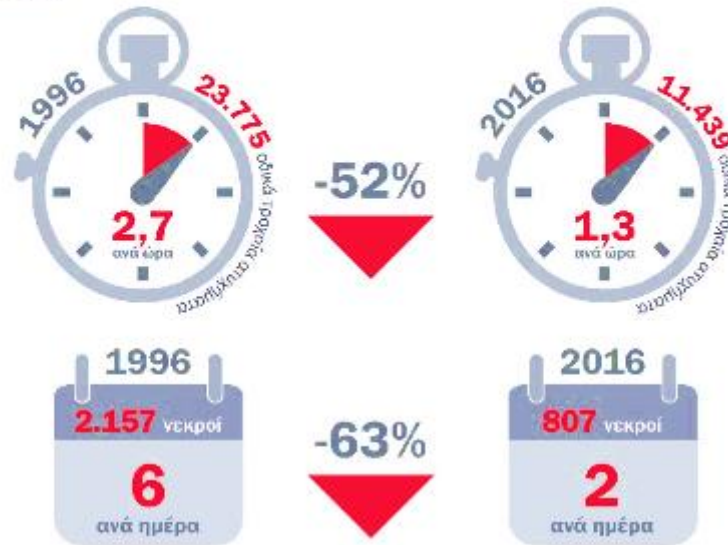
 **Εικόνα 1.1:** Θανατηφόρα οδικά ατυχήματα ανά 100.000 κατοίκους σε χώρες με χαμηλό και με υψηλό εισόδημα στην Ε.Ε. .

 **Πηγή:** Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, (WHO, 2015b)

Στην Ελλάδα καταγράφονται κάθε χρόνο περίπου 12.000 οδικά ατυχήματα κατά μέσο όρο. Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ, 2017) το 1996 τα οδικά ατυχήματα ήταν 23.775, εκ των οποίων υπήρξαν 2.157 θύματα που έχασαν τη ζωή τους. Το 2016, 20 χρόνια μετά, τα οδικά ατυχήματα ήταν 11.439, εκ των οποίων υπήρξαν 807 θύματα που έχασαν τη ζωή τους. **Παρατηρείται μία εξαιρετικά πτωτική τάση των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα τα τελευταία 20 χρόνια, γεγονός που οφείλεται και στην οικονομική κρίση (Εικόνα 1.2).** Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των οδικών ατυχημάτων εκπονήθηκε στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για λογαριασμό του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών έργο με τίτλο **“Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου”** για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα , 2011-2020 (Κανελλαΐδης Γ. et al. 2011).

ΟΔΙΚΑ ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

2016*



🖼️ Εικόνα 1.2: Πτώση των οδικών ατυχημάτων και των νεκρών από το 1996 έως το 2016 στην Ελλάδα.

📌 Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, (infographic ΕΛΣΤΑΤ, 2017)



📊 Διάγραμμα 1.2: Νεκροί ανά εκατομμύριο κατοίκων από οδικά ατυχήματα από το 2010 έως το 2016 στην Ελλάδα.

📌 Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, (ΕΛΣΤΑΤ, National Road Safety Observatory, 2017)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 εισαγωγή

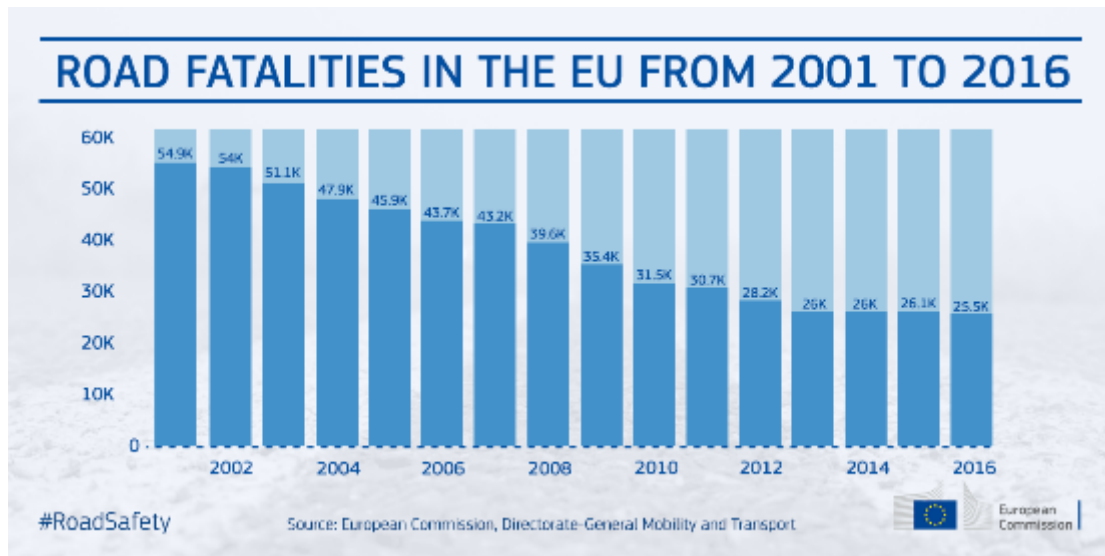
Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2017, η Ελλάδα, αν και εμφάνισε μείωση κατά 48,6% σε σχέση με το 2007 (*Διάγραμμα 1.3*), συνεχίζει να κατέχει αρνητική πρωτιά, λαμβάνοντας μόλις την 5^η θέση από τις 28 ευρωπαϊκές χώρες, ως προς τον αριθμό των θανάτων από ατυχήματα, με 75 νεκρούς ανά εκατομμύριο κατοίκων το 2016.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2007-2016
AT	83	82	76	66	62	63	54	51	56	49	-41,0%
BE	101	88	88	77	80	69	65	65	65	56	-44,6%
BG	133	141	121	105	89	82	83	91	98	99	-25,6%
CY	117	106	89	73	85	59	51	52	67	54	-53,8%
CZ	119	104	86	77	67	71	62	65	70	59	-50,4%
DE	60	54	51	45	50	45	41	42	43	39	-35,0%
DK	75	74	55	48	40	30	34	32	31	37	-50,7%
EE	146	99	75	59	76	66	61	59	51	54	-63,0%
ES	85	68	59	52	44	41	36	36	36	37	-56,5%
FI	72	65	52	50	54	47	48	42	49	45	-37,5%
FR	73	67	66	62	61	56	50	51	52	54	-26,0%
GR	146	140	131	115	98	89	80	73	73	75	-48,6%
HR	144	154	127	99	97	92	86	73	82	73	-49,3%
HU	122	99	82	74	64	61	60	63	65	62	-49,2%
IE	78	63	53	46	41	35	41	42	36	40	-48,7%
IT	88	81	72	66	64	63	57	56	56	54	-38,6%
LT	228	155	116	95	97	101	86	91	83	65	-71,5%
LU	95	72	97	64	64	65	84	64	64	52	-45,3%
LV	190	144	117	103	86	88	99	106	95	80	-57,9%
MT	35	37	51	36	51	22	40	24	26	51	45,7%
NL	48	46	44	39	40	34	28	28	31	33	-31,3%
PL	146	143	120	103	110	94	88	84	77	79	-45,9%
PT	92	84	80	80	74	68	61	61	57	54	-41,3%
RO	132	148	137	117	100	102	93	91	95	97	-26,5%
SE	52	43	39	28	34	30	27	28	27	27	-48,1%
SI	146	106	84	67	69	63	61	52	58	63	-56,8%
SK	123	113	71	69	61	65	46	54	51	50	-59,3%
UK	50	44	38	31	31	28	28	29	28	28	-44,0%
EU	87	79	71	63	61	56	51	51	51	50	-42,5%

 **Διάγραμμα 1.3: Κατανομή οδικών ατυχημάτων ανά εκατομμύριο κατοίκων από το 2007 έως το 2016 στην Ε.Ε. .**

 **Πηγή: European Commission, National Road Safety Observatory, 2017**

Επιπλέον, παρατηρείται και η πτωτική τάση των οδικών ατυχημάτων στο σύνολο των χωρών της Ε.Ε. από το 2001 έως το 2016. Πιο συγκεκριμένα, το 2001 τα συνολικά οδικά ατυχήματα στην Ε.Ε. ήταν 54.900 και το 2016 ήταν 25.500, δηλαδή η μείωση είναι 54% (*Διάγραμμα 1.4*).



▮ Διάγραμμα 1.4: Κατανομή οδικών ατυχημάτων στο σύνολο των χωρών της Ε.Ε. από το 2001 έως το 2016.

📍 Πηγή: European Commission, 2017

Η ταχύτητα είναι ένας από τους σημαντικότερους καθοριστικούς παράγοντες της **οδικής ασφάλειας** και εκτιμάται ότι η μείωση της μέσης ταχύτητας κατά 5% στην Ευρωπαϊκή Περιφέρεια θα μπορούσε να μειώσει το συνολικό αριθμό θανατηφόρων ατυχημάτων κατά 30% ή να σώσει πάνω από 27.000 ζωές (WHO, 2013).

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

- Το όχημα
- Η οδός και το περιβάλλον
- Οι χρήστες της οδού

Στις περισσότερες περιπτώσεις δύο ή και οι τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στο ατύχημα. Η πολυπλοκότητα και η έλλειψη λεπτομερούς καταγραφής και ανάλυσης των συνθηκών κάτω από τις οποίες έγινε ένα ατύχημα, δεν επιτρέπουν πάντα την αντικειμενική διαπίστωση της συμβολής κάθε παράγοντα. Παρόλα αυτά, διάφορες μελέτες ατυχημάτων σε βάθος δείχνουν ότι **ο χρήστης της οδού μόνος**, ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες, αποτελεί **κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων**. Ωστόσο η συμπεριφορά του χρήστη και η συσχέτισή της με τα οδικά ατυχήματα αποτελεί μια πολύ σύνθετη διαδικασία διότι ο ανθρώπινος

παράγοντας είναι περισσότερο πολύπλοκος σε σχέση με τους υπόλοιπους (Φραντσεσκάκης, Γκόλιας 1994).

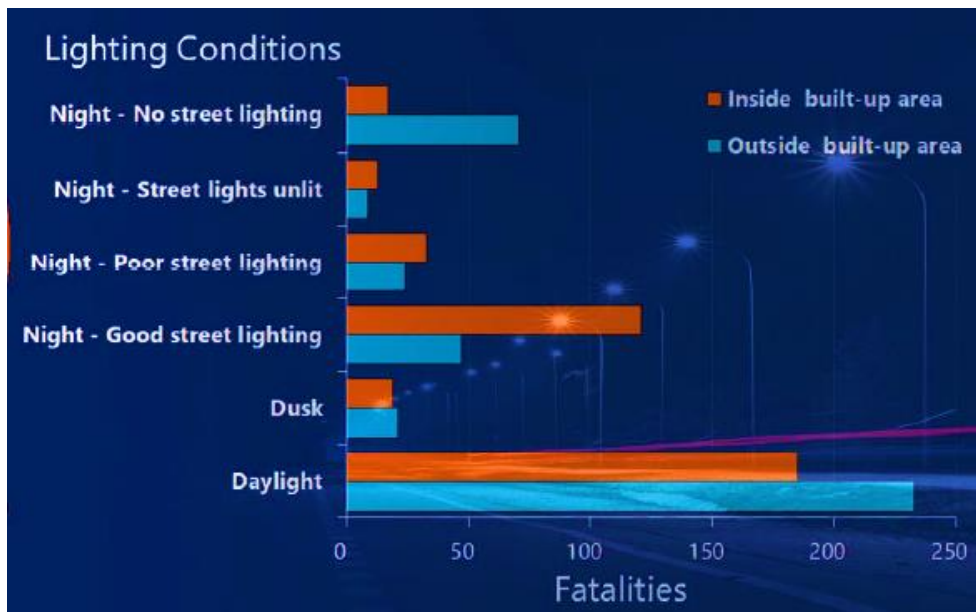
Οι έρευνες που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια πραγματοποιούνται μέσω ερωτηματολογίων, μετρήσεων σε πραγματικό περιβάλλον με τη βοήθεια καταγραφικού εξοπλισμού (π.χ. καμερών), με χρήση βάσεων δεδομένων ατυχημάτων, αλλά και με τη χρήση προσομοιωτών οδήγησης. Οι προσομοιωτές οδήγησης αποτελούν στις μέρες 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 δύσκολο 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 οδήγησης, 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 ζάλη που προκαλεί η παρατεταμένη οδήγηση στον προσομοιωτή οδήγησης ενδεχομένως αλλοιώνει σε ένα μικρό βαθμό την οδηγητική συμπεριφορά των συμμετεχόντων. Οι παραπάνω παρατηρήσεις αποτελούν αδυναμίες του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης.

Ένας παράγοντας στον οποίο δεν έχει δοθεί η απαραίτητη βαρύτητα αποτελεί η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και η επιρροή της στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια οδηγών. **Τα οδικά ατυχήματα τις νυχτερινές ώρες είναι η τρίτη αιτία θανάτου παγκοσμίως και δυστυχώς η Ελλάδα κατέχει την πρωτιά στην Ευρώπη.** Συγκεκριμένα, στατιστικές έρευνες στην Ελλάδα έδειξαν ότι το 30% των ατυχημάτων καθημερινά συμβαίνει κατά τη νυχτερινή οδήγηση.

Από στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής παρατηρείται ότι ο «δείκτης σοβαρότητας» των ατυχημάτων στην Ελλάδα ως αναλογία του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων είναι αισθητά αυξημένος τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα. Παρότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στον αυξημένο αριθμό των ατυχημάτων τις νυχτερινές ώρες όπως η αυξημένη ταχύτητα λόγω χαμηλών φόρτων, η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ και η κούραση των οδηγών, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι η σοβαρότητα των ατυχημάτων σχετίζεται άμεσα και με το επίπεδο φωτισμού των οδών τη νύχτα (*Διάγραμμα 1.5*).



Διάγραμμα 1.5: Κατανομή θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων την ημέρα και τη νύχτα εντός και εκτός κατοικημένης περιοχής το 2015 στην Ελλάδα.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, (ΕΛΣΤΑΤ, National Road Safety Observatory, 2017)

Οι πιο συχνές ώρες εκδήλωσης των οδικών ατυχημάτων το έτος 2015, σύμφωνα με την Ελληνική Αστυνομία, είναι οι ώρες κυκλοφοριακής αιχμής **καθώς και οι νυχτερινές ώρες** (*Διάγραμμα 1.6*).

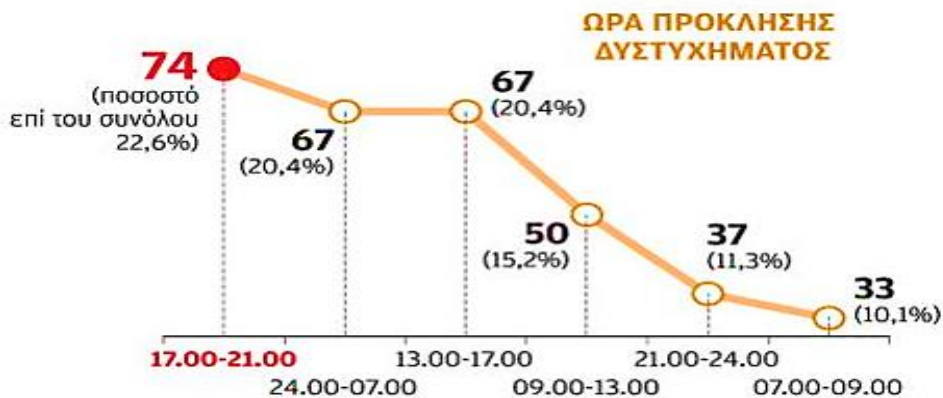


Πηγή: <http://www.astynomia.gr>

▮ Διάγραμμα 1.6: Κατανομή θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων ανάλογα με την ώρα το 2015 στην Ελλάδα.

📍 Πηγή: Ελληνική Αστυνομία, 2015 (www.astynomia.gr)

Ένα πιο ξεκάθαρο διάγραμμα σχετικά με το ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων κατά τις νυχτερινές ώρες οδήγησης το πρώτο εξάμηνο του έτους 2015, είναι το παρακάτω. Το διάγραμμα αυτό δείχνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό 22,6% των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων συμβαίνει στο χρονικό διάστημα 17.00-21.00 και ακολουθεί το 20,4% αυτών που συμβαίνει στο χρονικό διάστημα 24.00-07.00 (Διάγραμμα 1.7).

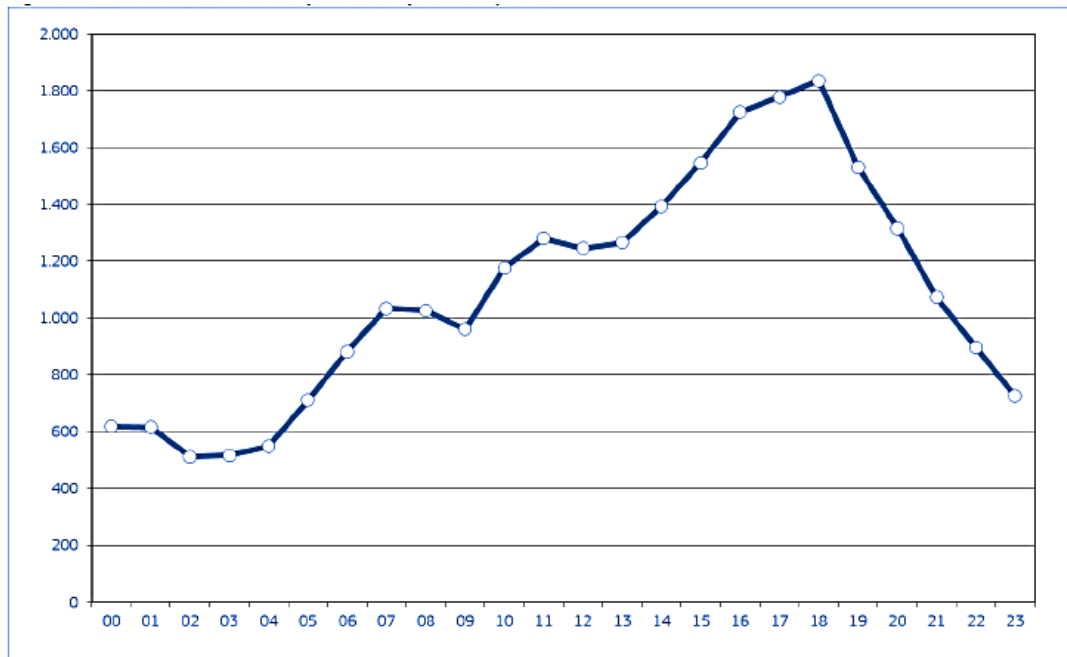


▮ Διάγραμμα 1.7: Κατανομή θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων ανάλογα με την ώρα το α' εξάμηνο του 2015 στην Ελλάδα.

📍 Πηγή: Ελληνική Αστυνομία, 2015 (www.astynomia.gr)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 εισαγωγή

Σύμφωνα με στατιστικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το μεγαλύτερο ποσοστό των νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά ώρα το έτος 2014, είναι στις 18.00 η ώρα, με τιμή 7%. Τη συγκεκριμένη ώρα στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες είναι είτε σούρουπο, είτε εντελώς νύχτα (*Διάγραμμα 1.8*).



Source: CARE (EU road accidents database) or national publications

 **Διάγραμμα 1.8: Αριθμός νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά ώρα το 2014 στην Ε.Ε. .**

 **Πηγή: Μη κερδοσκοπική οργάνωση CARE και European Road Safety Observatory, 2015**

Μια σειρά από παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την οδική ασφάλεια τη νύχτα (Fors & Lundkvist, 2009). Η υπνηλία, οι συνθήκες χαμηλής φωτεινότητας, η αντηλιά, η προσαρμογή στο σκοτάδι, οι πινακίδες και οι σημάσεις, η ηλικία και η εμπειρία του οδηγού και η ορατότητα είναι μόνο μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη νυχτερινή οδήγηση. Αν και δεν είναι δυνατόν να αποδίδονται τα ατυχήματα μόνο στην κακή ορατότητα, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ένας δυσανάλογα μεγάλος αριθμός των ατυχημάτων συμβαίνουν τη νύχτα: το ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων (αριθμός ατυχημάτων ανά μίλι) έχει αναφερθεί ότι **είναι τρεις έως τέσσερις φορές υψηλότερη τη νύχτα παρά κατά τη διάρκεια της ημέρας** (Owens and Andre, 1996, Owens and Sivak, 1996), ειδικά επειδή η κυκλοφοριακή ροή είναι σημαντικά χαμηλότερη τη νύχτα παρά κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Το πρόβλημα είναι τόσο σημαντικό που η πιο πρόσφατη νομοθεσία για την οδική ασφάλεια στην Ευρώπη (EPC, 2008) απαιτεί από τα κράτη μέλη να διασφαλίσουν την «ασφάλεια των χρηστών των οδών και την ορατότητα υπό διαφορετικές συνθήκες όπως το σκοτάδι και υπό κανονικές καιρικές συνθήκες» με ελέγχους οδικής

ασφάλειας στα έργα οδοποιίας και με αξιολογήσεις της υπάρχουσας οδικής υποδομής.

Πολλοί ερευνητές συμφωνούν ότι η **οδηγική εμπειρία** είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες πρόβλεψης των ποσοστών των οδικών ατυχημάτων (Charman και Underwood, 1998; Gregersen και Bjurulf, 1996)., με τους νεαρούς αρχάριους οδηγούς να είναι ιδιαίτερα σε κίνδυνο (Clarke et al, 2006; Neyens και Boyle, 2008). Σε σχέση με τη νυχτερινή οδήγηση διαπιστώθηκε ότι **οι νεαροί αρχάριοι οδηγοί** έχουν αναλογικά υψηλότερο κίνδυνο (Clarke et al., 2006), ενώ οι νεαροί οδηγοί έχουν μέχρι και τρεις φορές περισσότερα θύματα τη νύχτα από τη μέρα (Williams, 2003).

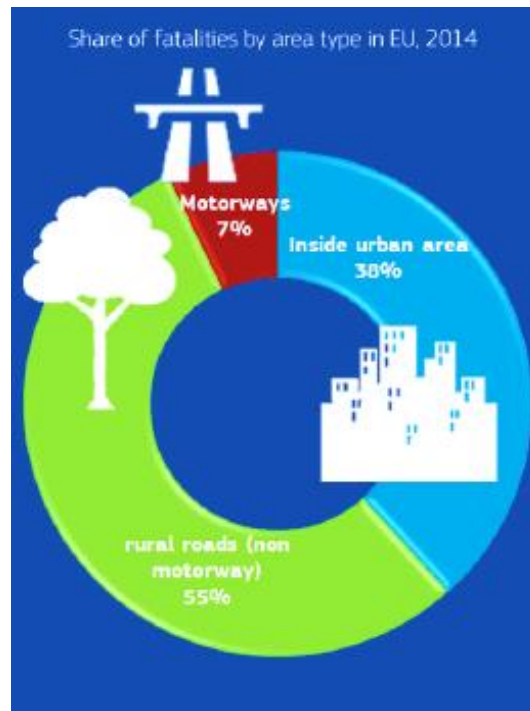
Ένας σημαντικός παράγοντας που συνδέει τον πιθανό αυξημένο κίνδυνο ατυχημάτων λόγω της χαμηλής ορατότητας με την οδηγική εμπειρία είναι τα **οπτικά προβλήματα** τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα βραδύτερους χρόνους αντίδρασης στα ερεθίσματα (Fors & Lundkvist, 2009; Plainis & Murray, 2002).

Η οδήγηση συχνά περιγράφεται ως **“οπτικό έργο”**. Κάποιοι ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι στο οπτικό ερέθισμα περιλαμβάνεται το 90% των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στην οδήγηση (Rockwell, 1972 ; Evans, 1991). Υπάρχει ευρεία συμφωνία ότι η **καλή όραση είναι απαραίτητη για την ασφαλή οδήγηση** και δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η όραση είναι μειωμένη κατά τη διάρκεια της νυχτερινής οδήγησης.

Άλλες πτυχές της ανθρώπινης όρασης που είναι σημαντικές για τη νυχτερινή οδήγηση, είναι το έντονο φως (Theeuwes, Alferdinck, και Perel, 2002), το οποίο μπορεί να προκαλέσει προσωρινή οπτική δυσλειτουργία, και η προσαρμογή στο σκοτάδι (Plainis, Chauhan, Murray, και Charman, 1999), η οποία είναι μια σχετικά αργή διαδικασία.

Το Εθνικό Συμβούλιο Ασφάλειας των Μεταφορών (ΗΠΑ) έχει αναγνωρίσει ότι η **υπνηλία** του οδηγού είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν σε οδικά ατυχήματα. Μάλιστα ο κίνδυνος των ατυχημάτων που οφείλονται στην υπνηλία είναι υψηλότερος τη νύχτα.

Όσον αφορά στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων ένας παράγοντας είναι και ο **τύπος της οδού**. Από στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκύπτει ότι το 55% των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων το 2014 έγιναν σε επαρχιακές οδούς (**Διάγραμμα 1.9**).



▮ **Διάγραμμα 1.9:** Ποσοστό θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων με βάση τον τύπο οδού το 2014 στην Ε.Ε. .

📍 **Πηγή:** European Road Safety Observatory, 2015

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Συγκεκριμένα θα **εξεταστούν** ο βαθμός στον οποίο η οδήγηση τη νύχτα, διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος σταθερά (οδήγηση υπό ευμενείς καιρικές συνθήκες, επαρχιακή οδός), αλλά σε συνάρτηση με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. εβδομαδιαίως διανυόμενα χιλιόμετρα, ηλικία, φύλο, προβλήματα οράσεως κλπ.) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος όρος αλλαγής κιβωτίου ταχυτήτων) συμβάλλει στη μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής, της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της συνεπαγόμενης πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα.

Προκειμένου να γίνει ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους στόχος της

Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συλλεγούν μέσω της πειραματικής διαδικασίας σε προσομοιωτή οδήγησης.

Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράψουν τη μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής, τη μεταβολή της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της πιθανότητας να συμβεί ένα ατύχημα ως συνέπεια της νυχτερινής οδήγησης.

Εκτιμάται ότι, τα αποτελέσματα που θα προκύψουν με το τέλος της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο η νυχτερινή οδήγηση σε επαρχιακή οδό, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος, επηρεάζουν την ταχύτητα κυκλοφορίας, τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, το μέσο χρόνο αντίδρασης και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας και για την επίτευξη του τελικού στόχου της, ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, όπως αυτή παρουσιάζεται παρακάτω.

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

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

λειτουργικού συστήματος του προσομοιωτή, αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή. Ακολούθησε η **επιλογή της μεθόδου** στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS v21.0).

Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιήθηκε περιγραφή της ανάλυσης της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης σε επαρχιακή οδό στην ταχύτητα διαδρομής, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, στο μέσο χρόνο αντίδρασης και στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Τέλος, προέκυψαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται υπό μορφή διαγράμματος ροής, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας (**Διάγραμμα 1.10**).



▮ Διάγραμμα 1.10: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασία, μέσω της συνοπτικής αναφοράς στο περιεχόμενο των κεφαλαίων της.

Το **1^ο κεφάλαιο** είναι **εισαγωγικό** και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με το θέμα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση σχετικά με τη διάσπαση της προσοχής του οδηγού και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από την ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς.

Επίσης, 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. Περιγράφεται περιληπτικά ένα πλήθος ερευνών που εντοπίστηκαν και που έχουν πραγματοποιηθεί είτε με τη χρήση προσομοιωτή είτε σε πειράματα υπό πραγματικές συνθήκες. Στο τέλος του κεφαλαίου συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν, καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματά τους και γίνεται μια συνολική συγκριτική αξιολόγησή τους.

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

που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS v21.0).

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

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

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

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

2. βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα **βασικότερα σημεία ερευνών** που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς και οδικής ασφάλειας ως αποτέλεσμα της νυχτερινής οδήγησης. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης. Στόχος τους είναι να εξετάσουν τη μεταβολή που επιφέρει η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας, αλλά και της οδικής ασφάλειας.

2.2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΣΕ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗ ΟΔΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Τα στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων συνιστούν ότι πρέπει να επικεντρωθούμε περισσότερο στη νυχτερινή οδήγηση για να βελτιώσουμε τις γνώσεις μας σχετικά με

τη συμπεριφορά των οδηγών κάτω από συνθήκες κακής ορατότητας. Ωστόσο, ο σχεδιασμός της οδού, δεν λαμβάνει υπόψη τη νυχτερινή οδήγηση. Επιπλέον, οι μελέτες που προτείνουν μοντέλα πρόβλεψης της ταχύτητας εξετάζουν μόνο τις συνθήκες οδήγησης κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε από τους **Francesco Bella, Alessandro Calvi** και **Fabrizio D' Amico**, του τρίτου κρατικού πανεπιστημίου της Ρώμης (Università degli Studi Roma Tre), το 2014 και **σκοπός της είναι** να συγκρίνει τη συμπεριφορά του οδηγού μέσω της ταχύτητάς του κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας προσδιορίζοντας σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα οδήγησης υπό διαφορετικές συνθήκες περιβαλλοντικού φωτισμού.

Η έρευνα διεξήχθη **με προσομοιωτή οδήγησης** για τμήμα υφιστάμενου επαρχιακού δρόμου δύο λωρίδων που αποτελείται από 39 διαμορφώσεις εφαπτομένης-καμπύλης. Επιπρόσθετα, καταγράφηκαν οι ταχύτητες για **40 οδηγούς** υπό προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.

Στην παρούσα μελέτη, χρειάστηκαν ορισμένες προσαρμογές στο λογισμικό του προσομοιωτή για την αναπαραγωγή των συνθηκών φωτισμού για τα σενάρια κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η ποσότητα του περιβαλλοντικού φωτισμού και του διάχυτου φωτός που επηρεάζουν το χώρο όπου βρισκόταν ο προσομοιωτής ορίστηκε και βαθμονομήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα, όπως φαίνεται στην **(Εικόνα 2.1)**. Επιπλέον, κάποια φίλτρα τοποθετήθηκαν μπροστά από τους προβολείς για να μειώσουν τη φωτεινότητα του περιβάλλοντα χώρου και να παρέχουν πιο ακριβείς συνθήκες νυχτερινής οδήγησης, τόσο για το δρόμο που φωτίζεται από τους προβολείς του οχήματος, όσο και για το συνολικό περιβάλλον του δρόμου.



Εικόνα 2.1: Προσομοιωτής οδήγησης με τις κατάλληλες προσαρμογές για τα διαφορετικά σενάρια οδήγησης (αριστερά: κατά τη διάρκεια της ημέρας και δεξιά: κατά τη διάρκεια της νύχτας)

Σαράντα εθελοντές (25 άνδρες και 15 γυναίκες) βοήθησαν στο πείραμα προσομοίωσης μεταξύ των οποίων ήταν φοιτητές και προσωπικό του πανεπιστημίου με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: καμία εμπειρία με τον προσομοιωτή οδήγησης, τουλάχιστον 4 χρόνια οδηγικής εμπειρίας και μια μέση ετήσια διανυόμενη απόσταση σε επαρχιακούς δρόμους τουλάχιστον 3000 χιλιόμετρα.

Ένας επαρχιακός δρόμος δύο λωρίδων που συνδέει τη Ρώμη με το Velletri επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη μελέτη. Το συνολικό μήκος του δρόμου είναι 21,9 χλμ. και το όριο ταχύτητας είναι 60 χλμ. / ώρα. Ένα τμήμα μήκους 10 χιλιομέτρων αυτού του δρόμου προσομοιάστηκε στο εικονικό περιβάλλον CRIS.

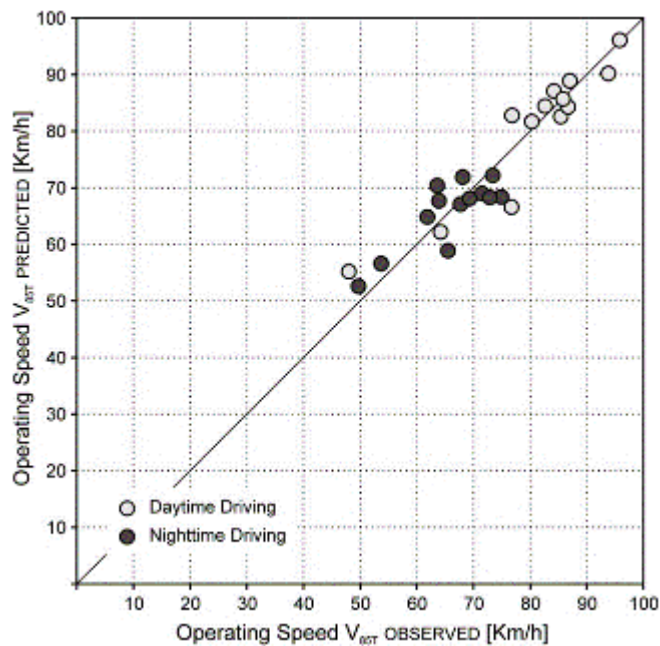
Μια σύντομη περιγραφή της συσκευής δόθηκε σε κάθε συμμετέχοντα πριν ξεκινήσει **το πείραμα** στον προσομοιωτή που αποτελείται από δύο φάσεις. **Στην πρώτη φάση**, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να κάνουν μια δοκιμαστική διαδρομή για περίπου 15 λεπτά για να εξοικειωθούν με τη χρήση του προσομοιωτή. Κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής φάσης, οι συμμετέχοντες αντιμετώπισαν διαφορετικές γεωμετρικές δρόμων, οδικές πινακίδες και βλάστηση. **Η δεύτερη φάση** οδήγησης πραγματοποιήθηκε τόσο σε ημερήσια όσο και σε νυκτερινά σενάρια. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να ολοκληρώσουν μια διαδρομή σε ένα από τα δύο σενάρια οδήγησης (ημέρα ή νύχτα) και στη συνέχεια να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τον τύπο και το επίπεδο των ενοχλήσεων που ένιωσαν κατά τη διάρκεια της οδήγησης (ναυτία, ζάλη, κόπωση, αντίληψη για το οδικό περιβάλλον, αντίληψη ταχύτητας, αντίληψη ευθυγραμμίας οδού, αντίληψη οδικού περιβάλλοντος και ρεαλισμός του σεναρίου). Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν το δεύτερο σενάριο (νύχτα ή ημέρα) και έπειτα συμπληρώσανε ένα ερωτηματολόγιο. Σε αμφότερα τα σενάρια προστέθηκαν μόνο μερικά προπορευόμενα οχήματα για να αποφευχθεί η προσπέραση.

Συλλέχθηκαν οι ταχύτητες οδήγησης κάθε 4 μέτρα κατά μήκος όλων των γεωμετρικών στοιχείων του δρόμου. Οι ακόλουθες τιμές ταχύτητας για κάθε οδηγό σε κάθε οδήγηση είναι οι εξής:

- Ταχύτητα του οδηγού στο μέσο της κάθε εφαπτομένης
- Μέγιστη ταχύτητα του οδηγού στα τελευταία 200 m από κάθε εφαπτομένη
- Η ταχύτητα του οδηγού στο μέσο της κάθε κυκλικής καμπύλης και
- Ελάχιστη ταχύτητα οδηγού σε κάθε κυκλική καμπύλη

Τα αποτελέσματα της μελέτης από τον προσομοιωτή οδήγησης έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα οδήγησης κατά μήκος των καμπυλών, πιθανώς επειδή οι στροφές στη διαδρομή του πειράματος ήταν αρκετά

κλειστές, οπότε οι οδηγοί έπρεπε να μειώσουν την ταχύτητά τους κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ως εκ τούτου, η αναμενόμενη πρόσθετη δυσκολία οδήγησης τη νύχτα δεν επηρέασε την επιλογή ταχύτητας οδήγησης, η οποία επηρεάστηκε ήδη από τις κλειστές στροφές. Αντιθέτως, υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα οδήγησης κατά μήκος ανεξάρτητων εφαπτομένων μεγαλύτερων από 200 m, με τη χαμηλότερη μέση ταχύτητα που παρατηρήθηκε στο νυχτερινό σενάριο (Διάγραμμα 2.1). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από τη χαμηλότερη ορατότητα τη νύχτα, η οποία δεν επέτρεπε στους οδηγούς να αντιληφθούν σωστά το μήκος ολόκληρης της εφαπτομένης. Έτσι, οι οδηγοί είχαν χαμηλότερη ταχύτητα από ό, τι στο σενάριο της ημέρας, όταν ήταν ορατό το πλήρες μήκος της εφαπτομένης.



▮ **Διάγραμμα 2.1:** Σχέση προβλεπόμενης και παρατηρούμενης ταχύτητας λειτουργίας σε εφαπτομένη > 200 μέτρα για οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας

Τέλος, κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω έρευνα μέσω κάποιων επιπλέον θεμάτων που πρέπει να διευθετηθούν, όπως:

- Οι επιπτώσεις των παραγόντων όπως η υπνηλία, ο κερκαδικός ρυθμός και άλλα που σχετίζονται με τη νυχτερινή οδήγηση στην απόδοση του οδηγού.
- Η επικύρωση των αποτελεσμάτων προσομοίωσης με δεδομένα από πραγματικές νυχτερινές συνθήκες οδήγησης.
- Η παρακολούθηση της κίνησης των ματιών του οδηγού χρησιμοποιώντας ένα σύστημα παρακολούθησης ματιών που έχει ήδη εφαρμοστεί και επικυρωθεί στον εξομοιωτή οδήγησης CRISS (Benedetto, Calvi, De Blasiis & Guattari, 2009) για να εξετάσει πρόσθετες μεταβλητές που θα μπορούσαν να βελτιώσουν το σχεδιασμό των οδών.

2.2.2 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΤΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ, ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΒΡΟΧΗ ΣΑΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΚΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Τα οδικά ατυχήματα είναι η κύρια αιτία θανάτου των νέων στον ανεπτυγμένο κόσμο. Οι λόγοι που προκαλούν οδικά ατυχήματα είναι πολυάριθμοι. Ωστόσο, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι η έλλειψη οδηγικής εμπειρίας είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι **οι περιβαλλοντικοί παράγοντες** όπως η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και της βροχής, αυξάνουν την πιθανότητα ατυχημάτων. Και οι δύο αυτοί παράγοντες μπορεί να σχετίζονται με τις οπτικές πληροφορίες που δέχεται ο οδηγός που γίνονται πιο εύκολα διαχειρίσιμες με αυξημένη οδηγική εμπειρία.

Η **παρούσα έρευνα** πραγματοποιήθηκε από τους **Panos Konstantopoulos, Peter Chapman** και **David Crundall**, του πανεπιστημίου του Νότινγκχαμ στην Αγγλία (University of Nottingham, UK), το 2009 και **σκοπός της** είναι η καταγραφή των εμπειρικών διαφορών της οπτικής συγκέντρωσης και συγκεκριμένα στον τρόπο με τον οποίο οι οδηγοί επηρεάζονται από την οδήγηση κάτω από νυχτερινές και βροχερές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκαν **οι κινήσεις των ματιών** των εκπαιδευτών οδήγησης και των μαθητευόμενων οδηγών, ενώ οδήγησαν τρεις εικονικές διαδρομές που περιλάμβαναν διαδρομές κατά τη διάρκεια της ημέρας, της νύχτας και με βροχή με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

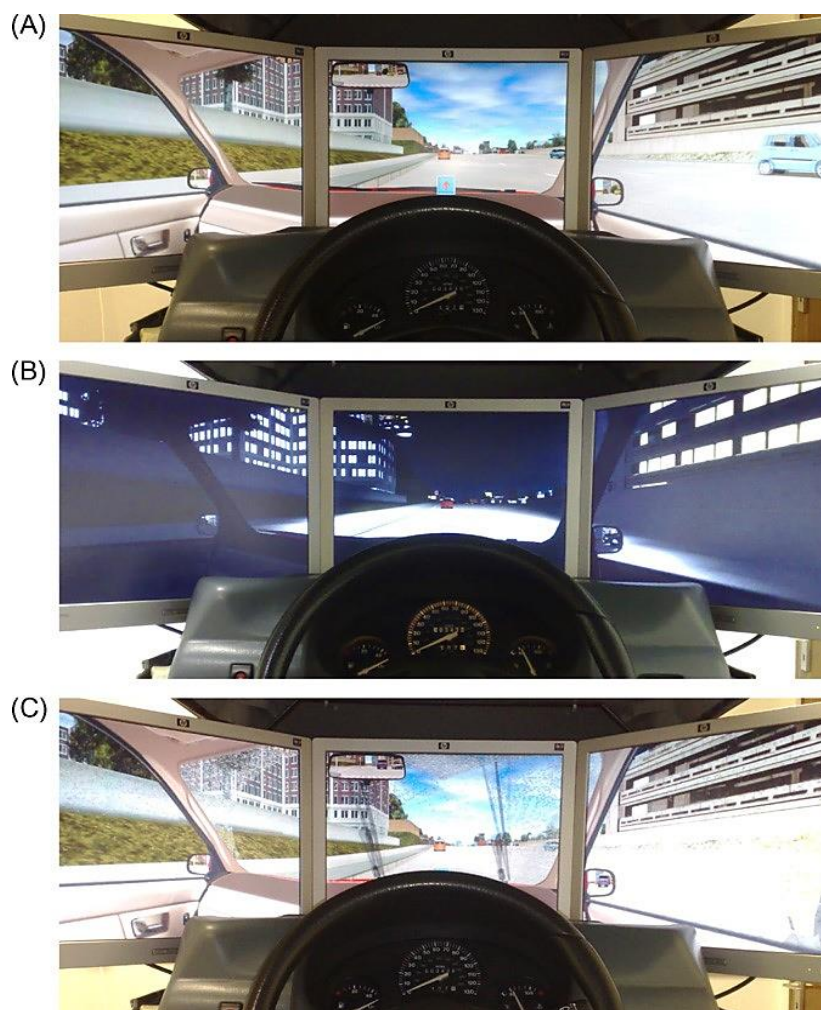
Οι εξαρτημένες μεταβλητές ήταν:

- πόσες φορές εστίασαν τα μάτια των οδηγών
- η μέση διάρκεια εστίασης των ματιών ως ένδειξη του χρόνου επεξεργασίας των πληροφοριών και
- οι τυπικές αποκλίσεις της θέσης εστίασης των ματιών σε συντεταγμένες X και Y ως μέτρο της οριζόντιας και κατακόρυφης σάρωσης

Επιπλέον, διεξήχθη ανάλυση πλαισίου με πλαίσιο, προκειμένου να προσδιοριστεί το πόσο προσέχουν οι συμμετέχοντες τους καθρέφτες. Προκειμένου να διερευνηθεί πόσο συχνά κοίταξαν το ταχύμετρο οι συμμετέχοντες, υπολογίστηκαν αυτόματα οι συντεταγμένες X και Y που εμπίπτουν σε αυτήν την περιοχή. Σε αυτές τις αναλύσεις οι ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν και πάλι η ορατότητα και η οδηγική εμπειρία και οι

εξαρτημένες μεταβλητές ήταν το πόσες φορές εστίασαν τα μάτια στον αριστερό, στο δεξιό και τον οπίσθιο καθρέφτη καθώς και στο ταχύμετρο.

Είκοσι τέσσερις συμμετέχοντες βοήθησαν για αυτό το πείραμα. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν τρεις προκαθορισμένες διαδρομές σε προσομοιωτή οδήγησης. Οι διαδρομές οδήγησης ήταν ίδιες με τη μόνη διαφορά μεταξύ των διαδρομών ήταν η ορατότητα για τρεις διαφορετικές συνθήκες, την ημέρα, τη νύχτα και σε βροχή (*Εικόνα 2.2*). Το σημείο εκκίνησης για κάθε διαδρομή ήταν το ίδιο για όλους τους συμμετέχοντες ενώ δεν πραγματοποιήθηκε επιπλέον επεξεργασία για το σημείο τερματισμού της διαδρομής, αφού αυτό έγινε αυτόματα από το λογισμικό όταν τα αυτοκίνητα περνούσαν από κάποιο σημείο. Το όριο ταχύτητας ήταν 30 μίλια την ώρα.




Εικόνα 2.2: Παραδείγματα στιγμιότυπων οθόνης για προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης κατά τη διάρκεια της (Α) "Ημέρας", (Β) "Νύχτας" και (C) "Βροχής".

Και στις τρεις διαδρομές ενσωματώθηκε ένας αστικός δρόμος 4 λωρίδων (2 λωρίδων ανά κατεύθυνση) με μέτρια κυκλοφορία που περιλάμβανε οδικό φωτισμό, δεξιές και αριστερές στροφές, διασταυρώσεις κλπ. . Τα σενάρια οδήγησης περιλάμβαναν κι άλλους χρήστες του οδικού δικτύου που κυκλοφορούσαν στο δρόμο και σε ορισμένες

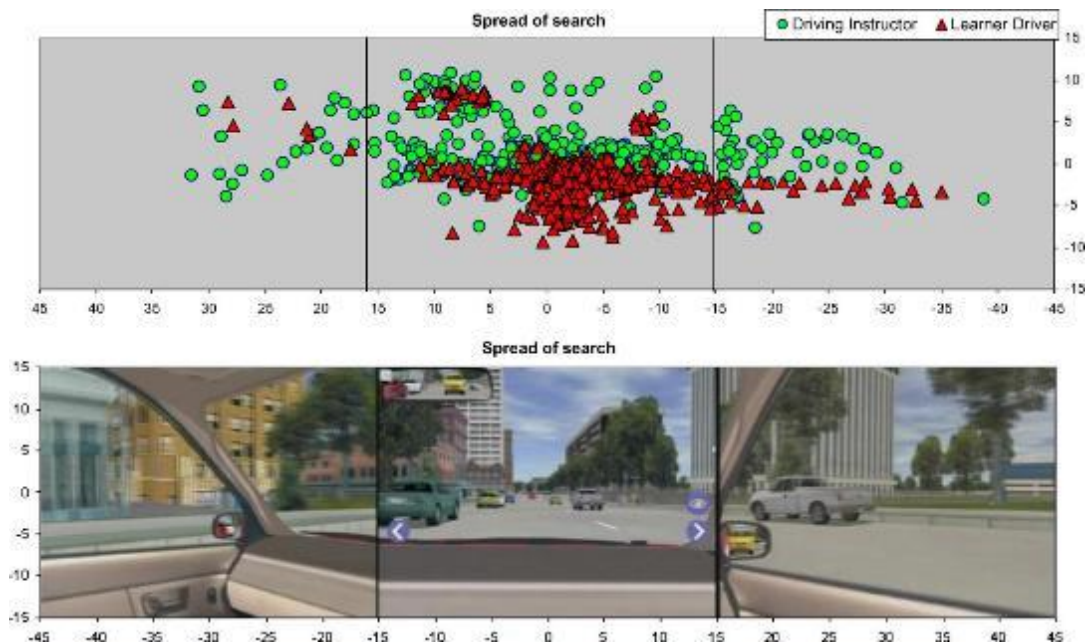
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 βιβλιογραφική ανασκόπηση


περιπτώσεις ήταν δυνατό να τους προσπεράσουν. Δεν υπήρχαν συμβάντα κατά τη διάρκεια των διαδρομών, προκειμένου να επικεντρωθούν στα θέματα της ορατότητας.

Όλοι οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν πρώτα ένα ερωτηματολόγιο και στη συνέχεια κάθισαν στον προσομοιωτή και τους είπαν να προσαρμόσουν το κάθισμα του οδηγού για να έχουν μια άνετη στάση οδήγησης. Για να εξοικειωθούν με τον προσομοιωτή, όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν μια **δοκιμαστική διαδρομή** 5 λεπτών που ήταν διαφορετική από την κανονική διαδρομή. Οι κινήσεις των ματιών των συμμετεχόντων καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας μια οθόνη 13 σημείων. Μετά την καταγραφή, οι συμμετέχοντες οδήγησαν και τις τρεις διαδρομές με μια τυχαία σειρά. Η διάρκεια κάθε διαδρομής ήταν περίπου 5 λεπτά. Οι συμμετέχοντες προειδοποιούνταν για επιβράδυνση όταν ξεπερνούσαν τα 30 μίλια / ώρα.

 Πίνακας 2.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των μετρήσεων της κίνησης των ματιών για τρεις συνθήκες ορατότητας

Condition:	Day		Night		Rain	
	DIs	LDs	DIs	LDs	DIs	LDs
Group:						
Driving time (min)	5.3 (0.4)	5.2 (0.4)	5(0.4)	5.4 (0.6)	5.2 (0.4)	4.9 (0.9)
Number of fixations	673(89)	556(114)	620(80)	551(148)	608(96)	449(155)
Mean fixation durations	413(58)	519(102)	424(31)	539(138)	457(54)	644(235)
Horizontal deviation (-)	11(1.9)	6.2 (1.1)	10(1.9)	5.9 (1.1)	11(2.0)	6.6 (1.9)
Vertical deviation (-)	3.2 (0.6)	3.3 (0.7)	3.4 (0.6)	3.5 (0.4)	3.1 (0.5)	3.1 (0.7)
Pupil diameter (px)	45(6.7)	56(11.5)	55(11)	69(12.3)	46(7.7)	57(10.6)



 Εικόνα 2.3, 2.4: Η πάνω εικόνα αντιπροσωπεύει τη διαφορά στην οπτική εστίαση μεταξύ ενός εκπαιδευτή οδήγησης και ενός μαθητευόμενου κατά την οδήγηση την "ημέρα". Η κατώτερη εικόνα είναι για να υποδείξει πού θα μπορούσαν να διανεμηθεί η οπτική εστίαση στην οδήγηση.

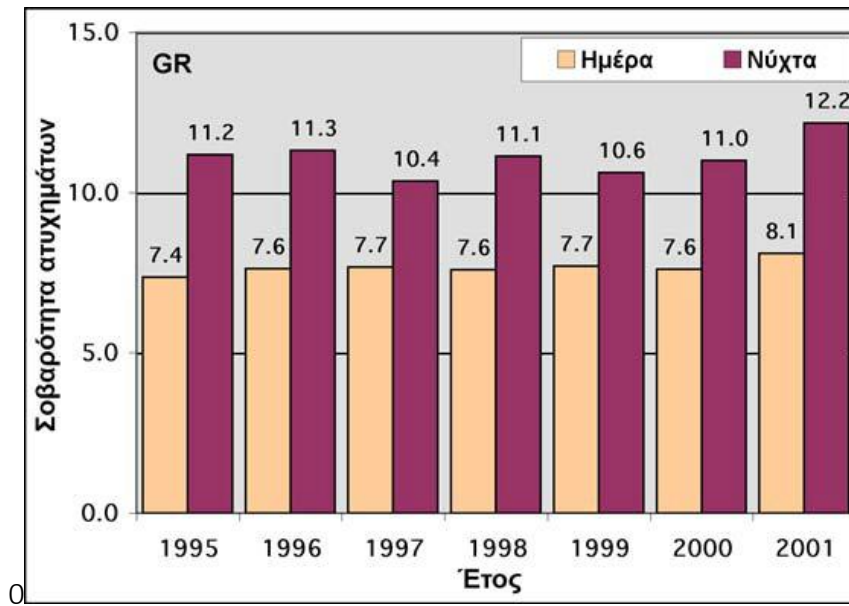
Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι το επίπεδο της ορατότητας είχε επίδραση στη διάμετρο της κόρης των ματιών. Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες είχαν μικρότερη διάμετρο κόρης κατά τη διάρκεια οδήγησης την «ημέρα», συγκριτικά με τις άλλες δύο διαδρομές. Η διάμετρος της κόρης των συμμετεχόντων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της διαδρομής τη “νύχτα”, από ό, τι στη “βροχή”. Επιπλέον, οι οδηγοί παρουσίασαν μεγαλύτερη διάρκεια εστίασης των ματιών τους κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα, που σημαίνει ότι οι οπτικές πληροφορίες που δέχονταν τη νύχτα χρειαζόνταν μεγαλύτερη επεξεργασία.

2.2.3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΟΡΑΣΗΣ ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η έρευνα αυτή διεξήχθη από τους Σωτήρη Πλαΐνη και Ιωάννη Παλλήκαρη, του πανεπιστημίου της Κρήτης, το 2005 και σκοπός της είναι η στατιστική ανάλυση των οδικών ατυχημάτων με έναν πρωτότυπο τρόπο που επιδεικνύει ότι ένας δυσανάλογος αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων συμβαίνει κατά τις νυχτερινές ώρες. Η υπόθεση ότι αυτό μπορεί να οφείλεται στην κούραση ή την κατανάλωση αλκοόλ απορρίπτεται. Είναι αξιοσημείωτο ότι το 2001 το 25% των νυχτερινών οδικών ατυχημάτων σε δρόμους που δεν ήταν φωτισμένοι ήταν θανατηφόρα. Αυτό το ποσοστό είναι τουλάχιστον 3 φορές χαμηλότερο για τα ατυχήματα που συμβαίνουν σε φωτισμένους δρόμους. Σημαντική επιβεβαίωση για τα παραπάνω αποτελεί το γεγονός ότι η ίδια αναλογία παρατηρείται και στη μ. Βρετανία, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων στην ΕΕ. .

Ένας παράγοντας που εξετάζεται, στον οποίο δεν έχει δοθεί η απαραίτητη βαρύτητα αποτελούν τα επίπεδα περιβαλλοντικού φωτισμού κατά την σύγκρουση. Αν και είναι σχετικά δύσκολο να γίνει άμεσος συσχετισμός των ατυχημάτων με τη μειωμένη ορατότητα, είναι γνωστό ότι ένας δυσανάλογος αριθμός ατυχημάτων συμβαίνει τη νύχτα. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι τα ατυχήματα που αφορούν παρασύρσεις πεζών, ποδηλατιστών και μοτοσικλετιστών μέσα στην πόλη αυξάνονται κατά σημαντικό βαθμό σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού.

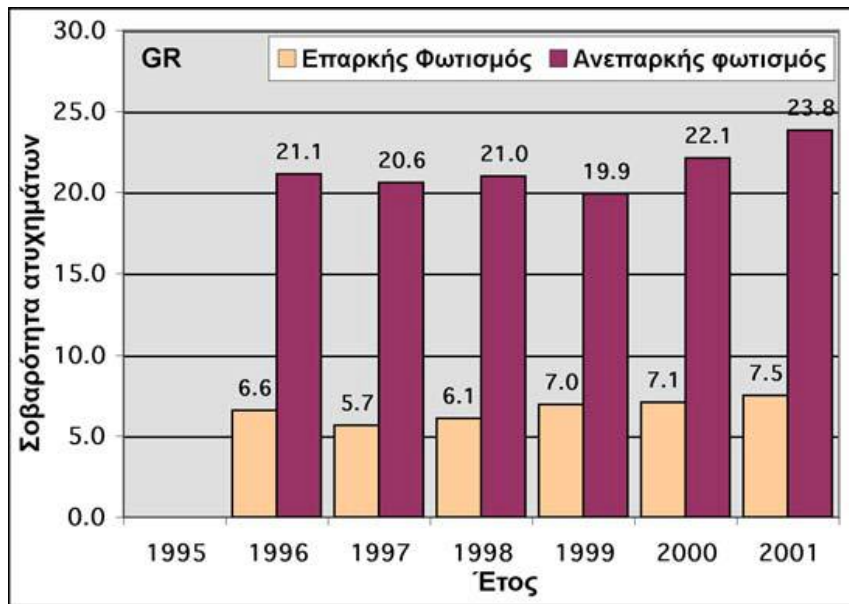
Στο (Διάγραμμα 2.2) επιχειρείται μια σύγκριση της «σοβαρότητας» των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, "υποδεικνύοντας" ότι τα νυχτερινά ατυχήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη «σοβαρότητα».



Διάγραμμα 2.2: Παρουσίαση της συνολικής εικόνας των ατυχημάτων για τα έτη 1995-2001: ο δείκτης σοβαρότητας των ατυχημάτων (αναλογία θανατηφόρων ανά 100 ατυχήματα) αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό κατά τη νύχτα. (Πηγή: ΕΣΥΕ [1]).

Αν και είναι εμφανές ότι και άλλοι παράγοντες συμβάλλουν στον **αυξημένο αριθμό των ατυχημάτων τις βραδυνές ώρες**, όπως η ελλιπής σήμανση, η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ και η κούραση των οδηγών, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι η σοβαρότητα των ατυχημάτων συσχετίζεται άμεσα με το επίπεδο φωτισμού των δρόμων τη νύχτα. Όπως παρουσιάζεται στο **(Διάγραμμα 2.3)**, η "σοβαρότητα" των ατυχημάτων σε δρόμους στους οποίους ο φωτισμός είναι ανεπαρκής (ή απουσιάζει πλήρως) είναι πολύ υψηλότερη (περίπου 3 φορές) από αυτή σε δρόμους που είναι φωτισμένοι για όλη την "εξεταζόμενη" περίοδο (1996-2001). Μάλιστα, θα πρέπει να μας προβληματίσει η παρατήρηση ότι το 2001, σε δρόμους που δεν υπήρχε φωτισμός, περίπου ένα στα τέσσερα ατυχήματα (το 23.8%) ήταν θανατηφόρα.

Συμπεραίνεται επομένως ότι η σοβαρότητα των ατυχημάτων εξαρτάται άμεσα από **τα επίπεδα φωτισμού των δρόμων τη νύχτα**, αφού τριπλασιάζεται σε δρόμους που δεν έχουν επαρκή φωτισμό. Μάλιστα, το γεγονός ότι η αναλογία στην «σοβαρότητα» μεταξύ μη φωτισμένων και φωτισμένων δρόμων είναι σχεδόν ίδια και στην Μεγ. Βρετανία, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ε.Ε., υποδεικνύει την ύπαρξη κάποιου παράγοντα, ο οποίος δεν σχετίζεται ούτε με την ποιότητα του οδικού δικτύου και των οχημάτων ούτε με την «παιδεία» των οδηγών.




▮ *Διάγραμμα 2.3: Δείκτης σοβαρότητας των ατυχημάτων (αναλογία θανατηφόρων ανά 100 ατυχήματα) κατά τις νυχτερινές ώρες σε δρόμους με διαφορετικό οδικό φωτισμό για τα έτη 1996-2001 (Πηγή: ΕΣΥΕ [1]).*

Κατά τη διάρκεια της ημέρας ή στην περίπτωση που ο φωτισμός των δρόμων είναι επαρκής, οι οπτικές πληροφορίες που δέχεται και χρησιμοποιεί ο οδηγός (όπως αντίληψη βάθους και κίνησης, περίγραμμα, φωτεινότητα και χρωματικότητα αντικειμένων) καθορίζουν σε μεγάλο ποσοστό το οπτικό του πεδίο και την οπτικό-κινητική του αντίληψη. Αυτές οι πληροφορίες είναι σημαντικές για την ανίχνευση και αναγνώριση των «αντικειμένων» που τον ενδιαφέρουν (π.χ. αντικείμενα οδικής σήμανσης και σηματοδότησης, άλλα οχήματα, πεζοί), τον προσανατολισμό του στο χώρο και την αποφυγή πιθανών εμποδίων.

Κατά τη νυχτερινή οδήγηση, σε συνθήκες απουσίας περιβαλλοντικού φωτισμού (*Εικόνα 2.5*), οι οπτικές πληροφορίες στο οπτικό πεδίο του οδηγού μειώνονται δραματικά, με αποτέλεσμα ο οδηγός να αντιμετωπίζει δύο κύρια προβλήματα: (α) δυσκολία στην αντίληψη των «εν-δυνάμει» κινδύνων και (β) κοπιαπία - κυρίως από τα φώτα των επερχόμενων οχημάτων (τα οποία προκαλούν αυξημένο θάμβος. Και τα δύο είναι στενά συνδεδεμένα με την **σημαντική μείωση της «λειτουργικής» όρασης** σε χαμηλό φωτισμό.



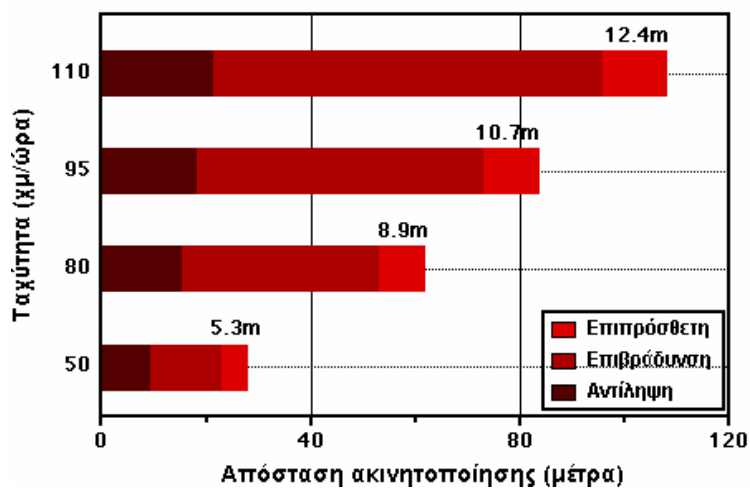
 *Εικόνα 2.5: Νυχτερινή οδήγηση - Φωτογραφίες από αστικούς δρόμους του Ηρακλείου Κρήτης με πολύ καλό (αριστερά) και ανεπαρκή (δεξιά) φωτισμό. Είναι εμφανές ότι στη δεύτερη περίπτωση η ορατότητα είναι σημαντικώς μειωμένη.*

Η επίδραση της μειωμένης φωτεινότητας στις διάφορες λειτουργίες της όρασης έχει μελετηθεί διεξοδικά στο παρελθόν και είναι γνωστό ότι σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού διάφορα χαρακτηριστικά της οπτικής συμπεριφοράς, όπως η διακριτική ικανότητα, η αντίληψη της κίνησης και η προσαρμοστική ικανότητα του οφθαλμού, μειώνονται αισθητά, ενώ παράλληλα χάνεται η αντίληψη του βάθους (στερεοσκοπική όραση) και η έγχρωμη όραση. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στο ημίφως και σε σκοτοπικές συνθήκες φωτισμού, τα ραβδία (φωτοϋποδοχείς υπεύθυνοι για την όραση στο σκοτάδι) διέπουν την λειτουργία της όρασης. Μπορεί βέβαια η λειτουργία των ραβδίων να αυξάνει την φωτεινή μας ευαισθησία στο σκοτάδι, εξαιτίας όμως της αργής τους αντίδρασης **μειώνονται τα αντανακλαστικά μας**, ενώ ταυτόχρονα αλλοιώνεται η αντίληψη της κίνησης, με αποτέλεσμα τα "αντικείμενα" να φαίνονται ότι κινούνται πιο αργά από ότι στην πραγματικότητα.

Από την στιγμή που η οδήγηση αποτελεί μία οπτο-κινητική διαδικασία είναι αυτονόητο ότι ένας τρόπος αξιολόγησης της ικανότητας των οδηγών να αντιμετωπίζουν επικίνδυνες καταστάσεις είναι η καταγραφή του **Οπτικού Χρόνου Αντίδρασης (ΟΧΑ)**. Ως ΟΧΑ αναφέρεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ

της εμφάνιση ενός οπτικού ερεθίσματος και της απόκρισης του συμμετέχοντα με την προϋπόθεση ότι του έχει ζητηθεί να αντιδράσει όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Μια σειρά από μελέτες απέδειξε ότι ο ΟΧΑ σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και για αντικείμενα/εικόνες χαμηλής αντίθεσης αυξάνεται σημαντικά.

Ο ΟΧΑ έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του χρόνου πρόσκρουσης με ένα αντικείμενο. Στην οδήγηση προσφέρει σημαντική πληροφορία γιατί μπορεί να «μεταφραστεί» στην απόσταση που απαιτείται για την ακινητοποίηση ενός οχήματος για την αποφυγή ενός ατυχήματος. Είναι επομένως αντιληπτό ότι λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού, **αυξάνεται σημαντικά και η κρίσιμη απόσταση για την ακινητοποίηση του οχήματος για την αποφυγή ατυχημάτων.**



Διάγραμμα 2.4: Συνολική απόσταση ακινητοποίησης όπως αναλύεται στη απόσταση αντίληψης και επιβράδυνσης για διάφορες ταχύτητες των οχημάτων. Η επιπρόσθετη απόσταση υπολογίζεται από την αύξηση της απόστασης ακινητοποίησης σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι, η εισαγωγή οδικού φωτισμού οδηγεί σε **μείωση της σοβαρότητας των ατυχημάτων** περίπου στο 30%. Το ίδιο ποσοστό παρατηρείται στη μ. Βρετανία, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη συχνότητα θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων στην Ε.Ε. . Υπάρχουν κάποια ισχυρά φυσιολογικά αίτια πίσω από αυτή την παρατήρηση: εικόνες χαμηλού φωτισμού και χαμηλής αντίθεσης, όπως πεζοί με σκουρόχρωμα ρούχα ή ποδηλατιστές χωρίς φώτα, **επεξεργάζονται με καθυστέρηση** από το οπτικό σύστημα, κυρίως λόγω των αργών αντιδράσεων των ραβδίων (φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδή). Ως αποτέλεσμα **οι οπτικοί χρόνοι αντίδρασης είναι αργότεροι**, γεγονός που οδηγεί σε **μεγαλύτερες αποστάσεις ακινητοποίησης των οχημάτων**, ενώ είναι αξιοσημείωτο ότι ούτε ο πιο συντηρητικός οδηγός δεν μπορεί να αντιληφθεί ότι τα αντανακλαστικά του επιβραδύνονται σημαντικά τη νύχτα. Ως αποτέλεσμα είναι πιθανή η υπερ-εκτίμηση

από την πλευρά του οδηγού της "απόστασης ασφαλείας" που απαιτείται για την ακινητοποίηση του οχήματος και την αποφυγή ενός ατυχήματος.

2.2.4 Η ΝΥΧΤΕΡΙΝΗ ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΜΠΛΟΚΗ ΤΩΝ ΕΦΗΒΩΝ ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

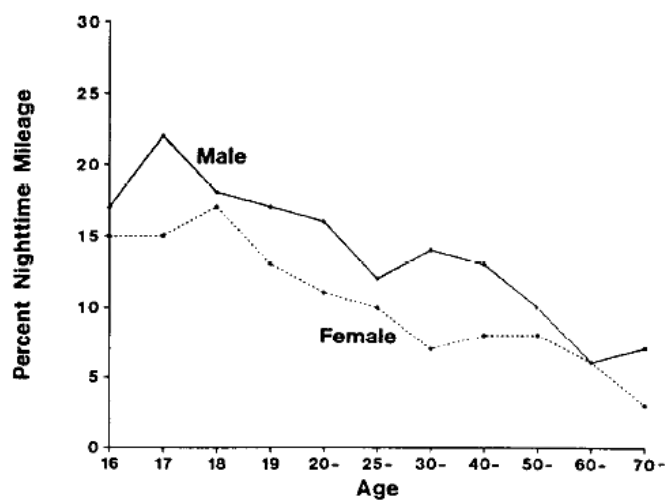
Ο **Allan F. Williams** το 1983 διεξήγαγε μία έρευνα σχετικά με τη συμμετοχή των εφήβων οδηγών σε θανατηφόρα ατυχήματα και δείχνει ότι σε σχέση με τους μεγαλύτερους οδηγούς είναι πολύ υψηλή. Περίπου το ήμισυ των ατυχημάτων και των θανάτων των εφήβων οδηγών εμφανίζονται τη νύχτα. Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει ότι οι έφηβοι οδηγούν λιγότερα μίλια από τους μεγαλύτερους ηλικιακά οδηγούς. Έτσι, τα ποσοστά εμπλοκής των εφήβων σε οδικά ατυχήματα με βάση τα μίλια που οδηγούν είναι ακόμη πιο ακραία σε σύγκριση με τους μεγαλύτερους. **Στην παρούσα μελέτη** παρουσιάζονται δεδομένα σχετικά με τους οδηγούς σε θανατηφόρα ατυχήματα ανά μίλια που οδηγούν, ανάλογα με την ηλικία, το φύλο και την ώρα της ημέρας.

Ο βαθμός στον οποίο οι έφηβοι οδηγοί εμπλέκονται σε ατυχήματα τη νύχτα έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Δώδεκα πολιτείες στις Η.Π.Α. έχουν νόμους απαγόρευσης της κυκλοφορίας των νέων οδηγών τις απογευματινές ώρες και νωρίς το πρωί. Τέσσερις από αυτούς τους νόμους μελετήθηκαν συγκρίνοντας την εμπλοκή των νεαρών οδηγών σε ατυχήματα σε κάθε πολιτεία κατά τη διάρκεια των απαγορευμένων και των μη απαγορευμένων ωρών σε σχέση με την εμπλοκή σε ατυχήματα των οδηγών της ίδιας ηλικίας σε μια πολιτεία που δεν έχει απαγόρευση της κυκλοφορίας κάποιες ώρες της ημέρας. Κάθε ένας από τους νόμους που μελετήθηκαν διαπιστώθηκε ότι είναι αποτελεσματικός στη μείωση των οδικών ατυχημάτων σε παιδιά ηλικίας 16 ετών τις ώρες που απαγορεύεται η κυκλοφορία.

Η μελέτη βασίστηκε σε **ένα δείγμα 24.466 νοικοκυριών** που επιλέχθηκαν από καθένα από τα 50 κράτη και την περιφέρεια της Κολούμπια. Κάθε νοικοκυριό έπαιρνε μέρος στο πείραμα για μία ημέρα από το έτος 1977 έως 1978. Την επόμενη ημέρα του πειράματος οι ερευνητές τους επισκέπτονταν και λάμβαναν τα στοιχεία που προέκυπταν. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε και **μία βάση δεδομένων** που περιέχει πληροφορίες σχετικά με σχεδόν όλα τα θανατηφόρα ατυχήματα που συνέβησαν με οχήματα στις Η.Π.Α. για τον υπολογισμό ενός ετήσιου μέσου όρου που αντιστοιχεί στην περίοδο που έγινε το πείραμα και να συγκριθούν.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι:

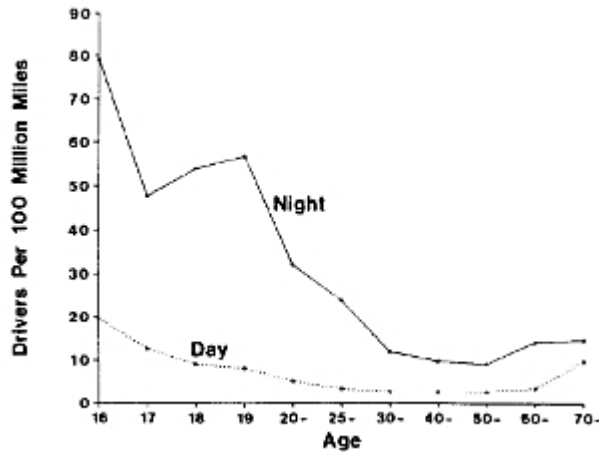
- Η αναλογία των διανυθέντων χιλιομέτρων των οδηγών για κάθε ηλικία και φύλο κατά τις νυχτερινές ώρες υψηλού κινδύνου (9 π.μ. - 5: 59 π.μ.) φαίνεται στο **(Διάγραμμα 2.5)**. Οι έφηβοι οδηγοί διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σχέση με τους πιο μεγάλους ηλικιακά οδηγούς.
- Επιπλέον, σε όλες τις ηλικίες (εκτός από τις ηλικίες των 60-69 ετών όπου τα ποσοστά είναι ίσα), οι άνδρες οδηγούν περισσότερο τη νύχτα από ό, τι οι γυναίκες.



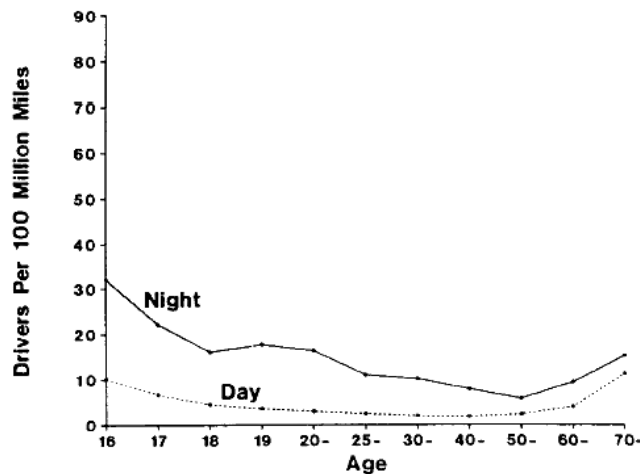
Διάγραμμα 2.5: Ποσοστό διανυθέντων χιλιομέτρων τη νύχτα ανά ηλικία και φύλο

- Το **(Διάγραμμα 2.6)** και το **(Διάγραμμα 2.7)** δείχνουν τα ποσοστά των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων σε σχέση με τα διανυθέντα χιλιόμετρα κατά τη διάρκεια της νύχτας (9 π.μ. - 5: 59 π.μ.) και της ημέρας. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι για όλες τις ηλικίες, τα ποσοστά αυτά κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι υψηλότερα από τα ημερήσια ποσοστά. Μια σύγκριση των δύο διαγραμμάτων δείχνει ότι και για τις δύο χρονικές περιόδους, **τα ποσοστά θανατηφόρων ατυχημάτων για τους άνδρες** είναι πολύ υψηλότερα από αυτά των γυναικών, εκτός από την περίπτωση των ηλικιωμένων οδηγών.
- Τόσο οι άνδρες, όσο και οι γυναίκες ηλικίας 16 ετών, υπερβαίνουν στα θανατηφόρα ατυχήματα σε σύγκριση με τους μεγαλύτερους ηλικιακά οδηγούς, τόσο κατά τις περιόδους της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας.

→ Τέλος, η **νυχτερινή οδήγηση** στα ποσοστά των θανατηφόρων ατυχημάτων για τους 16χρονους άνδρες οδηγούς είναι ιδιαίτερα υψηλά: 79 άνδρες ηλικίας 16 χρονών χάνουν τη ζωή τους ανά 100 εκατομμύρια μίλια.



▮ Διάγραμμα 2.6: Αριθμός θανάτων ανδρών από οδικά ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια μίλια ανά ώρα της ημέρας



▮ Διάγραμμα 2.7: Αριθμός θανάτων γυναικών από οδικά ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια μίλια ανά ώρα της ημέρας

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν τις επιπτώσεις της νυχτερινής οδήγησης, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Από τη σύνθεση των βασικών σημείων τους προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει **αναμφίβολα μεταβολή** στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των οδηγών. Μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις τα αποτελέσματα των ερευνών να διαφέρουν αριθμητικά ή να είναι αρκετά εξειδικευμένα, δείχνουν όμως μια γενική τάση στη μεταβολή των διαφόρων παραμέτρων. Αναφέρεται ότι προέκυψαν και συμπεράσματα που αφορούν σε μεγέθη διακριτά, των οποίων η μέτρηση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί με έναν κωδικοποιημένο και αντικειμενικό τρόπο.
- Η νυχτερινή οδήγηση αποτελεί σημαντικό **παράγοντα στη συγκέντρωση του οδηγού στη διαδρομή** και ιδιαίτερα **στην όρασή του**. Πιο συγκεκριμένα, η **νυχτερινή οδήγηση** έδειξε ότι το επίπεδο της ορατότητας είχε επίδραση στο πόσες φορές εστιάζει ο οδηγός, στη μέση διάρκεια εστίασης των ματιών καθώς και σε τι εστίαζε κάθε φορά. Κατά τη διάρκεια της οδήγησης τη νύχτα, παρατηρείται μεγάλη αύξηση της διαμέτρου της κόρης των ματιών των οδηγών σε σχέση με την οδήγηση τη μέρα και σημαντική αύξηση της διάρκειας εστίασης που σημαίνει ότι οι οπτικές πληροφορίες που δέχονταν **τη νύχτα χρειάζονταν μεγαλύτερη επεξεργασία**. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι οι οδηγοί εστίαζαν περισσότερο στο κέντρο της οδού και πολύ λιγότερο δεξιά και αριστερά, όπως θα έπρεπε (Panos Konstantopoulos, Peter Charman και David Crundall, 2009).
- Μελετήθηκε η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης σε **συγκεκριμένο τύπο οδού**. Παρατηρήθηκε ότι, στο σχεδιασμό της οδού δεν λαμβάνεται υπόψη συνήθως ο παράγοντας της νύχτας με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη συμπεριφορά των οδηγών **σε επαρχιακή οδό** κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σχέση με την ημέρα (Francesco Bella, Alessandro Calvi και Fabrizio D' Amico, 2014).
- Η οδηγική συμπεριφορά επηρεάζεται σημαντικά από την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, **σε όρους ταχύτητας**. Παρατηρήθηκε η χαμηλότερη ταχύτητα οδήγησης τη νύχτα σε μεγάλου μήκους καμπύλες και αυτό εξηγείται, ότι λόγω της περιορισμένης ορατότητας τη νύχτα, οι οδηγοί δεν μπορούσαν να αντιληφθούν το πραγματικό μήκος της καμπύλης σε σχέση με την ημέρα όπου ήταν εύκολα ορατό το πλήρες μήκος της. Αντιθέτως, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα οδήγησης κατά τη διάρκεια της νύχτας και της ημέρας σε επαρχιακή οδό, πιθανώς επειδή υπήρχαν αρκετά απότομες καμπύλες και οι οδηγοί αναγκάζονταν να μειώσουν την ταχύτητά τους (Francesco Bella, Alessandro Calvi και Fabrizio D' Amico, 2014).

- Η οδηγική συμπεριφορά επηρεάζεται σημαντικά από την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και **λόγω ανεπαρκούς φωτισμού της οδού**. Παρατηρήθηκε ότι κατά τη νυχτερινή οδήγηση οι οπτικές πληροφορίες στο οπτικό πεδίο του οδηγού μειώνονται δραματικά, με αποτέλεσμα ο οδηγός να αντιμετωπίζει δυσκολία στην αντίληψη των «εν-δυνάμει» κινδύνων (Σωτήρης Πλαϊνής και Ιωάννης Παλλήκαρης, 2005).
- Όσον αφορά στο **χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν** παρατηρήθηκε ότι σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και για αντικείμενα ή εικόνες χαμηλής αντίθεσης αυξάνεται σημαντικά (Σωτήρης Πλαϊνής και Ιωάννης Παλλήκαρης, 2005).
- Η οδηγική συμπεριφορά επηρεάζεται σημαντικά από την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, **σε όρους απόστασης από το προπορευόμενο όχημα**. Παρατηρήθηκε ότι, λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού, αυξάνεται σημαντικά και η κρίσιμη απόσταση για την ακινητοποίηση του οχήματος για την αποφυγή ατυχημάτων, καθώς ο οδηγός δεν μπορεί να αντιληφθεί ότι επιβραδύνονται σημαντικά τα αντανακλαστικά του τη νύχτα (Σωτήρης Πλαϊνής και Ιωάννης Παλλήκαρης, 2005).
- Όσον αφορά τον **κίνδυνο ατυχήματος**, διαπιστώθηκε ότι:
 - Τα νυχτερινά ατυχήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη «σοβαρότητα» σε σχέση με την ημέρα (Σωτήρης Πλαϊνής και Ιωάννης Παλλήκαρης, 2005).
 - Τα ποσοστά των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων, για όλες τις ηλικίες ανεξαιρέτως, είναι υψηλότερα κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σχέση με την ημέρα (Allan F. Williams, 1983).
 - Τα ποσοστά των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων για τους άνδρες οδηγούς ηλικίας 16 ετών είναι ιδιαίτερα υψηλά σε σχέση με αυτά των γυναικών (Allan F. Williams, 1983).

Από όλα τα προαναφερθέντα, καθώς και από το ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ποτέ στην Ελλάδα αντίστοιχη μακροσκοπική ανάλυση, προκύπτει η αναγκαιότητα για έρευνα σχετικά με την επιρροή της νυχτερινής οδήγησης στις ελληνικές οδούς.

3. Θεωρητικό υπόβαθρο

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 μίας 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 αδύνατον να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα

συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

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

- α) Ποιοτικές μεταβλητές** (qualitative variables). Είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μιας 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 μια 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 θα μπορούσε να είναι χρόνια, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$cov(X, Y) = \left(\frac{1}{v-1}\right) \times \sum_{i=1}^v [(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})]$$

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 το **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient) ρ ο οποίος ορίζεται ως:

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

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

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

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

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής, για τη μελέτη των διαφόρων στατιστικών μεγεθών πρέπει να είναι γνωστή η μορφή της κατανομής που ακολουθούν οι τιμές τους. Μια από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας για συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss. Η συνάρτηση πυκνότητας της κατανομής αυτής είναι:

$$f(x) = \left(\frac{1}{\sigma \times \sqrt{2\pi}} \right) \times e^{-\frac{(x-\mu)^2}{(2\sigma^2)}}$$

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

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 ανεξαρτήτων 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 ανεξαρτήτων 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 μια ανεξάρτητη μεταβλητή X και μια 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 τη σχέση:

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

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

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

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

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι τιμές της χωρίς καμία 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 $E(\epsilon_i) = 0$ και $\text{Var}(\epsilon_i) = \sigma_\epsilon^2$.

Οι παραπάνω υποθέσεις για γραμμική σχέση και σταθερή διασπορά αποτελούν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Συνήθως, λοιπόν, σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται υπόθεση ότι η δεσμευμένη κατανομή της Y είναι κανονική.

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

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

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 παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούργιο 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 μοντέλου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται από την ανάλυση παλινδρόμησης με βάση την **αρχή των ελαχίστων τετραγώνων** δηλαδή υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα:

$$\sum (Y - (\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i))^2$$

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής ακολουθεί μια **κανονική κατανομή** με αριθμητικό μέσο μ και τυπική απόκλιση σ^2 . Με άλλα λόγια η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση αποτελεί χρήσιμο εργαλείο όταν τα στοιχεία που περιέχονται στη βάση δεδομένων είναι μη αρνητικά, ο φυσικός λογάριθμος της ανεξάρτητης

μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή και ο αριθμητικός μέσος είναι σχετικά μεγάλος. Με τη διαδικασία της παλινδρόμησης συσχετίζεται μια **εξαρτημένη μεταβλητή** με άλλες, τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Βρίσκει εφαρμογή στη μελλοντική πρόβλεψη μιας μεταβλητής σε σχέση με μια άλλη ή στον προσδιορισμό μιας συναρτησιακής σχέσης $\log(\mu_i) = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq})$ μεταξύ των παρατηρημένων τιμών μ_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:

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

όπου:

y_i : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή

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

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

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πολύπλοκη μορφή:

$$\mu_i = e^{\beta_0} \times e^{\beta_1 x_{i1}} \times \dots \times e^{\beta_q x_{iq}}$$

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 δυο κατηγορίες με τη χρήση ενός συνόλου συνεχών και διακριτών μεταβλητών. Σε αντίθεση με τη γραμμική παλινδρόμηση, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1. Χρησιμοποιείται ο νεπέριος λογάριθμος για την **πιθανότητα** ή το **λόγο πιθανοφάνειας** (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι 1, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

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

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

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

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

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

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

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

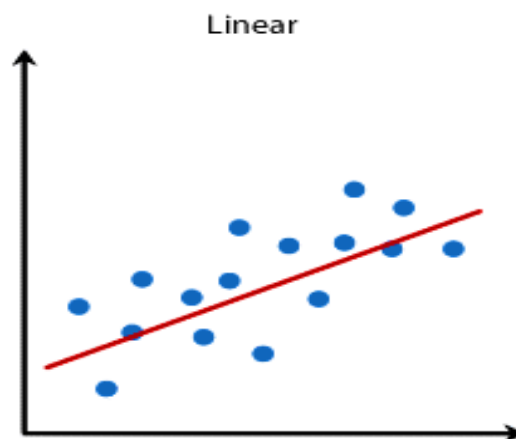
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/(1-P_i)$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή e^{β_i} .

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

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

Η ευθεία που προκύπτει λέγεται **ευθεία παλινδρόμησης της Y πάνω στη X** . Σκοπός είναι το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων (X, Y) από την ευθεία να είναι ελάχιστο. 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 ($\rho(X_i, X_j) = 0 \forall i \neq j$), 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 πρόκειται για την ελαστικότητα (elasticity).

Η **ελαστικότητα** αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

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

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

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

όπου **s.e.**: τυπικό λάθος (standard error).

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

 Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή **t**

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
80	1,296	1,671	2	2,39	2,66
120	1,289	1,658	1,98	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,96	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 απόλυτη τιμή του **t** είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t^* (1,7) και άρα είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

Μετά τον έλεγχο της στατιστικής εμπιστοσύνης εξετάζεται η **ποιότητα του μοντέλου**. Η ποιότητα του μοντέλου καθορίζεται βάσει του **συντελεστή προσαρμογής**. Ο

συντελεστής R^2 χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση :

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

όπου:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \beta^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{και}$$

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

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

Θα πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται προσοχή στη χρησιμοποίηση του r και του R^2 . Το R^2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το X παίρνει καθορισμένες τιμές ή 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 στα **μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης**, ισχύει ό,τι και στην απλή 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 μικρότερη 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 προτιμώνται 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 πιθανοφάνειας (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 \times (L(b) - L(0))$, όπου $L(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$, ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, είναι μεγαλύτερη από την τιμή του χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές.

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

Επιπροσθέτως, **ελέγχεται σε ποιο ποσοστό** το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης είναι σε θέση να προβλέψει σωστά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Είναι επιθυμητό να προβλέπεται 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 δύο αντίστοιχων ποσοστών των δύο ενδεχομένων.

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

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

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

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

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

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 δεν 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. συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που οδήγησε στην επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης. Ως μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης επιλέχθηκαν η γραμμική, 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 στην **ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά **στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων**, περιλαμβάνει δύο υποκεφάλαια. 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 προγραμμάτων του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συγκεκριμένα, δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του τρόπου επεξεργασίας των στοιχείων και των τρόπων αντιμετώπισης των διάφορων προβλημάτων που προέκυψαν.

4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Πρέπει να αναφερθεί ότι λίγες παρόμοιες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί στη χώρα μας με τη βοήθεια προσομοιωτή οδήγησης.

4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Εξετάστηκε πειραματικά σε προσομοιωτή οδήγησης ο βαθμός στον οποίο η νυχτερινή οδήγηση, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού αλλά και του οδικού περιβάλλοντος, επιδρούν στη συμπεριφορά του οδηγού. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του οδηγού που εξετάστηκαν αφορούν στην ηλικία, το φύλο, την οδηγική εμπειρία κ.α. Συγκεκριμένα τα στοιχεία του οδικού περιβάλλοντος που ερευνήθηκε η επίδρασή τους αφορούν:

- την οδό, οδήγηση σε επαρχιακή οδό υπό χαμηλές συνθήκες κυκλοφορίας (κανονικός φόρτος) και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (αυξημένος φόρτος)
- τις ειδικές συνθήκες οδήγησης, οδήγηση σε καλές καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας

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 οδηγική εμπειρία, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της

προσωπικής οδηγικής ικανότητάς τους και παρατηρείται μια αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα. Για το λόγο αυτό, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 20-30 ετών. Στο πείραμα συμμετείχαν 35 εθελοντές, 23 άντρες και 12 γυναίκες με μέσο όρο οδηγικής εμπειρίας 5 έτη. Όλοι τους ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ενώ υπήρξε πληθώρα διαφορετικών ατόμων από άποψη προσωπικότητας και μορφώσεως, εκτός από τους φοιτητές του Πολυτεχνείου, ώστε το πείραμα να είναι κατά το δυνατόν αντιπροσωπευτικό.

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 κατασκευαστεί από τη γερμανική εταιρεία FOERST ώστε να εξυπηρετεί ερευνητικούς σκοπούς. Η φωτογραφία παρουσιάζει τον προσομοιωτή που αποτελείται από τρεις οθόνες LCD40", θέση οδήγησης και βάση υποστήριξης. Οι διαστάσεις σε πλήρη ανάπτυξη είναι 230 X 180 cm., ενώ το πλάτος βάσης 78cm.




 *Εικόνα 4.1: Φωτογραφία του προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF)*

Διαθέτει ρυθμιζόμενο κάθισμα οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς και δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη που εμφανίζονται στις πλάγιες και την κεντρική οθόνη αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το «όχημα». Τα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός είναι μοχλός 5 ταχυτήτων και όπισθεν, φλας, υαλοκαθαριστήρες, φώτα, κόρνα, χειρόφρενο και μίζα (*Εικόνες 4.2, 4.3, 4.4, 4.5*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων



 Εικόνα 4.2, 4.3, 4.4, 4.5: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης, του τιμονιού, των ποδόπληκτρων, του στροφόμετρου καθώς και του μοχλού ταχυτήτων του προσομοιωτή οδήγησης

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 τη σχετική επιρροή των διαφόρων παραμέτρων. Αυτό ενδεχομένως είναι πιο έντονο στη βροχή, όπου ο οδηγός υπό πραγματικές συνθήκες την αντιλαμβάνεται διαφορετικά σε σχέση με την οδήγηση στο προσομοιωμένο περιβάλλον.

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



 *Εικόνα 4.6: Επικίνδυνα γεγονότα – Εμφάνιση εμποδίου (απότομη χωρίς προειδοποίηση εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος)*

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.



 Εικόνα 4.7: Πληκτρολόγιο ελέγχου

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

- ☞ Στο βασικό κατάλογο επιλογών (Free driving): στην επιλογή χάρτης στην πρώτη σειρά επιλέχθηκε κυκλική διαδρομή. Στη δεύτερη σειρά, στην επιλογή καιρός επιλέχθηκε καλός, ενώ στην επόμενη σειρά επιλέχθηκε η εμφάνιση εμποδίου σε τυχαίο σημείο (Εικόνα 4.8).




 Εικόνα 4.8: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση

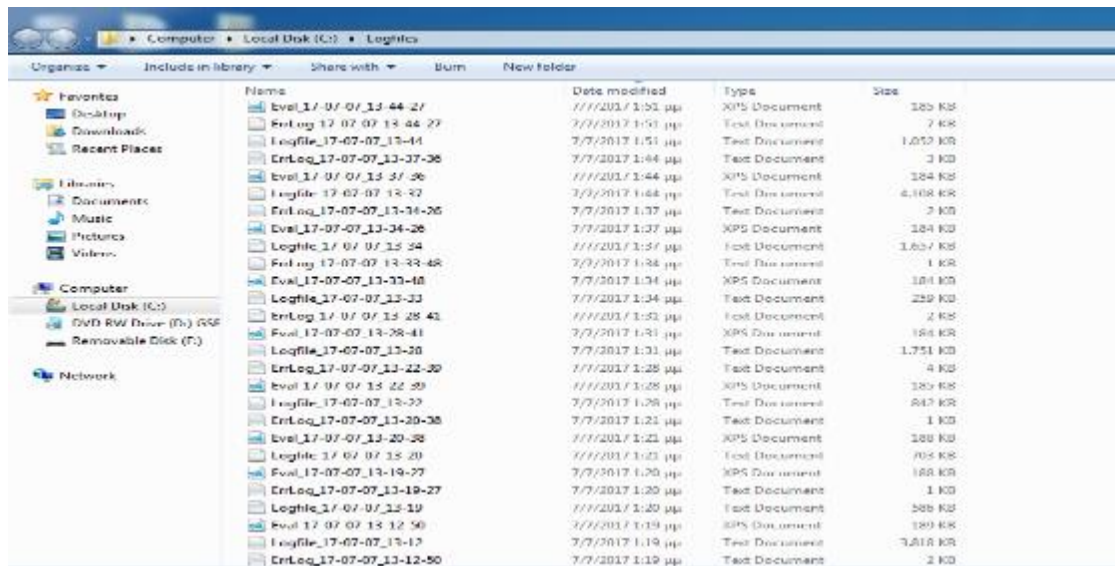
- ☰ Στον κατάλογο προκαθορισμένων σεναρίων (Predefined Senarios): στη δεύτερη σειρά επιλεγόταν κάθε φορά το σενάριο οδήγησης που καλούταν να πραγματοποιήσει ο συμμετέχων **(Εικόνα 4.9)**.



 **Εικόνα 4.9:** Κατάλογος προκαθορισμένων σεναρίων – Επιλογή σεναρίου οδήγησης

Η αποθήκευση των δεδομένων των πειραμάτων πραγματοποιείται αυτόματα στο τέλος της διαδικασίας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο φάκελο D:\Logfiles σε μορφή κειμένου(*txt) **(Εικόνα 4.10)**. 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 δυο αρχεία, ένα που φέρει την ονομασία Logfile*txt και περιέχει όλες τις μεταβλητές που μετρήθηκαν και ένα αρχείο με την ονομασία ErrLog*txt, που περιέχει τα σφάλματα που πραγματοποίησε ο 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 υποκεφάλαιο παρατηρηθείσες μεταβλητές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων



 Εικόνα 4.10: Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή οδήγησης

 Πίνακας 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 REVOLVATION IN 1/MIN.
17	HWAY	HEADWAY, DISTANCE TO THE AHEAD DRIVING VEHICLE IN M.
18	DLEFT	DISTANCE TO THE LEFT ROAD BOARD IN METER.
19	DRIGHT	DISTANCE TO THE RIGHT ROAD BOARD IN METER.
20	WHEEL	STEERING WHEEL POSITION IN DEGREES.
21	THEAD	TIME TO HEADWAY, I. E. TO COLLISION WITH THE AHEAD DRIVING VEHICLE, IN SECONDS
22	TTL	TIME TO LINE CROSSING, TIME UNTIL THE ROAD BORDER LINE IS EXCEEDED, IN SECONDS
23	TTC	TIME TO COLLISION (ALL OBSTACLES), IN SECONDS.
24	ACCLAT	ACCELERATION LATERAL, IN M/SA ²
25	ACCLON	ACCELERATION LONGITUDINAL, IN M/SA ²
26	EVVIS	EVENT-VISIBLE-FLAG/EVENT-INDICATION, 0 = NO EVENT, 1 = EVENT.
27	EVDIST	EVENT-DISTANCE IN M.
28	ERR1NO	NUMBER OF THE MOST IMPORTANT DRIVING FAILURE SINCE THE LAST DATA SET
29	ERR1VAL	STATE DATE BELONGING TO THE FAILURE, CONTENT VARIES ACCORDING TO TYPE OF FAILURE
30	ERR2NO	NUMBER OF THE NEXT DRIVING FAILURE (MAYBE EMPTY).
31	ERR2VAL	ADDITIONAL DATE TO FAILURE 2.
32	ERR3NO	NUMBER OF A FURTHER DRIVING FAILURE (MAYBE EMPTY).
33	ERR3VAL	ADDITIONAL DATE TO FAILURE 3.

4.2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Συγκεκριμένα, εστιάζει στην οδήγηση κατά την διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακό περιβάλλον και έγινε προσπάθεια αυτό να πλησιάζει κατά το δυνατόν το **πραγματικό** περιβάλλον με το οποίο έρχονται σε επαφή οι συμμετέχοντες στο πείραμα. Γι' αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκαν **κάποιες αλλαγές στο χώρο διεξαγωγής του πειράματος** που αφορούσαν στη διαμόρφωση του χώρου. Σκοπός ήταν να προσομοιαστούν όσο το δυνατόν καλύτερα γίνεται οι συνθήκες οδήγησης κατά το πείραμα με τις πραγματικές. Πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια οδήγησης των συμμετεχόντων την ημέρα, το πείραμα κατά κύριο λόγο πραγματοποιείτο πρωινές ώρες, ώστε να υπήρχε άπλετο φυσικό φως, αλλά και σε περίπτωση που ο καιρός δεν το επέτρεπε υπήρχε τεχνητό φως. Επίσης, με παρόμοιο τρόπο έγινε το πείραμα και κατά τη διάρκεια οδήγησης των συμμετεχόντων τη νύχτα, δηλαδή πραγματοποιείτο τις νυχτερινές ώρες, ώστε να υπήρχε απόλυτο σκοτάδι (**Εικόνες 4.17,4.18**).

4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής, ως εργαλείο για τη διερεύνηση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην 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, επιλέχθηκαν τελικά τέσσερα διαφορετικά σενάρια ως η πιο κατάλληλη λύση για την επίτευξη του στόχου αυτής της Διπλωματικής Εργασίας. Και τα τέσσερα αυτά σενάρια ουσιαστικά αποτελούνται από την ίδια διαδρομή, η οποία, όμως, θα παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με το κάθε σενάριο. Η συγκεκριμένη διαδρομή περιλαμβάνει οδήγηση σε **επαρχιακή οδό** μήκους 2,1km με όριο ταχύτητας τα 60km/h.

Το επαρχιακό περιβάλλον περιλάμβανε δέντρα, βουνά, ανοιχτές και κλειστές στροφές χωρίς ορατότητα, ευθυγραμμίες, περιορισμένη σήμανση, κλίσεις της τάξεως

του 1% και επερχόμενη κυκλοφορία. Η οδός είχε δύο λωρίδες κυκλοφορίας, μία ανά κατεύθυνση, ενώ απουσίαζε το στηθαίο ασφαλείας και η διαχωριστική νησίδα μεταξύ τους. Η προσπέραση ήταν απαγορευμένη ενώ δεν υπήρχαν εμπόδια στην κυκλοφορία και το πλάτος της οδού ήταν 3 μέτρα. Η διαδρομή αποτελούνταν από ευθείες με κλειστές στροφές, ενώ δεν υπήρχε πουθενά κατά μήκος κλίση.

Και στα τέσσερα σενάρια οι καιρικές συνθήκες οδήγησης που επιλέχθηκαν ήταν οδήγηση υπό καλό καιρό καθώς δεν ήταν επιθυμητό να επιβαρυνθεί ο οδηγός και με άλλους παράγοντες πέραν της δυσκολίας οδήγησης κατά τη διάρκεια της νύχτας, την επιρροή της οποίας αποσκοπεί να μελετήσει η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία. Ο πρώτος διαχωρισμός σχετικά με τα σενάρια οδήγησης σχετίζεται με το εάν στη διαδρομή θα ήταν μέρα ή νύχτα. Ο δεύτερος διαχωρισμός αφορά τις **συνθήκες κυκλοφορίας**, δηλαδή οδήγηση υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο ή οδήγηση υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Έτσι, τα τελικά σενάρια οδήγησης ήταν:


- ▲ Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- ▲ Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- ▲ Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- ▲ Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

Κρίθηκε σκόπιμο κατά τη διάρκεια της οδήγησης να συμβαίνουν σε συγκεκριμένα σημεία της διαδρομής (τα σημεία αυτά διέφεραν ανά σενάριο) διάφορα **επικίνδυνα συμβάντα**. Με βάση τις καταγραφές των αντιδράσεων των οδηγών στις μη αναμενόμενες καταστάσεις, θα προκύψουν δεδομένα που αναμένεται να είναι σημαντικά για την ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των συμμετεχόντων. Πρέπει να σημειωθεί ότι, λόγω του τρόπου με τον οποίο είχαν προγραμματιστεί τα συγκεκριμένα σενάρια, αυτά που αφορούσαν σε οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας (με υψηλό/χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο) εκτελούνταν διαδοχικά, χωρίς παύση μεταξύ τους. Αντίστοιχα, διαδοχικά εκτελούνταν και τα σενάρια που αφορούσαν οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας (με υψηλό/χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο). Μετά την ολοκλήρωση ενός ζεύγους σεναρίων πραγματοποιείτο ένα διάλειμμα (η διάρκεια του οποίου καθοριζόταν από το συμμετέχοντα) που αφορούσε στον ίδιο τον οδηγό, καθώς η παρατεταμένη οδήγηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

στον προσομοιωτή οδήγησης πιθανόν να του προκαλούσε κάποιες παρενέργειες, όπως π.χ. η ναυτία ή ζαλάδα που έχει παρατηρηθεί σε παρόμοιες έρευνες. Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες επιπλέον εικόνες από το συγκεκριμένο περιβάλλον οδήγησης (Εικόνες 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15).



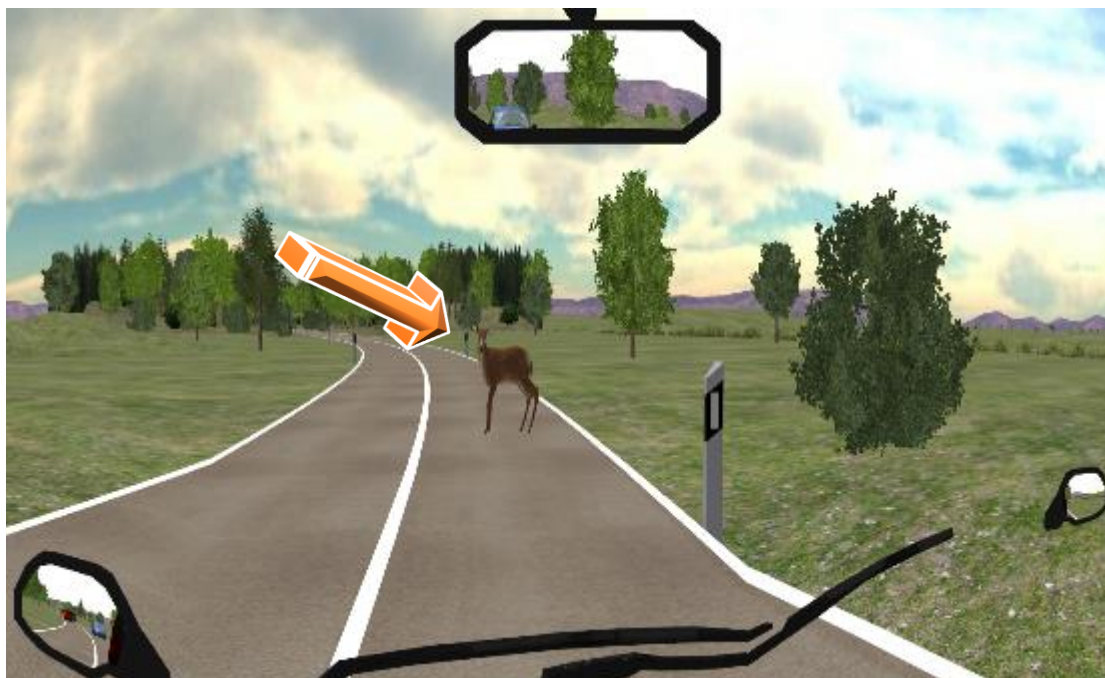
 Εικόνα 4.11: Σενάριο οδήγησης σε επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο – Κλειστή στροφή χωρίς ορατότητα



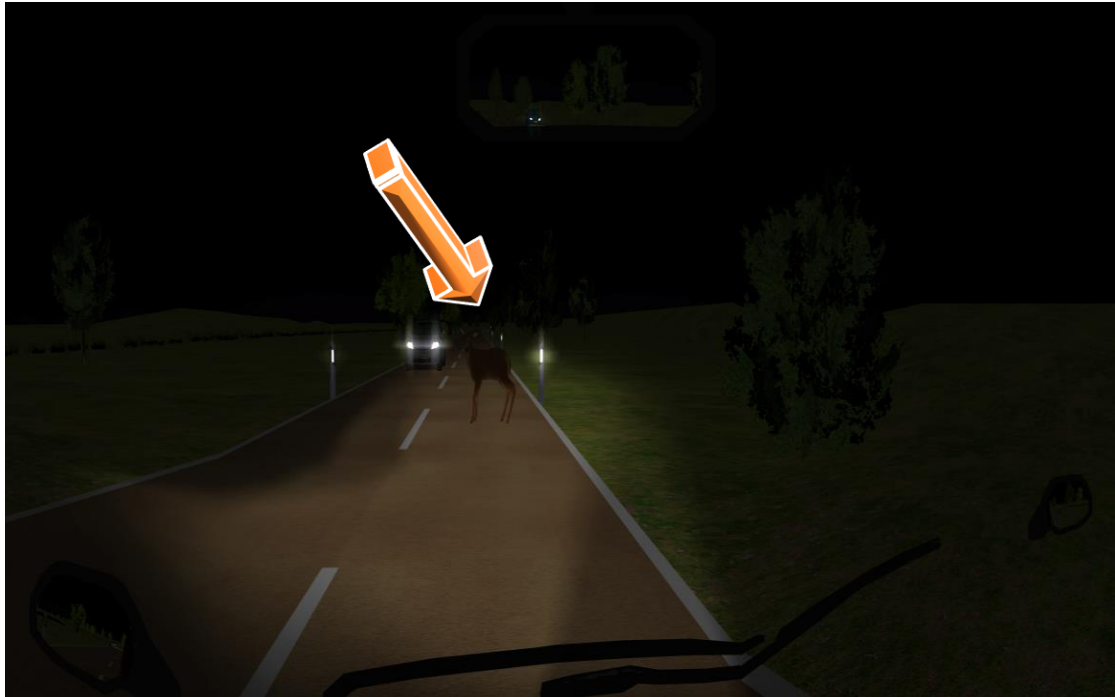
 Εικόνα 4.12: Επικίνδυνα γεγονότα – Εμφάνιση προειδοποιητικού σήματος για την ύπαρξη ζώου



 Εικόνα 4.13: Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη εμφάνιση ζώου υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας



 Εικόνα 4.14: Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη εμφάνιση ζώου υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας



 *Εικόνα 4.15: Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη εμφάνιση ζώου υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της νύχτας*

4.2.6 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Ιουνίου και τέλη Ιουλίου 2017. Οι 35 συμμετέχοντες πήραν μέρος στην έρευνα εθελοντικά, οδήγησαν τέσσερις φορές ο καθένας στον προσομοιωτή οδήγησης, αφού αρχικά τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο.

Κάποια από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα του προσομοιωτή οδήγησης αποτελούν η μη πλήρως ρεαλιστική απεικόνιση του περιβάλλοντος και των συνθηκών οδήγησης, 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. Προκειμένου να μειωθούν οι επιπτώσεις στα αποτελέσματα του προσομοιωτή οδήγησης που οφείλονται στη μη εξοικείωση του οδηγού με το περιβάλλον προσομοίωσης αλλά και με τον ίδιο τον προσομοιωτή οδήγησης (π.χ. διαφορετική θέση στο κιβώτιο ταχυτήτων στον προσομοιωτή οδήγησης σε σχέση με

τη θέση που έχει στο προσωπικό αυτοκίνητο του συμμετέχοντα κ.λπ.), αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν κάποιες **δοκιμαστικές διαδρομές** πριν την έναρξη του πειράματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια όλων των πειραματικών διαδικασιών ήταν παρών ο **συντονιστής του πειράματος**. Ο συντονιστής του πειράματος είχε γνώση του χειρισμού του προσομοιωτή και ήταν αυτός που είχε αναλάβει την περιήγηση στο μενού του προσομοιωτή και την επιλογή έναρξης του κάθε σεναρίου οδήγησης που καλείτο να πραγματοποιήσει ο κάθε εθελοντής. Επιπλέον, ο ρόλος του στο πείραμα είχε και συμβουλευτικό χαρακτήρα, καθώς φρόντιζε να εξοικειώσει όσο το δυνατόν καλύτερα τους συμμετέχοντες με τον προσομοιωτή οδήγησης κατά τη διάρκεια των δοκιμαστικών διαδρομών. Βοηθούσε τους εθελοντές να ρυθμίσουν το κάθισμά τους, να εξοικειωθούν στην οδήγηση με τις τρεις διαφορετικές οθόνες του προσομοιωτή οδήγησης, έδινε οδηγίες για το πώς να παραμείνουν εντός της λωρίδας κυκλοφορίας τους (λόγω της οδήγησης σε προσομοιωτή ο συμμετέχων δεν μπορεί να έχει καλή αίσθηση του μεγέθους και των διαστάσεων του αυτοκινήτου στο δρόμο) ή για το αν σε κάποια σημεία των διαδρομών έπρεπε να επιβραδύνουν (π.χ. σε κάποιες στροφές όπου υπήρχε ο κίνδυνος να χάσουν τον έλεγχο του αυτοκινήτου λόγω της κακής απεικόνισης του περιβάλλοντος από τον προσομοιωτή οδήγησης, εξαιτίας της αυξημένης ταχύτητας). Τέλος, μπορεί να κρατούσε πρόχειρες σημειώσεις για κάποια τυχαία περιστατικά κατά τη διάρκεια των πειραματικών διαδικασιών, όπως αν ζητήθηκε από το συμμετέχοντα να πραγματοποιήσει σκόπιμα ατύχημα, επειδή ο προσομοιωτής οδήγησης παρουσίασε κάποια δυσλειτουργία κ.α.

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

Το πρώτο στάδιο του πειράματος αποτελούσε η **συλλογή στοιχείων μέσω του προσομοιωτή οδήγησης** όπου περιλάμβανε τρεις φάσεις:

1^η ΦΑΣΗ - ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ


Αποκλειστικός σκοπός αυτής της φάσης αποτελούσε η **εξοικείωση** των συμμετεχόντων με τον προσομοιωτή οδήγησης. Αποφασίστηκε ο κάθε εθελοντής πριν από την έναρξη των μετρήσεων να οδηγήσει τουλάχιστον σε δύο διαφορετικές διαδρομές (θα έκρινε ο συντονιστής του πειράματος αν χρειαζόταν παραπάνω ανάλογα με το βαθμό εξοικείωσης που ο κάθε οδηγός φαινόταν να έχει αποκτήσει μετά το πέρας των τριών αυτών διαδρομών). Η **πρώτη δοκιμαστική διαδρομή** πραγματοποιήθηκε στο σενάριο «Ελεύθερη Οδήγηση» και περιλάμβανε τόσο τμήμα επαρχιακής οδού όσο και τμήμα αστικής οδού. Επιλέχθηκαν καλές καιρικές συνθήκες, χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος και να υπάρχει τουλάχιστον ένα

επικίνδυνο συμβάν, ώστε να συνηθίσει ο οδηγός τα χαρακτηριστικά του μέσου (χρήση φρένου, εκκίνηση αυτοκινήτου).

Η **δεύτερη διαδρομή** επιλέχθηκε να είναι τμήμα της επαρχιακής οδού, στην οποία θα πραγματοποιείτο το πείραμα και θα λαμβάνονταν οι μετρήσεις, ενώ επιλεγόταν να είναι από το σενάριο «Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο» και οι συμμετέχοντες οδηγούσαν μέχρι το πρώτο επικίνδυνο συμβάν. Μετά το τέλος και αυτής της διαδρομής ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας, στο οποίο ο οδηγός ξεκουραζόταν και έθετε στο συντονιστή του πειράματος τυχόν απορίες του.

Στη φάση αυτή ο συντονιστής του πειράματος, αφού πρώτα είχε κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή, έκανε γνωστό στους συμμετέχοντες ότι πρόκειται για τη φάση εξοικείωσης και ότι τα δεδομένα δε θα χρησιμοποιηθούν για τη Διπλωματική Εργασία, έτσι ώστε να μην αγχωθούν από τυχόν λάθη τους. Παρέμενε συνεχώς δίπλα στους συμμετέχοντες, δίνοντας όσο το δυνατόν περισσότερες κατευθυντήριες συμβουλές και παρουσιάζοντάς τους τυχόν ιδιαιτερότητες του προσομοιωτή. Στο τέλος και της δεύτερης δοκιμαστικής διαδρομής, ο παρατηρητής επέλυε τυχόν απορίες του οδηγού ή, αν έκρινε απαραίτητο, επέλεγε τη συνέχιση της δοκιμαστικής διαδικασίας μέχρι ο κάθε συμμετέχων να έχει αποκτήσει τον απαραίτητο βαθμό εξοικείωσης. Επίσης, ρύθμιζε τον προσομοιωτή σύμφωνα με το επόμενο σενάριο οδήγησης και έδινε οδηγίες για την επόμενη φάση του πειράματος.



 **Εικόνα 4.16: 1^η φάση – Δοκιμαστικές διαδρομές**

2^η ΦΑΣΗ - ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ ΥΠΟ ΧΑΜΗΛΟ/ΥΨΗΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟ


Σε αυτή τη φάση του πειράματος ο οδηγός καλείτο να οδηγήσει διαδοχικά, χωρίς παύση δύο φορές την **προκαθορισμένη διαδρομή** εντός του επαρχιακού περιβάλλοντος, μία υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο και μία υπό υψηλό (η επιλογή του σεναρίου κυκλοφοριακού φόρτου που θα ξεκινούσε ο οδηγός καθοριζόταν αποκλειστικά από το συντονιστή). Ήταν υποχρεωμένος να μην ομιλεί και να οδηγεί συγκεντρωμένος, όπως οδηγεί κανονικά στην καθημερινότητά του. Μετά την

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

ολοκλήρωση της 2^{ης} φάσης του πειράματος ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας, η οποία καθοριζόταν από τον οδηγό ανάλογα με την κόπωση που είχε αισθανθεί.

Ο ρόλος του συντονιστή του πειράματος σε αυτή τη φάση ήταν σαφώς πιο περιορισμένος. Πρώτη του αρμοδιότητα αποτελούσε να πραγματοποιήσει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή και να επιλέξει με ποιο σενάριο οδήγησης θα ξεκινούσε ο κάθε συμμετέχων, ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερη κατανομή των οδηγών σχετικά με το ποιο σενάριο θα αποτελούσε το πρώτο τους (και άρα ακόμη δε θα είχαν την καλύτερη εξοικείωση με τον προσομοιωτή). Κατά την υπόλοιπη διάρκεια του πειράματος, σε αυτή τη φάση, δε συμμετείχε καθόλου και παρακολουθούσε απλά το πείραμα από μία διακριτική απόσταση και εκτός του οπτικού πεδίου του οδηγού, ώστε να μην αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα απόσπασης προσοχής. Μοναδική παρέμβαση πραγματοποιείτο στο τέλος της 1^{ης} διαδρομής, όπου έδινε οδηγίες στους συμμετέχοντες προκειμένου να μεταφερθούν αυτόματα στο επόμενο σενάριο οδήγησης. Βασικός του ρόλος ήταν να καταγράφει τη διαδοχή των σεναρίων που ακολουθήθηκε, αλλά και τυχόν παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια του πειράματος (π.χ. σβήσιμο της μηχανής, εσκεμμένη εμπλοκή σε ατύχημα λόγω δυσλειτουργίας του προσομοιωτή κ.α.). Μετά το πέρας και των δύο διαδρομών, τερμάτιζε αυτός το σενάριο (με σκοπό να αποθηκευτούν τα δεδομένα στον ίδιο φάκελο) και ρύθμιζε τον προσομοιωτή σύμφωνα με το επόμενο σενάριο οδήγησης.




 **Εικόνα 4.17:** 2^η φάση – Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό χαμηλό/υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο και υπό φυσικό φως

3η ΦΑΣΗ - ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΥΠΟ ΧΑΜΗΛΟ/ΥΨΗΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟ

Η τρίτη φάση του πειράματος προσομοίωσης ήταν πανομοιότυπη με τη δεύτερη, μία φορά υπό χαμηλό φόρτο και μία υπό υψηλό, με τη μόνη διαφορά ότι θα υπήρχε ο παράγοντας που εξετάζεται, αυτός της νύχτας. Σε αυτή τη φάση υπό ποιο σενάριο κυκλοφοριακού φόρτου θα οδηγούσε πρώτα ο κάθε συμμετέχων καθοριζόταν βάσει του σεναρίου κυκλοφοριακού φόρτου που είχε οδηγήσει τελευταίο στην προηγούμενη φάση του πειράματος. Δηλαδή, αν ο συμμετέχων είχε οδηγήσει στη δεύτερη φάση στο τέλος το σενάριο «Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο», τότε στην τρίτη φάση θα ξεκινούσε πρώτα με το σενάριο «Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο», έτσι ώστε να μην συνηθίζει ο οδηγός. Πρέπει να σημειωθεί ότι εδώ ορίστηκαν ως τρίτη φάση οι διαδρομές με την ύπαρξη του παράγοντα της νύχτας, όμως κατά τη διάρκεια των πειραμάτων μπορεί να προηγούνταν αυτές οι διαδρομές και να έπονταν αυτές της δεύτερης φάσης. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν **τέσσερις διαφορετικοί συνδυασμοί σχετικά με την αλληλουχία των σεναρίων οδήγησης** που είχε τη δυνατότητα να οδηγήσει ο κάθε συμμετέχων, έτσι ώστε η σταδιακή εξοικείωσή του με τον προσομοιωτή να μην επηρεάσει συνολικά τα αποτελέσματα.

Παρόμοιος με την προηγούμενη φάση ήταν και ο ρόλος του συντονιστή του πειράματος. Επιπλέον, στο τέλος της τρίτης φάσης 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.



 *Εικόνα 4.18: 3^η φάση – Οδήγηση στο επαρχιακό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό χαμηλό/υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο και υπό φυσικό σκοτάδι*



ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΗ
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

1.

Ημερομηνία πειράματος :

2.

A/A συμμετέχοντα:

3.

Ηλικία :

ετών

4.

Φύλο :

Άνδρας:

Γυναίκα:

5.

Οδηγική εμπειρία (έτη) :

1 έως 3:

4 έως 6:

> 7:

6.

Τι απόσταση διανύετε περίπου εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης ;

km

7.

Σας αρέσει η οδήγηση ;

Ναι

Όχι

8.

Έχετε προβλήματα όρασης ;

Ναι

Όχι

- Αν ναι, κατά την οδήγηση φοράτε : Διορθωτικά γυαλιά
- Φακούς επαφής

9.

Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες, ενώ οδηγείτε :

Μέρα	
Νύχτα	

10.

Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές μόνο, ενώ οδηγείτε :

Μέρα	
Νύχτα	

11.

Τι από τα παρακάτω θεωρείτε πιο επικίνδυνο κατά την οδήγηση τη νύχτα ; (μπορείτε να σημειώσετε περισσότερες από μία απαντήσεις)

Περιορισμένη ορατότητα	
Κακή κατάσταση οδοστρώματος	
Ελλιπής ή ανύπαρκτος φωτισμός οδού	
Κακές καιρικές συνθήκες	
Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ	
Φαινόμενο της στιγμιαίας "τύφλωσης" των αντίθετα διερχόμενων οχημάτων	
Μονόφθαλμα ή τυφλά οχήματα	
Αυξημένη κόπωση	
Μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων	

12.

Θα αποφεύγατε να οδηγήσετε τη νύχτα ;	
Ναι	
Όχι	

13.

Κατά την εκκίνηση της οδήγησης τη νύχτα :	
Λαμβάνετε υπόψη τη φυσική και ψυχική σας κατάσταση	
Βεβαιώνετε για την καλή λειτουργία φώτων πορείας και προβολέων	
Καθαρίζετε τα φώτα, το παρμπρίζ και τους καθρέφτες	
Φοράτε διορθωτικά γυαλιά ή φακούς επαφής, εάν ο οφθαλμίατρος σας έχει συστήσει	
Περιμένετε 1-2 λεπτά για να συνηθίσουν τα μάτια σας το σκοτάδι	

14.

Κατά πόσο θεωρείτε ότι αλλάζει η οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε τη νύχτα :				
Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πολύ

15.

Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε τη νύχτα :	
Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά	
Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου	
Ανάβετε τα φώτα πορείας	
Τηρείτε αυξημένη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	
Έχετε το νου σας για φωτεινά μάτια ζώων στην άκρη του δρόμου	
Αποφεύγετε να φοράτε τα λάθος γυαλιά	
Δεν αλλάζετε συμπεριφορά	

16.

Κατά πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν οδηγείτε τη νύχτα :		
Καθόλου	0-20	>20

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 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 35 γραμμές, όσοι ήταν και οι συμμετέχοντες, και αφορούν τόσο στα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους 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 φύλλο.

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 τέτοιο τρόπο, 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, έχει εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες στην αντίστοιχη στήλη τοποθετήθηκε 1 (καταφατική απάντηση), αλλιώς 0 (αρνητική απάντηση). Η ηλικία εισήχθη ως συνεχής μεταβλητή. 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**).

 Πίνακας 4.2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο

	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
1	AGE	Η ηλικία του συμμετέχοντα 1: [20-24], 2: [25-27], 3: [28-30]	ORDINAL
2	GENDER	Το φύλο του συμμετέχοντα 1: [ΑΝΔΡΑΣ], 2: [ΓΥΝΑΙΚΑ]	NOMINAL
3	DRV_EXP	Η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα σε έτη 1: [1-3], 2: [4-6], 3: [>7]	ORDINAL
4	WEEK_DIST	Τι απόσταση διανύει περίπου ο οδηγός εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης ; Π.χ. 60 km	SCALE
5	DRV_ENJ	Αν αρέσει η οδήγηση στο συμμετέχοντα 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
6	VIS_PROB	Αν έχει προβλήματα οράσεως ο συμμετέχων 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
7	ACC_VICT_D	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με παθόντες την ημέρα σε επαρχιακή οδό 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
8	ACC_VICT_N	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με παθόντες τη νύχτα σε επαρχιακή οδό 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
9	ACC_DAM_D	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές την ημέρα σε επαρχιακή οδό 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
10	ACC_DAM_N	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές τη νύχτα σε επαρχιακή οδό 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
11	MDANG_LIMVIS	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την περιορισμένη ορατότητα 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
12	MDANG_BADRD	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την κακή κατάσταση οδοστρώματος 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
13	MDANG_LIMLT	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τον ελλιπή ή ανύπαρκτο φωτισμό οδού 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
14	MDANG_BADW	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τις κακές καιρικές συνθήκες 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
15	MDANG_ALCOH	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα υπό την επήρεια αλκοόλ 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
16	MDANG_BLINDFOC	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα το φαινόμενο της στιγμιαίας "τύφλωσης" των αντίθετα διερχόμενων οχημάτων 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
17	MDANG_BURNLT	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τα μονόφθαλα ή "τυφλά" οχήματα 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
18	MDANG_TIRED	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την αυξημένη κόπωση 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
19	MDANG_REALDIST	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
20	AVOID_DRV	Αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγήσει τη νύχτα 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
21	STARTDRV_STATE	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, λαμβάνει υπόψιν του τη φυσική και ψυχική του κατάσταση 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL
22	STARTDRV_HEADLT	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, βεβαιώνεται για την καλή λειτουργία φωτών πορείας και προβολέων 0: [ΟΧΙ], 1: [ΝΑΙ]	NOMINAL

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
23	STARTDRV_CLEAN	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, καθαρίζει τα φώτα, το παρμπρίζ και τους καθρέφτες 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
24	STARTDRV_GLS	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, φοράει διορθωτικά γυαλιά ή φακούς επαφής, εάν ο οφθαλμίατρος του έχει συστήσει 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
25	STARTDRV_WAIT	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, περιμένει 1-2 λεπτά για να συνηθίσουν τα μάτια του το σκοτάδι 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
26	CHANGE_DRVBEH	Κατά πόσο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι αλλάζει την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα 1: ΚΑΘΟΛΟΥ, 2: ΛΙΓΟ, 3: ΜΕΤΡΙΑ, 4: ΑΡΚΕΤΑ, 5: ΠΟΛΥ	ORDINAL
27	DRVBEH_REDSP	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Μειώνει ταχύτητα και οδηγεί πιο προσεκτικά 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
28	DRVBEH_SIDERD	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Οδηγεί στην άκρη του δρόμου 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
29	DRVBEH_HEADLT	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Ανάβει τα φώτα πορείας 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
30	DRVBEH_SAFEDIST	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Τηρεί αυξημένη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
31	DRVBEH_ANIM	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Έχει το νου του για φωτεινά μάτια ζώων στην άκρη του δρόμου 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
32	DRVBEH_GLASSES	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Αποφεύγει να φοράει τα λάθος γυαλιά 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
33	DRVBEH_NOCH	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Δεν αλλάζει συμπεριφορά 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
34	RED_SPEED	Κατά πόσο μειώνει ο συμμετέχων, την ταχύτητά του όταν οδηγεί τη νύχτα 1: ΚΑΘΟΛΟΥ, 2: [0-20], 3: [>20]	ORDINAL

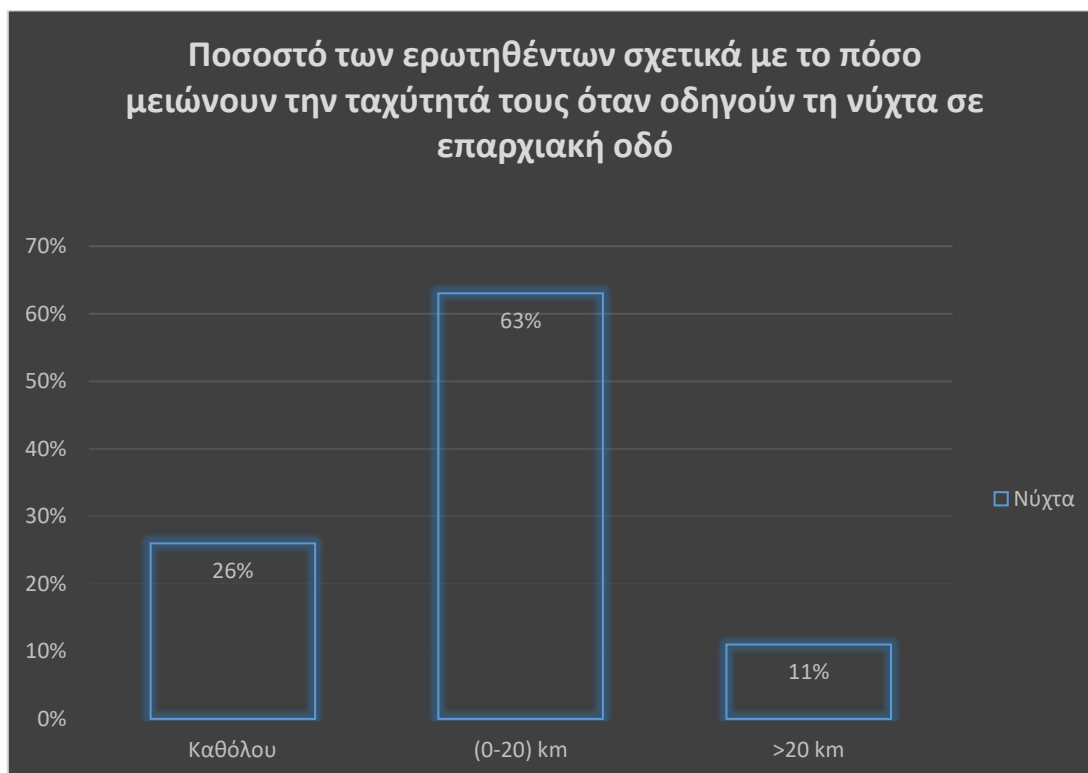
 Πίνακας 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου

PersonID	age	sex	driv_exp	week_dist	driv_night	vis_prob	acc_wrt_d	acc_wrt_n	acc_dam_d	acc_dam_n	rating_fmns	rating_hadr	rating_fmtr	rating_badr
ΕΑΝ1	3	1	3	50	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ1	3	1	3	50	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ1	3	1	3	50	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ1	3	1	3	50	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ2	3	1	3	250	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ2	3	1	3	250	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ2	3	1	3	250	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ2	3	1	3	250	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ10	2	1	3	10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ10	2	1	3	10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ10	2	1	3	10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ10	2	1	3	10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ11	2	1	3	10	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
ΕΑΝ11	2	1	3	10	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
ΕΑΝ11	2	1	3	10	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
ΕΑΝ11	2	1	3	10	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
ΕΑΝ12	2	2	3	100	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
ΕΑΝ12	2	2	3	100	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
ΕΑΝ12	2	2	3	100	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
ΕΑΝ13	2	2	1	20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ13	2	2	1	20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ13	2	2	1	20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ13	2	2	1	20	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ΕΑΝ14	3	1	3	60	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
ΕΑΝ14	3	1	3	60	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
ΕΑΝ14	3	1	3	60	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
ΕΑΝ14	3	1	3	60	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0

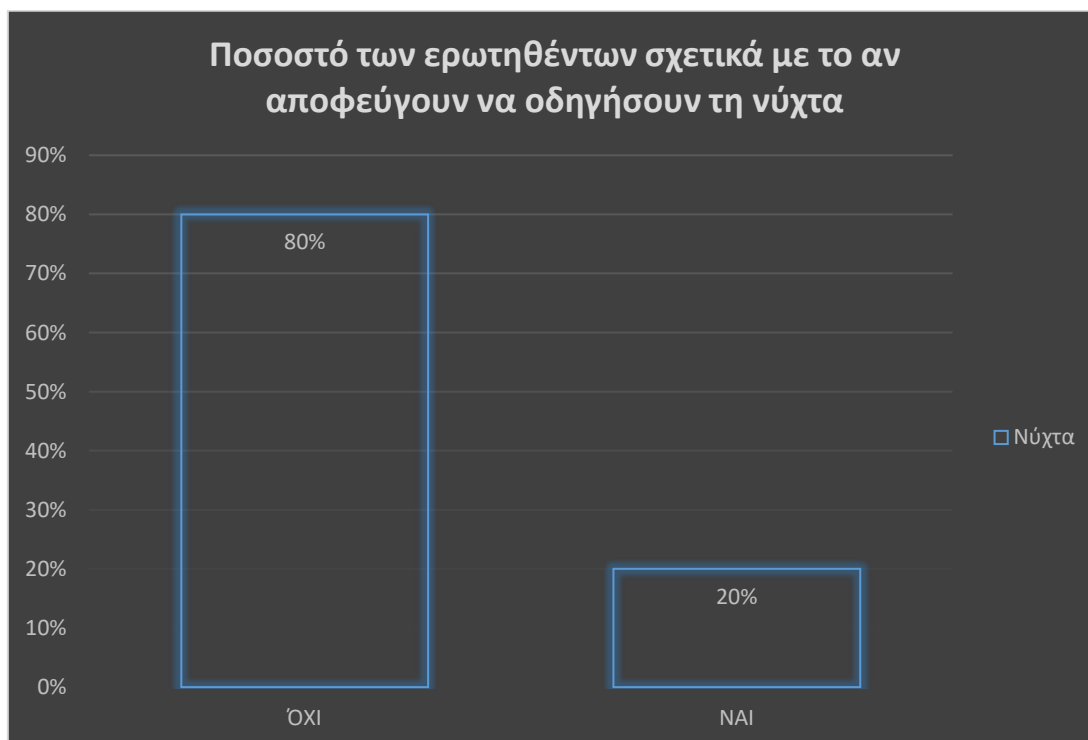
Τέλος, στα γραφήματα που ακολουθούν, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών του φύλου, το ποσοστό των συμμετεχόντων σχετικά με το πόσο μειώνουν την ταχύτητά τους όταν οδηγούν τη νύχτα σε επαρχιακή οδό και σχετικά με το αν αποφεύγουν να οδηγήσουν τη νύχτα για τους 35 συμμετέχοντες (Γραφήματα 4.1, 4.2, 4.3).



 Γράφημα 4.1: Κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων



📊 Γράφημα 4.2: Ποσοστό των συμμετεχόντων σχετικά με το πόσο μειώνουν την ταχύτητά τους όταν οδηγούν τη νύχτα σε επαρχιακή οδό



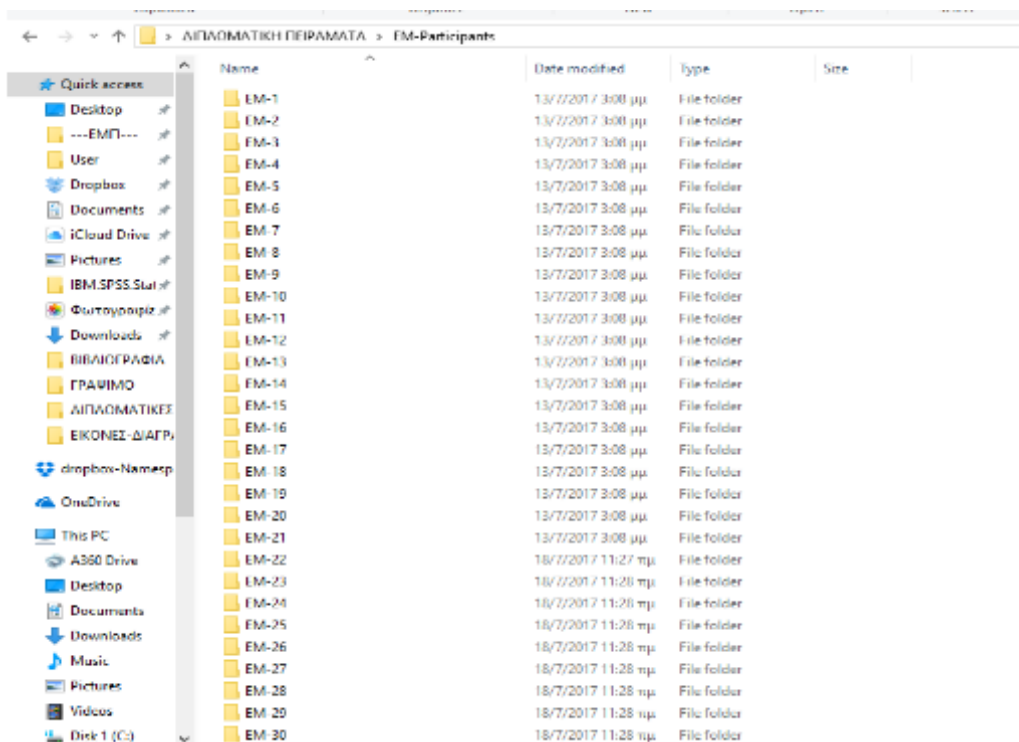
📊 Γράφημα 4.3: Ποσοστό των συμμετεχόντων σχετικά με αν αποφεύγουν να οδηγήσουν τη νύχτα

4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

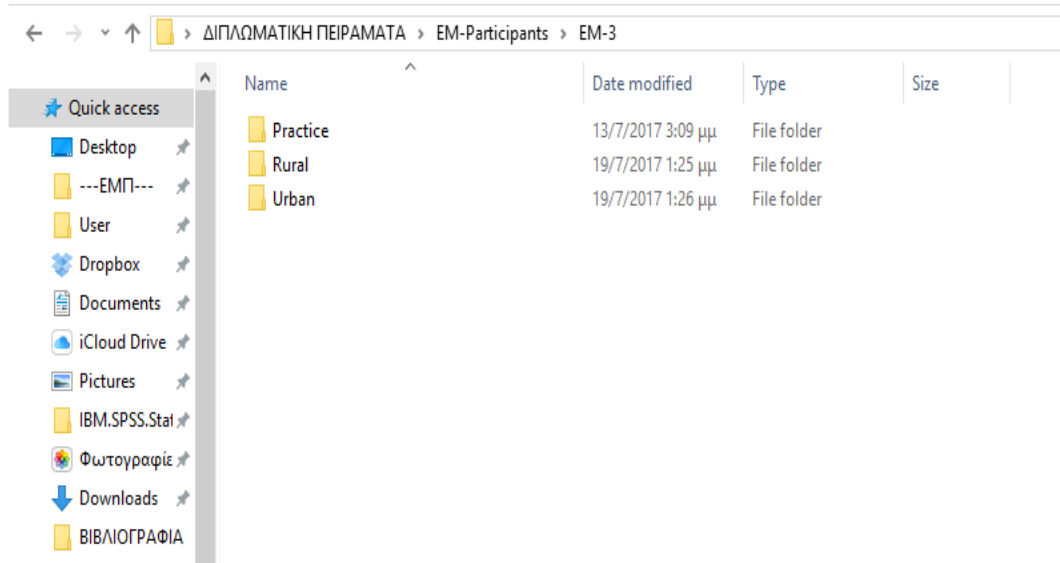
Τα αρχεία με τις **μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης** που εξάγονται είναι σε μορφή κειμένου (*.txt). Για να γίνει δυνατή η επεξεργασία τους αρχικά έγινε η εισαγωγή τους σε φύλλο επεξεργασίας Excel. Τα αρχεία που προκύπτουν περιλαμβάνουν όλες τις μετρήσεις που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Αυτό σημαίνει ότι η 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.

4.3.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

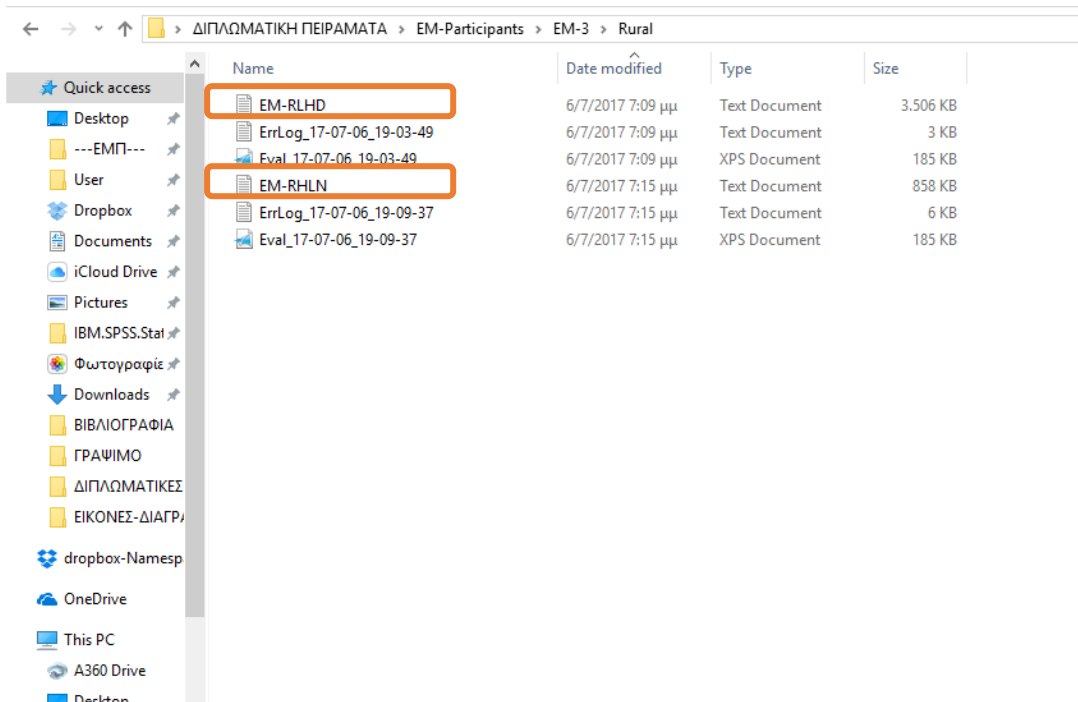
Για κάθε διαδρομή κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα διαφορετικό φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές (κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας) στη φάση προσομοίωσης του πειράματος αποθηκεύτηκαν στον ίδιο φάκελο για κάθε οδηγό για λόγους ασφαλείας και ομαδοποίησης (**Εικόνα 4.19**). Στο φάκελο αυτό περιλαμβάνονται τα αρχεία από κάθε ζεύγος διαδρομών (Logfile*.txt) καθώς και τα αρχεία με τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν κάθε ζεύγος διαδρομών (ErrLog*.txt) (**Εικόνα 4.20**).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων



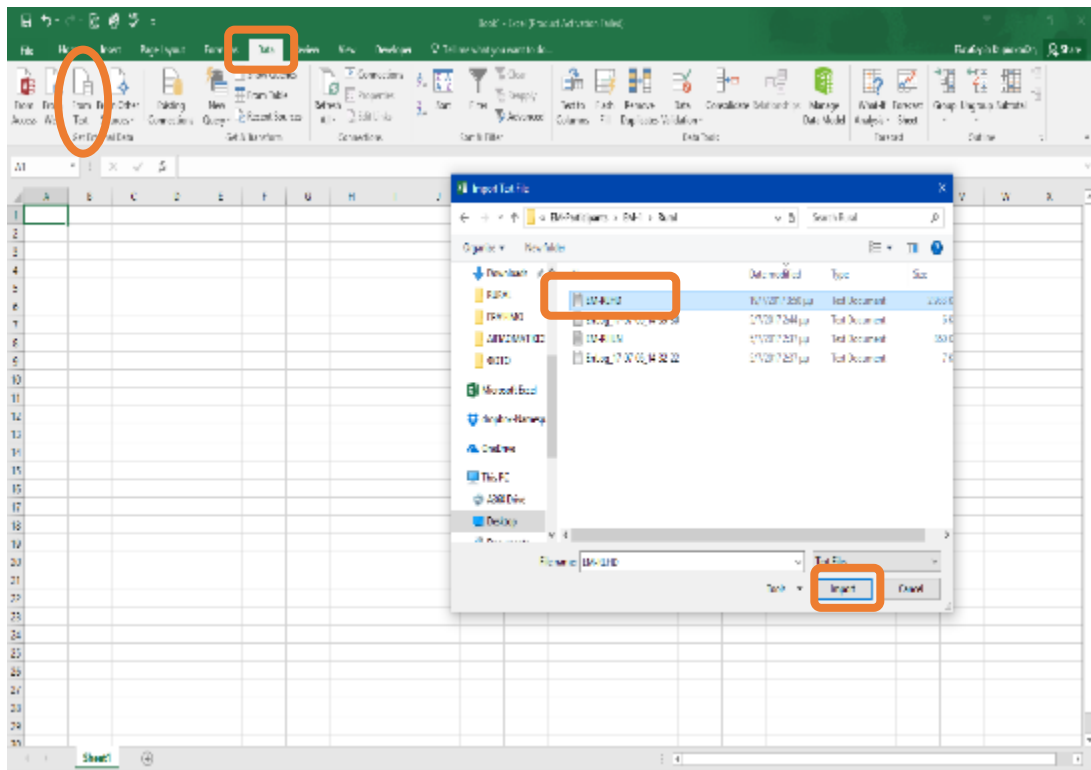
 *Εικόνα 4.19 : Αρχεία οδηγιών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης*



 *Εικόνα 4.20: Αρχεία δεδομένων διαδρομών οδηγιών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης*

Τα αρχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή οδήγησης για κάθε συμμετέχοντα εισάγονται στο λογισμικό EXCEL μέσω της εντολής Δεδομένα >Λήψη Εξωτερικών Δεδομένων >Από Κείμενο >Επιλογή αρχείου Logfile*.txt >Εισαγωγή (*Εικόνες 4.21, 4.22*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων



Εικόνα 4.21: Εισαγωγή εξωτερικών δεδομένων στο Excel

The image shows a large data table in Microsoft Excel. The table has multiple columns and rows, containing numerical data. The table is titled 'Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel'.

PersonID	Age	Sex	Height	Weight	WaistCircumference	DiastolicBloodPressure	SystolicBloodPressure	AverageSpeed	MinimumSpeed	MaximumSpeed	StepCount	StepRate	StepRatePercentage	StepRatePercentage	StepRatePercentage	StepRatePercentage
1	25	M	1.78	75.0	91.4	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
2	25	F	1.65	60.0	75.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
3	25	M	1.85	85.0	100.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
4	25	F	1.70	70.0	85.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
5	25	M	1.90	95.0	115.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
6	25	F	1.60	55.0	70.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
7	25	M	1.75	75.0	90.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
8	25	F	1.65	60.0	75.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
9	25	M	1.80	80.0	95.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
10	25	F	1.70	70.0	85.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
11	25	M	1.85	85.0	100.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
12	25	F	1.65	60.0	75.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
13	25	M	1.75	75.0	90.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
14	25	F	1.60	55.0	70.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
15	25	M	1.80	80.0	95.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
16	25	F	1.70	70.0	85.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
17	25	M	1.85	85.0	100.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
18	25	F	1.65	60.0	75.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
19	25	M	1.75	75.0	90.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
20	25	F	1.60	55.0	70.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
21	25	M	1.80	80.0	95.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
22	25	F	1.70	70.0	85.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
23	25	M	1.85	85.0	100.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
24	25	F	1.65	60.0	75.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
25	25	M	1.75	75.0	90.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
26	25	F	1.60	55.0	70.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
27	25	M	1.80	80.0	95.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
28	25	F	1.70	70.0	85.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
29	25	M	1.85	85.0	100.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	
30	25	F	1.65	60.0	75.0	110	130	14.5	12.5	16.5	10000	100	100	100	100	

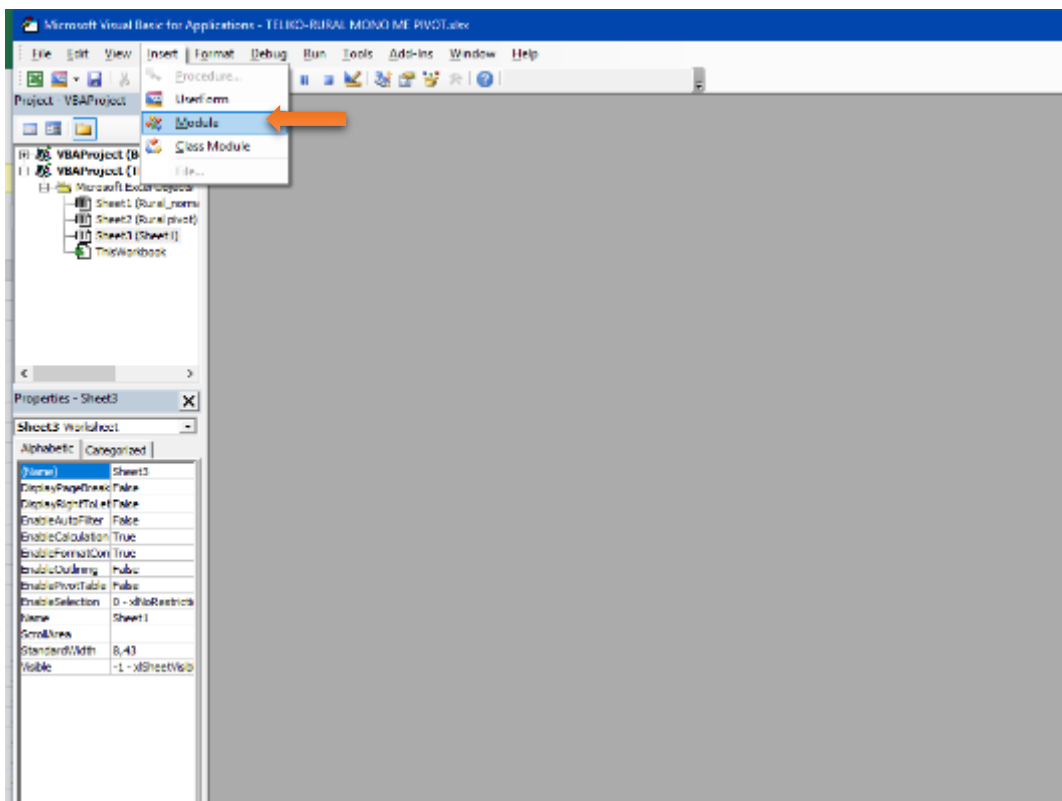
Εικόνα 4.22: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel

4.3.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ VISUAL BASIC

Παρατηρώντας τα στοιχεία που παρέχει ο προσομοιωτής οδήγησης για την κάθε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε, αναγνωρίστηκε η ανάγκη για περαιτέρω

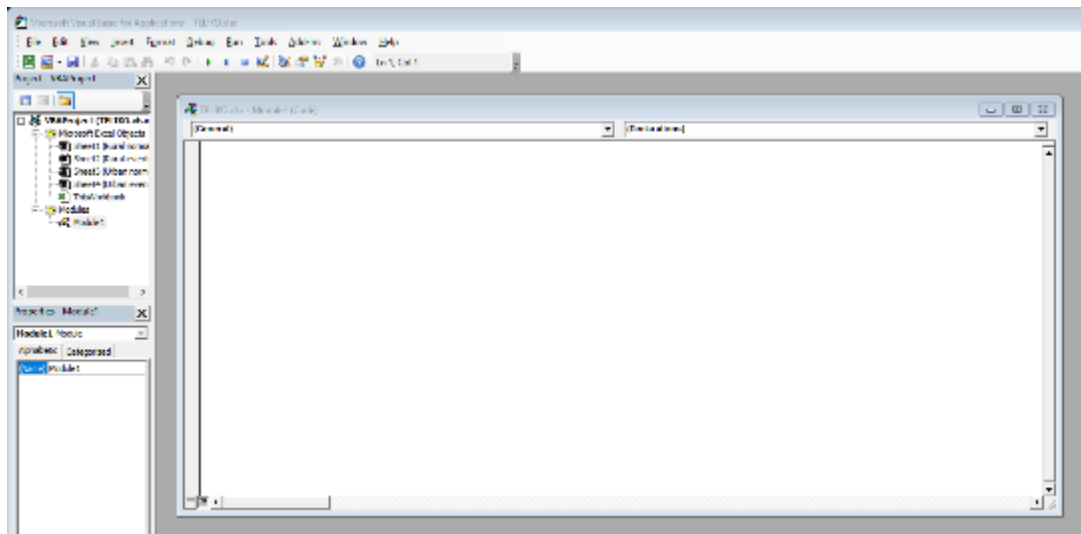
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

επεξεργασία των στοιχείων, καθώς για το σκοπό της έρευνας τα στοιχεία κρίθηκαν ελλιπή. Για λόγους οικονομίας χρόνου, αντιλαμβανόμενοι τον όγκο των καταγραφών, θεωρήθηκε σωστότερη η χρήση της visual basic με τη δημιουργία ενός script με το οποίο «έτρεχαν» τα δεδομένα και τελικώς παρείχαν πλέον επαρκείς μεταβλητές. Η παραπάνω επεξεργασία πραγματοποιείται μέσω της εντολής Προγραμματιστής >Visual Basic **(Εικόνα 4.23)** >Insert >Module **(Εικόνα 4.24)**. Έπειτα, αφού δημιουργήθηκε το script σε αρχείο της μορφής .txt **(Εικόνα 4.25)**, εισαγόταν στο περιβάλλον της Visual Basic **(Εικόνα 4.26)** και επιλεγόταν η εντολή Run. Μετά την επεξεργασία στον πίνακα των δεδομένων προστέθηκαν στήλες που προσέφεραν περισσότερα στοιχεία, τόσο μεταβλητές όσο και στοιχεία κατανόησης και οργάνωσης.



 Εικόνα 4.23: Εντολή Insert Module

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων



 Εικόνα 4.24: Περιβάλλον Visual Basic εισαγωγής μοντέλου

```
Rural_5 - Notepad
File Edit Format View Help
Sub TestM()

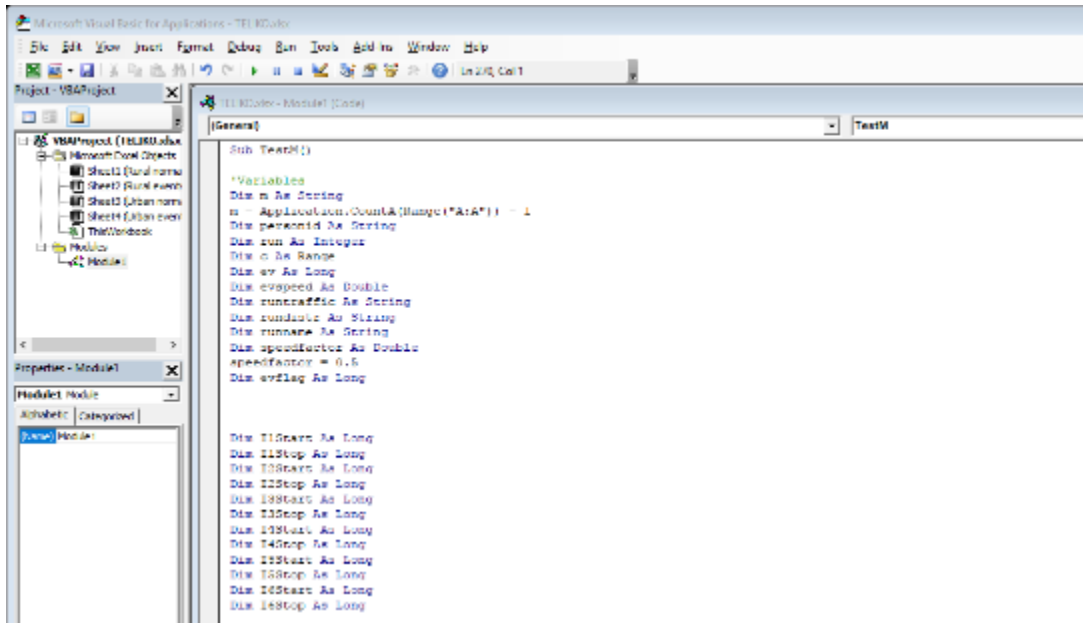
'Variables
Dim m As String
m = Application.CountA(Range("A:A")) - 1
Dim personid As String
Dim run As Integer
Dim c As Range
Dim ev As Long
Dim evspeed As Double
Dim runtraffic As String
Dim rundistr As String
Dim speedfactor As Double
speedfactor = 0.5
Dim evflag As Long

'Formatting
Range("A1").EntireRow.Delete
Range("A1").EntireRow.Delete
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("M1").EntireColumn.Insert
Range("M1").Value = "rdistNorm"

Range("A1").Value = "PersonID"
Range("B1").Value = "Trial"
Range("C1").Value = "Traffic"
Range("D1").Value = "Distractor"
Range("E1").Value = "State"

For Each c In Range("G1:AN" & m)
    c.Value = c.Value
Next
For Each c In Range("M2:M" & m)
    c.Value = c.Offset(0, -1).Value - 400
Next
```

 Εικόνα 4.25: Εντολές Script Rural



Εικόνα 4.26: Εισαγωγή εντολών Script στην Visual Basic

Με την εφαρμογή του παραπάνω προγράμματος οι στήλες για καλύτερη κατανόηση και οργάνωση που προστέθηκαν ήταν το Personal ID (**Εικόνα 4.27**) όπου τοποθετείται ο κωδικός του οδηγού π.χ. EM1, το Traffic (**Εικόνα 4.28**) όπου αναγράφονται οι συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου που επικρατούσαν στην κάθε διαδρομή (L ή H) και η στήλη Distractor (**Εικόνα 4.29**) όπου, αν στη συγκεκριμένη διαδρομή η οδήγηση ήταν κατά τη διάρκεια της νύχτας, συμπληρωνόταν η ένδειξη N, ενώ στην περίπτωση που η διαδρομή η οδήγηση ήταν κατά τη διάρκεια της ημέρας, συμπληρωνόταν η ένδειξη D. Επίσης, προστέθηκε αυτόματα η στήλη State (**Εικόνα 4.30**) όπου αναγράφεται αν υπήρχε κάποιο συμβάν κάθε στιγμή π.χ. NO EVENT.

	I	J	K	L	M	N	
1	L	N	0:44	99,94	2,94879761	1,689117008	48,2
2	H	D				74377155	32,5
2	H	N				04028929	32,3
1	H	N				84797796	36,1
1	L	D				46284259	39,6
2	H	D				90283227	29,1
2	L	N				01685257	37,0
1	L	D				37917191	29,1
1	L	N	1:06	99,95	3,339069069	1,915559471	33,4
2	H	D	6:38	99,99	2,178486048	1,645058691	26,6
2	H	N	1:47	100	2,406734551	1,656304581	25,
1	H	D	5:10	99,98	1,452338976	0,634732193	27,5
1	L	N	1:08	99,99	1,715310378	1,17455779	31,8
...

Εικόνα 4.27: PersonID, Κωδικός οδηγού της μέτρησης

AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB
		3	1	3	50	1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	1	
		2	1	3	10	1	1	
		2	1	3	10	1	1	
		2	1	3	10	1	1	
		2	2	3	100	1	0	
		2	2	3	100	1	0	
		2	2	3	100	1	0	
		2	2	3	100	1	0	

 Εικόνα 4.28: Συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου που επικρατούσαν

AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB
		3	1	3	50	1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	0	
						1	1	
		2	1	3	10	1	1	
		2	1	3	10	1	1	
		2	2	3	100	1	0	
		2	2	3	100	1	0	

 Εικόνα 4.29: Οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

PersonID	Trial	Traffic	Distractor	State	Junction	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	right	rdist
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	33	1,6	0,2	-3295	1	0	5
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	50	1,6	0,2	-3295	1	0	5
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	66	1,6	0,2	-3295	1	0	5
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	83	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	100	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	116	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	216	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	233	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	250	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	300	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	316	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	333	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	350	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	366	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	383	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	400	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	416	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	433	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	450	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	466	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	483	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	500	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	516	802	0	-550	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	533	802	0	-500	135	0	0
EM1	1	L	D	SPEED 0	No Junction	550	802	0	-550	135	0	0

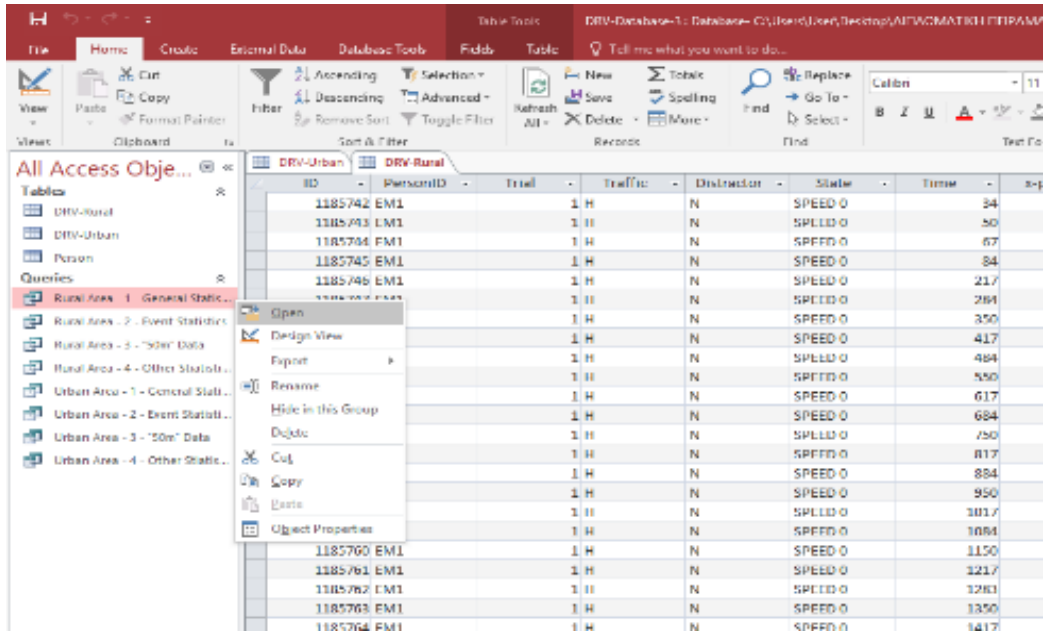
 Εικόνα 4.30: Πίνακας Excel μετά τη χρήση της Visual Basic

4.3.2.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, δημιουργήθηκαν τελικά 35 συνολικά αρχεία Excel, με το καθένα να αντιστοιχεί στις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης για τον κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά. Σκοπός αποτελεί η δημιουργία μίας ενιαίας βάσης μετρήσεων συγκεντρωτικά για όλους τους οδηγούς.

Χρήσιμο εργαλείο σε αυτή τη φάση της Διπλωματικής Εργασίας, αποδείχθηκε η χρήση της Microsoft Office Access με τη δημιουργία και την εκτέλεση (Εικόνα 4.31) δύο «queries» με τα οποία «έτρεχαν» τα δεδομένα και τελικά αυτά εξάγονταν υπό μορφή εύκολα επεξεργάσιμη και κατανοητή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων



 **Εικόνα 4.31: Εντολή εκτέλεσης «queries» στην Microsoft Office Access**

Με την εφαρμογή του πρώτου από τα «queries» (**Εικόνα 4.32**) προκύπτει ένας συγκεντρωτικός πίνακας, όπου σε κάθε συμμετέχοντα αντιστοιχούν τέσσερις σειρές. Η κάθε σειρά αντιστοιχεί σε κάθε διαφορετικό σενάριο οδήγησης (τα οποία δημιουργήθηκαν αναλόγως με τον κυκλοφοριακό φόρτο και το εάν η οδήγηση ήταν κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας) και περιλαμβάνει τα συγκεντρωτικά στοιχεία του κάθε σεναρίου. Τα στοιχεία αυτά αφορούν στους μέσους όρους και τις τυπικές αποκλίσεις όλων των μεταβλητών, οι οποίες παρέχονται από τον προσομοιωτή. Για τον υπολογισμό των προαναφερθέντων στοιχείων εξαιρέθηκαν τα τμήματα της διαδρομής στα οποία υπήρχαν συμβάντα, τα τμήματα στα οποία υπήρχαν διασταυρώσεις, όπως επίσης και τα τμήματα στα οποία για οποιοδήποτε λόγο η ταχύτητα του οδηγού ήταν μηδενική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

PersonID	Age	Driver	TrialNumber	Traffic	Distraction	TimeRun	DistanceCar	LatentPosition	StdevLatentPosition	AverageSpeed	StdevAverageSpeed
EM1	25	Control	1	H	N	01:09	2055,15	0,0012827332444	0,27059411330744	49,552376382207	0,0000000000000000
EM1	25	Control	1	L	D	03:19	2084,42	0,0667281301011959	0,272767191777935	62,0000000000000000	0,0000000000000000
EM1	25	Control	2	H	D	04:23	2035,16	0,061837375895481	0,238388991307088	53,4811600119394	0,0000000000000000
EM1	25	Control	2	L	N	00:59	2070,56	0,064178351093064	0,3010383794837848	58,7182837913823	0,0000000000000000
EM10	26		1	H	D	01:26	2086,59	0,0865272091731678	0,2557991917381661	59,2017501047336	0,0000000000000000
EM10	26		1	H	N	01:09	2029,1	0,514003894089399	0,263316410210071	50,210087939537	0,0000000000000000
EM10	26		2	L	D	03:48	2032,63	1,042967173312172	0,28893339872125	58,5874660120932	0,0000000000000000
EM10	26		2	L	N	00:59	2084,56	0,568720259001895	0,2729680181881466	61,5827665761731	0,0000000000000000
EM11	26		1	H	N	01:19	2034,73	0,8822825249118541	0,19972352511671	63,6638289933544	0,0000000000000000
EM11	26		1	L	D	05:42	2023,3	0,8131749183574826	0,186048814222211	40,2584769171399	0,0000000000000000
EM11	26		2	H	D	05:35	2091,5	0,691321130184158	0,219493111518114	61,1902010114179	0,0000000000000000
EM11	26		2	L	N	01:23	2017,56	0,5504869047919052	0,166333329388815	61,7623825398829	0,0000000000000000
EM12	26		1	H	D	05:04	2029,05	0,78218988354423	0,31323818222057	44,3751138581539	0,0000000000000000
EM12	26		1	L	N	01:29	2086,44	0,650402384500744	0,266332491709706	59,5996529061103	0,0000000000000000
EM12	26		2	H	N	01:14	2025,57	0,822728482934825	0,31011397992878	45,3281018388955	0,0000000000000000
EM12	26		2	L	D	05:19	2017,32	0,9537698111504241	0,3246757701522117	43,4006669995057	0,0000000000000000
EM13	27		1	H	N	01:15	2050,68	1,01051632831166	0,305399354510718	46,6785957634538	0,0000000000000000
EM13	27		1	L	D	03:40	2052,88	0,870810211520306	0,256230394979209	60,6602952101352	0,0000000000000000
EM13	27		2	H	D	04:44	2026,51	0,897880162385402	0,315972192285548	48,4287908115132	0,0000000000000000
EM13	27		2	L	N	01:13	2086,72	0,940582919114332	0,351015542973015	47,2666244915402	0,0000000000000000
EM14	30		1	H	D	03:03	2080,57	0,18887777752948	0,25799319151114	54,5969114789394	0,0000000000000000
EM14	30		1	L	N	01:08	2026,41	0,800637989910588	0,2133883354540006	50,182005123248	0,0000000000000000
EM14	30		2	H	N	01:04	2017,9	0,7832009381790007	0,200890079811883	53,2819113833895	0,0000000000000000
EM14	30		2	L	D	03:07	2081,47	0,0906839124013557	0,270817693770885	53,6672646991042	0,0000000000000000
EM15	24		1	H	D	04:26	2044,12	0,688754029258118	0,266148448937023	51,6284569799150	0,0000000000000000
EM15	24		1	L	N	01:08	2032,67	0,715241080038568	0,213869791182816	49,2457569913211	0,0000000000000000

Εικόνα 4.32: Απόσπασμα πίνακα κατόπιν της εφαρμογής του πρώτου από τα «queries»

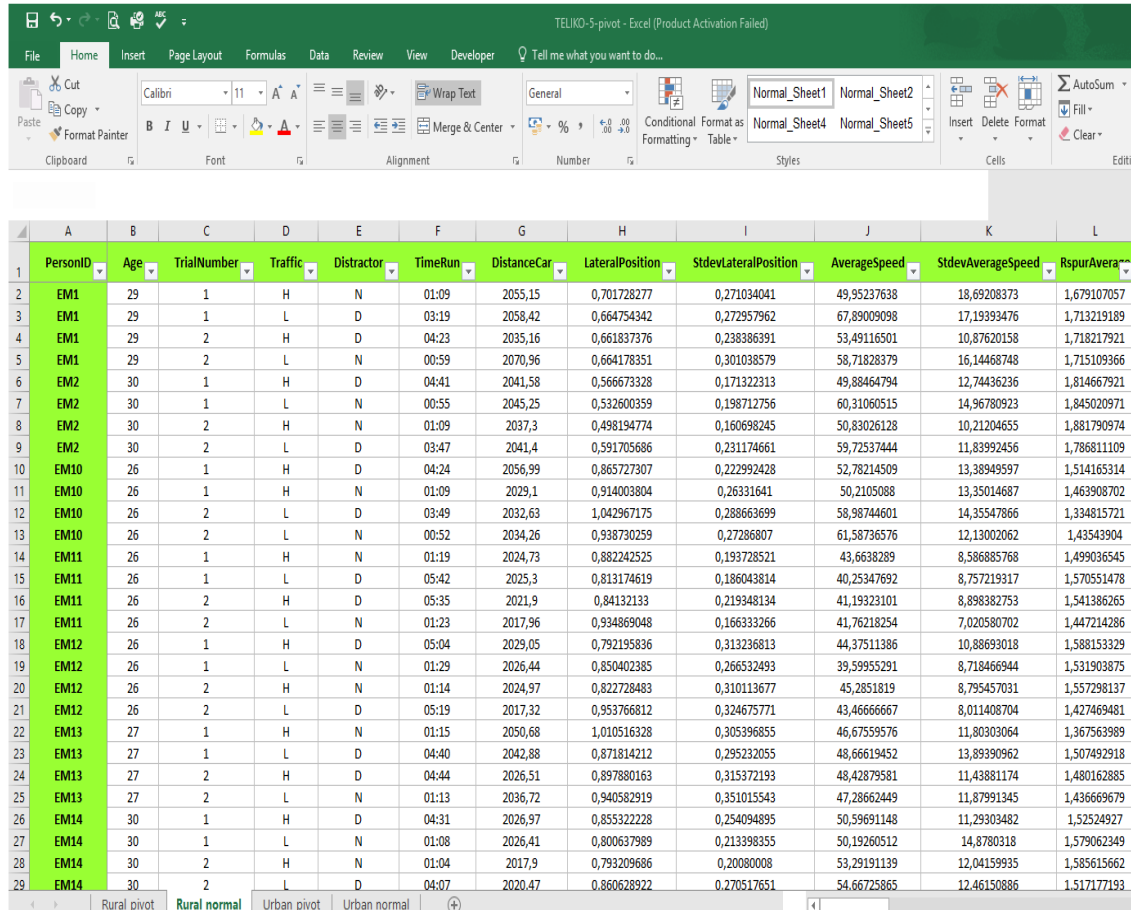
Με την εφαρμογή του δεύτερου από τα «queries» (Εικόνα 4.33) προκύπτει ένας συγκεντρωτικός πίνακας όπου σε κάθε συμμετέχοντα αντιστοιχούν οκτώ σειρές. Ο αριθμός των σειρών είναι διπλάσιος του αριθμού των σεναρίων οδήγησης, καθώς σε κάθε διαφορετικό σενάριο πραγματοποιούνταν δύο ξεχωριστά απρόσμενα συμβάντα. Έτσι, η κάθε σειρά αντιστοιχεί σε κάθε συμβάν ξεχωριστά και περιλαμβάνει το χρόνο αντίδρασης του οδηγού και την πληροφορία για το αν στο συγκεκριμένο συμβάν πραγματοποιήθηκε ατύχημα ή όχι.

headAverag	StdHeadAve	TTLAverage	StdTTLAverag	TTCAverage	StdTTCAve	RespTime	NumOfCras	
204,0464						267	1	
	526,502700306					34	0	
		79,515				66	0	
						266	0	
						517	0	
				14,454		466	0	
						17	1	
						200	0	
						233	0	
						200	0	
						16	0	
		421,455175558				933	0	
				2,05625		17	0	
						67	1	
	24,179540675					133	0	
						333	0	
						666	0	
						183	1	
						23,24375	467	0
						633	0	
						34	0	
						500	0	

Εικόνα 4.33: Απόσπασμα πίνακα κατόπιν της εφαρμογής του δεύτερου από τα «queries»

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

Στη συνέχεια ο καθένας από τους παραπάνω πίνακες μεταφέρθηκε σε ξεχωριστό φύλλο επεξεργασίας του Excel. Με τη χρήση απλών εντολών επεξεργασίας δημιουργήθηκε σε ένα ενιαίο αρχείο η τελική βάση δεδομένων που περιλαμβάνει τα επεξεργασμένα πλέον δεδομένα των μετρήσεων του προσομοιωτή και αποτελείται από τέσσερις σειρές ανά συμμετέχοντα, όσα δηλαδή και τα αντίστοιχα σενάρια οδήγησης (Εικόνα 4.34).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	PersonID	Age	TrialNumber	Traffic	Distractor	TimeRun	DistanceCar	LateralPosition	StdevLateralPosition	AverageSpeed	StdevAverageSpeed	RspurAvera
2	EM1	29	1	H	N	01:09	2055,15	0,701728277	0,271034041	49,95237638	18,69208373	1,679107057
3	EM1	29	1	L	D	03:19	2058,42	0,664754342	0,272957962	67,89009098	17,19393476	1,713219189
4	EM1	29	2	H	D	04:23	2035,16	0,661837376	0,238386391	53,49116501	10,87620158	1,718217921
5	EM1	29	2	L	N	00:59	2070,96	0,664178351	0,301038579	58,71828379	16,14468779	1,715109366
6	EM2	30	1	H	D	04:41	2041,58	0,566673328	0,171322313	49,88464794	12,74436236	1,814667921
7	EM2	30	1	L	N	00:55	2045,25	0,532600359	0,198712756	60,31060515	14,96780923	1,845020971
8	EM2	30	2	H	N	01:09	2037,3	0,498194774	0,160698245	50,83026128	10,21204655	1,881790974
9	EM2	30	2	L	D	03:47	2041,4	0,591705686	0,231174661	59,72537444	11,83992456	1,786811109
10	EM10	26	1	H	D	04:24	2056,99	0,865727307	0,222992428	52,78214509	13,38949597	1,514165314
11	EM10	26	1	H	N	01:09	2029,1	0,914003804	0,26331641	50,2105088	13,35014687	1,463908702
12	EM10	26	2	L	D	03:49	2032,63	1,042967175	0,288663699	58,98744601	14,35547866	1,334815721
13	EM10	26	2	L	N	00:52	2034,26	0,938730259	0,27286807	61,58736576	12,13002062	1,43543904
14	EM11	26	1	H	N	01:19	2024,73	0,882242525	0,193728521	43,6638289	8,586885768	1,499036545
15	EM11	26	1	L	D	05:42	2025,3	0,813174619	0,186043814	40,25347692	8,757219317	1,570551478
16	EM11	26	2	H	D	05:35	2021,9	0,84132133	0,219348134	41,19323101	8,898382753	1,541386265
17	EM11	26	2	L	N	01:23	2017,96	0,934869048	0,166333266	41,76218254	7,020580702	1,447214286
18	EM12	26	1	H	D	05:04	2029,05	0,792195836	0,313236813	44,37511386	10,88693018	1,588153329
19	EM12	26	1	L	N	01:29	2026,44	0,850402385	0,266532493	39,59955291	8,718466944	1,531903875
20	EM12	26	2	H	N	01:14	2024,97	0,822728483	0,310113677	45,2851819	8,795457031	1,557298137
21	EM12	26	2	L	D	05:19	2017,32	0,953766812	0,324675771	43,46666667	8,011408704	1,427469481
22	EM13	27	1	H	N	01:15	2050,68	1,010516328	0,305396855	46,67559576	11,80303064	1,367563989
23	EM13	27	1	L	D	04:40	2042,88	0,871814212	0,295232055	48,66619452	13,89390962	1,507492918
24	EM13	27	2	H	D	04:44	2026,51	0,897880163	0,315372193	48,42879581	11,43881174	1,480162885
25	EM13	27	2	L	N	01:13	2036,72	0,940582919	0,351015543	47,28662449	11,87991345	1,436669679
26	EM14	30	1	H	D	04:31	2026,97	0,855322228	0,254094895	50,59691148	11,29303482	1,52524927
27	EM14	30	1	L	N	01:08	2026,41	0,800637989	0,213398355	50,19260512	14,8780318	1,579062349
28	EM14	30	2	H	N	01:04	2017,9	0,793209686	0,20080008	53,29191139	12,04159935	1,585615662
29	EM14	30	2	L	D	04:07	2020,47	0,860628922	0,270517651	54,66725865	12,46150886	1,517177193

Εικόνα 4.34: Απόσπασμα πίνακα τελικής βάσης μετρήσεων προσομοιωτή

4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σκοπός αυτής της παραγράφου αποτελεί η περιγραφή της τελικής βάσης δεδομένων. Στις παραγράφους 4.3.1 και 4.3.2 περιγράφηκαν οι πίνακες δεδομένων όπως προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια και την πειραματική διαδικασία.

Μέσω των πινάκων αυτών δημιουργήθηκε τελικά μια 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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων


δημιουργήθηκε μία ενιαία βάση δεδομένων για την ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού (Εικόνα 4.35).

PersonID	Age	TripNumber	Traffic	Distraction	TimeSpan	DistanceKm	LateralPosition	SidewLateralPosition	AverageSpeed	acc_dam_d	acc_dam_n	incang_brief	incang_broad
EN1	25	1	H	N	01:06	2035.15	0.701738277	1.277039401	46.55237636	0	0	1	0
EN1	25	1	L	U	01:15	2036.42	0.694754142	1.272975752	37.03076038	0	0	1	0
EN1	25	1	H	D	01:23	2037.16	0.651833375	1.251888381	55.48110301	0	0	1	0
EN1	25	2	L	N	01:35	2039.96	0.690170651	1.309038575	56.73333375	0	0	1	0
EN2	30	1	H	D	01:41	2041.23	0.536073138	1.271323213	49.83464794	0	0	1	0
EN2	30	1	L	N	01:35	2045.25	0.533901399	1.198712736	50.31067615	0	0	1	0
EN2	30	2	H	N	01:35	2037.3	0.438224774	1.200888320	50.83030328	0	0	1	0
EN2	30	2	L	D	01:47	2041.4	0.531706685	1.251174651	55.72337444	0	0	1	0
EN10	26	1	H	U	01:01	2036.59	0.695727317	1.232952428	52.76234505	0	0	1	0
EN10	26	1	H	N	01:06	2038.1	0.614038854	1.2331341	53.2102888	0	0	1	0
EN10	26	2	L	D	01:35	2036.63	1.149336715	1.208683675	50.97974671	0	0	1	0
EN10	26	1	L	N	01:32	2034.18	0.538731229	1.27386367	51.21793576	0	0	1	0
EN11	26	1	H	N	01:15	2034.73	0.687202525	1.193738571	43.6633335	0	0	1	1
EN11	26	1	L	D	01:42	2033.3	0.812174629	1.288048114	40.23447692	0	0	1	1
EN11	26	2	H	D	01:35	2031.9	0.641321131	1.211943134	41.18233301	0	0	1	1
EN11	26	2	L	N	01:23	2037.59	0.534963048	1.268333396	41.76233324	0	0	1	1
EN11	26	1	H	D	01:04	2029.05	0.782129835	1.313233813	44.37113386	1	0	1	0
EN12	26	1	L	N	01:25	2036.44	0.634003185	1.268313400	39.23962771	1	0	1	0
EN12	26	1	H	N	01:14	2034.97	0.822713483	1.311113677	45.2831019	1	0	1	0
EN12	26	2	L	D	01:15	2037.52	0.552768070	1.304633571	43.46666657	1	0	1	0
EN13	27	1	H	N	01:13	2030.08	1.100518138	1.305389820	40.67035076	0	0	1	0
EN13	27	1	L	D	01:40	2040.28	0.671814212	1.295232635	46.66519453	0	0	1	0
EN13	27	2	H	U	01:04	2026.23	0.837861813	1.313372331	46.43877583	0	0	1	0
EN13	27	2	L	N	01:13	2036.72	0.540626219	1.350013543	47.23862448	0	0	1	0
EN14	30	1	H	U	01:33	2036.57	0.635322233	1.254092405	50.3601338	0	0	1	1
EN14	30	1	L	N	01:06	2026.42	0.830337989	1.213388325	50.13260512	0	0	1	1
EN14	30	2	H	N	01:31	2031.3	0.770309685	1.206300018	51.51111175	0	0	1	1
EN14	30	2	L	D	01:07	2020.47	0.830018932	1.270117051	54.68722802	0	0	1	1

Εικόνα 4.35: Απόσπασμα τελικής βάσης δεδομένων

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος που προέκυψαν από την επεξεργασία της τελικής βάσης δεδομένων.

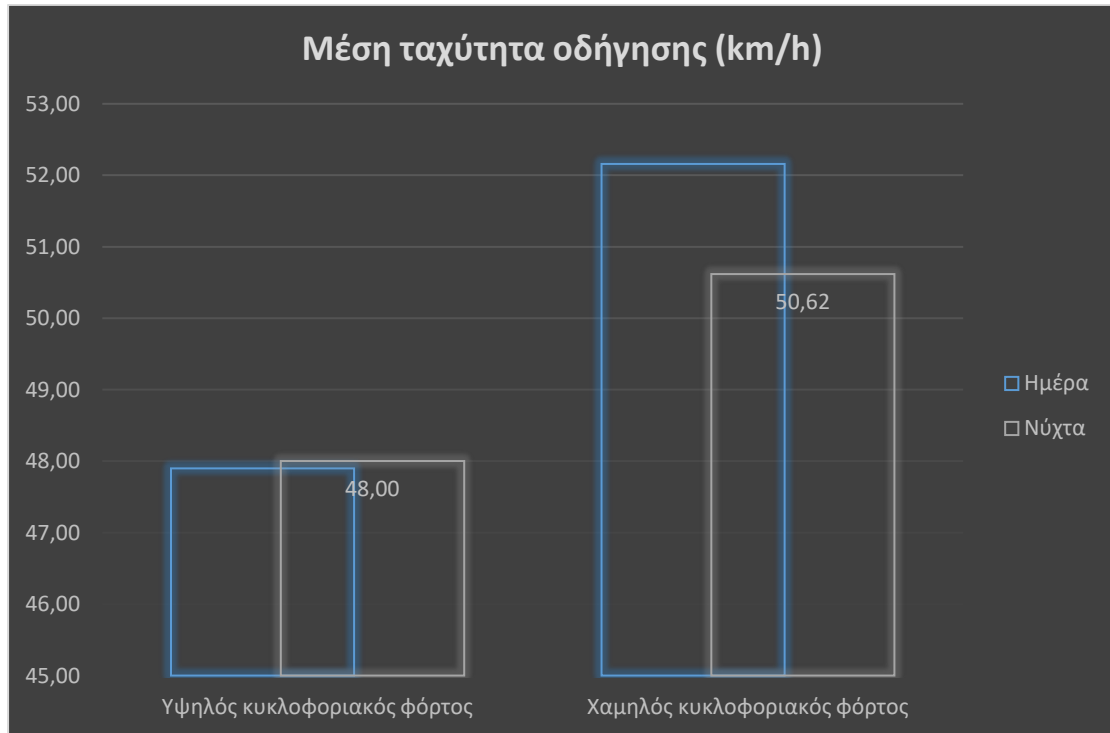
 Πίνακας 4.4: Πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά οδήγησης και το συνολικό αριθμό ατυχημάτων ανά σενάριο οδήγησης

	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Ημέρα	Νύχτα	Ημέρα	Νύχτα
Ταχύτητα οδήγησης (km/h)	47,90	48,00	52,16	50,62
Διακύμανση πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή (m)	0,263	0,259	0,257	0,243
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)	148,09	139,57	430,76	458,78
Χρόνος αντίδρασης (sec)	0,748	0,846	0,821	0,854
Αριθμός ατυχημάτων	4	11	5	15

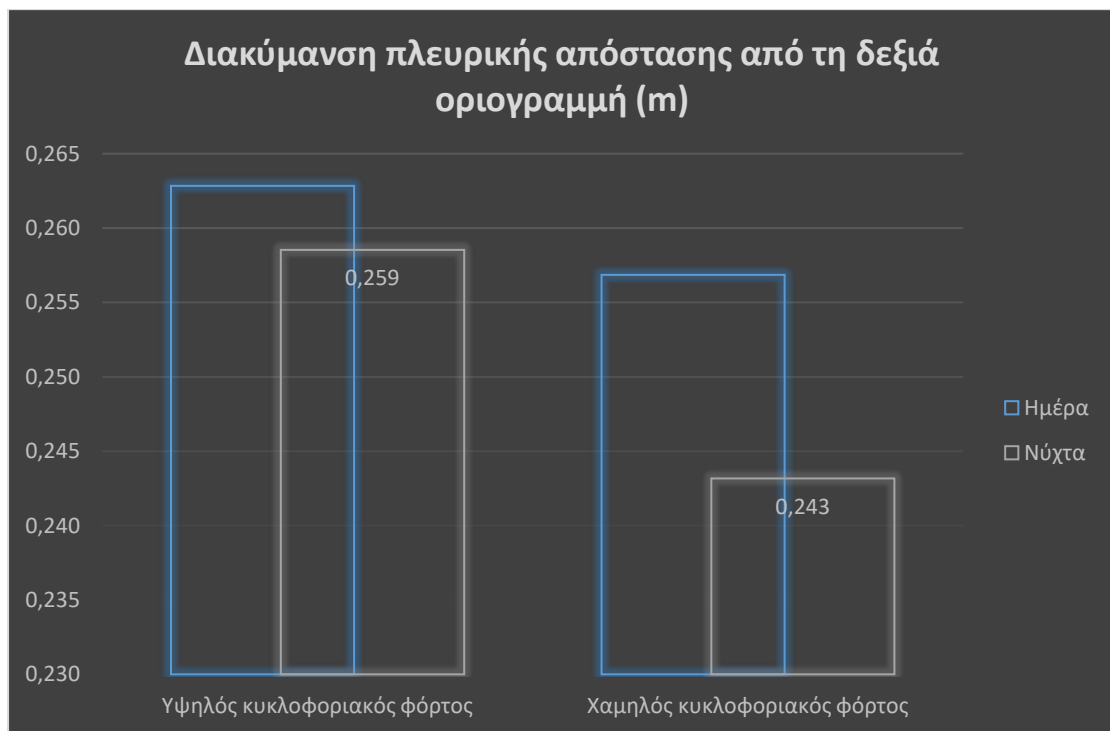
Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Για τις συνθήκες υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου οι συμμετέχοντες στα σενάρια οδήγησης κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας είχαν την τάση να οδηγούν με ελαφρώς χαμηλότερη ταχύτητα σε σχέση με τις συνθήκες χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου.
- Επίσης, στο σενάριο οδήγησης κατά τη διάρκεια της νύχτας οι οδηγοί παρουσίαζαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης και μικρότερη διακύμανση της πλευρικής τους απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή σε σχέση με το σενάριο οδήγησης κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Τέλος, από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι, κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα οι οδηγοί είχαν πολλά περισσότερα ατυχήματα σε σχέση με την ημέρα, υπό υψηλό και χαμηλό κυκλοφοριακό.

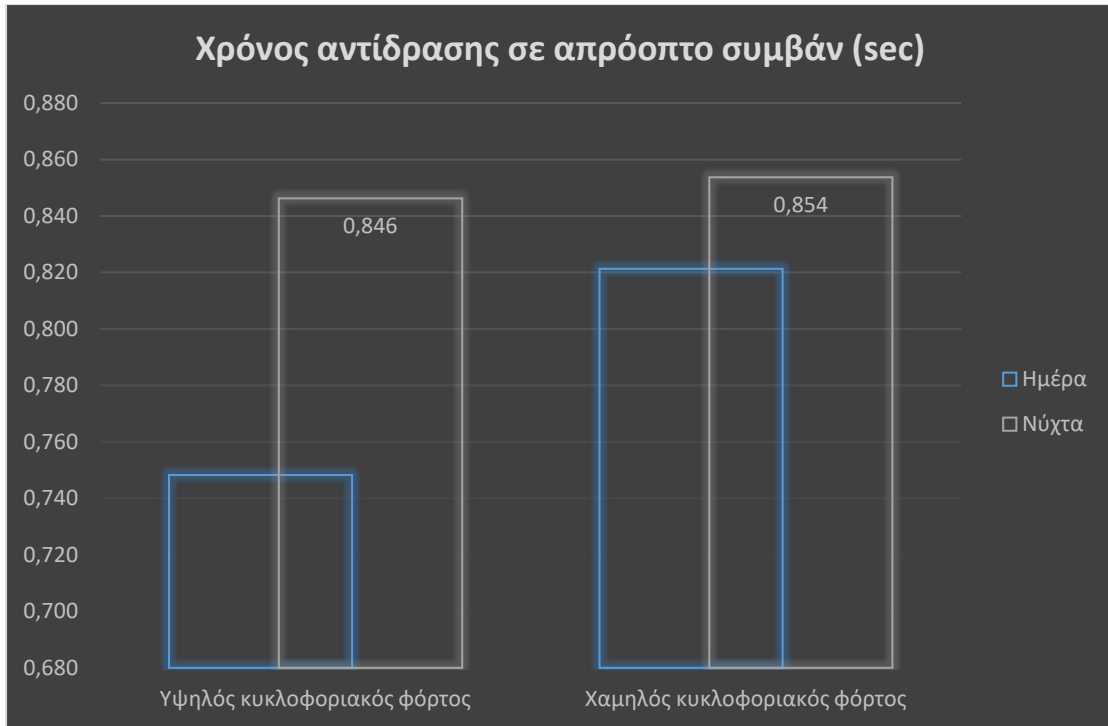
Στη συνέχεια, παρατίθενται ορισμένα από τα παραπάνω αποτελέσματα και υπό μορφή γραφημάτων.



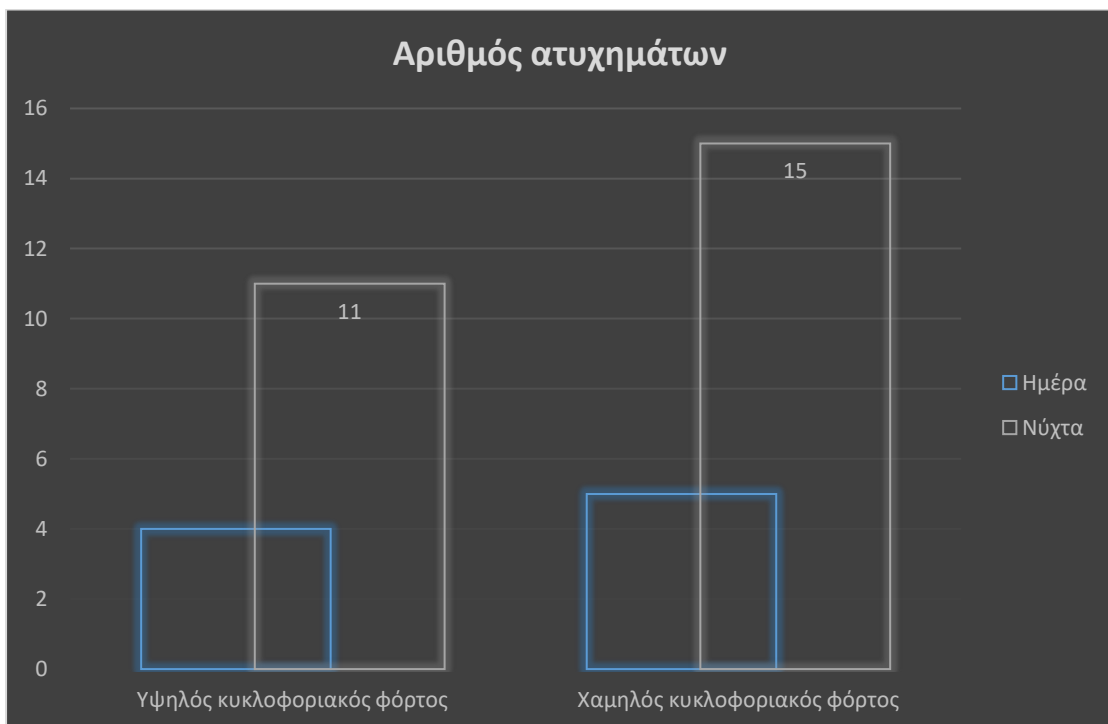
🚦 **Γράφημα 4.4:** Μέση ταχύτητα οδήγησης ανά σενάριο οδήγησης



🚦 **Γράφημα 4.5:** Διακύμανση πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή ανά σενάριο οδήγησης



🚦 Γράφημα 4.6: Χρόνος αντίδρασης οδηγών σε απρόσμενο συμβάν ανά σενάριο οδήγησης



🚦 Γράφημα 4.7: Αριθμός ατυχημάτων που πραγματοποιήθηκαν ανά σενάριο 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 ειδικής 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 δε 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.

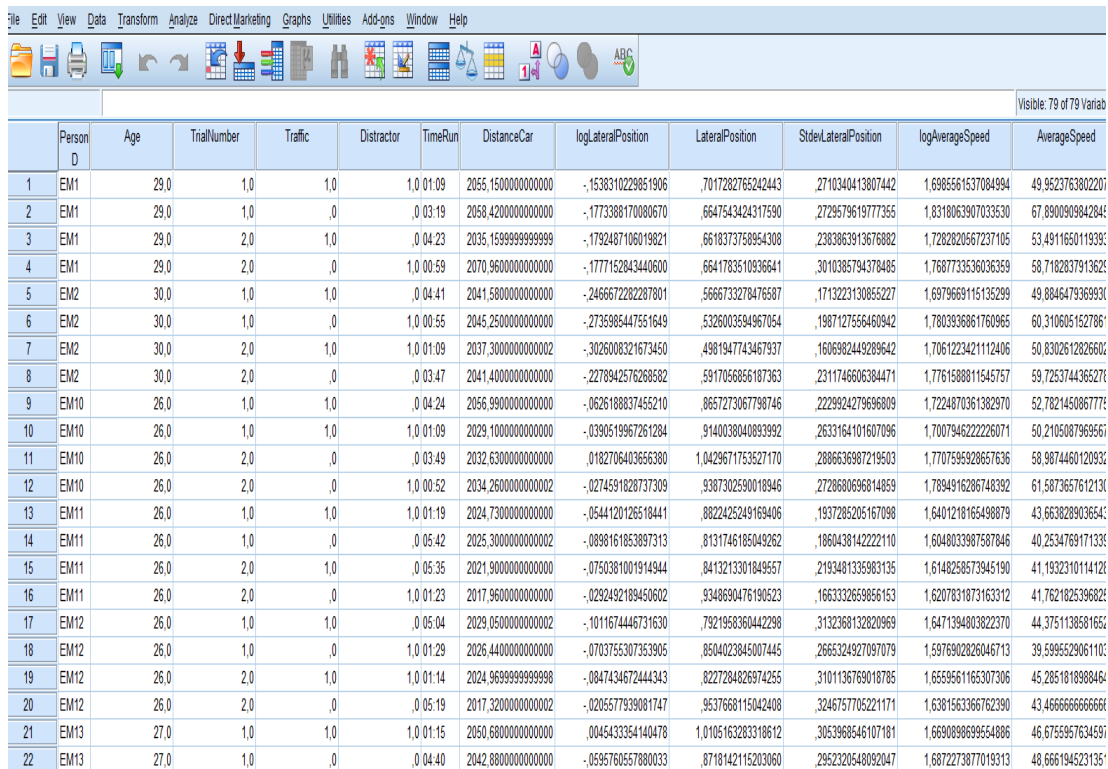
Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

- 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 **Binary logistic**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

(analyze > regression > binary logistic). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι εξηγηματικές 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 εξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter, που σημαίνει ότι, στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που περιγράφονται εκεί.

Η εφαρμογή των όσων περιγράφηκαν στο εδάφιο αυτό, παρουσιάζεται στις επόμενες εικόνες (Εικόνες 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44).



	Person D	Age	TrialNumber	Traffic	Distractor	TimeRun	DistanceCar	logLateralPosition	LateralPosition	StdevLateralPosition	logAverageSpeed	AverageSpeed
1	EM1	29,0	1,0	1,0	1,0	01:09	2055,1500000000000	-,1538310229851906	,7017282765242443	,2710340413807442	1,6985561537084994	49,9523763802201
2	EM1	29,0	1,0	,0	,0	03:19	2058,4200000000000	-,1773388170080670	,6647543424317590	,2729579619777355	1,8318063907033530	67,890090904284
3	EM1	29,0	2,0	1,0	,0	04:23	2035,1599999999999	-,1792487106019821	,6618373758954308	,2383863913676882	1,7282020567237105	53,491165011939
4	EM1	29,0	2,0	,0	,0	00:59	2070,9600000000000	-,1777152843440600	,6641783510936641	,3010385794378485	1,7687733536036359	58,718283791362
5	EM2	30,0	1,0	1,0	,0	04:41	2041,5800000000000	-,2466672282287801	,5666733278476587	,1713223130855227	1,69796689115135299	49,884647936993
6	EM2	30,0	1,0	,0	,0	00:55	2045,2500000000000	-,2735985447551649	,5326003594967054	,1987127556460942	1,7803936861760965	60,310605152786
7	EM2	30,0	2,0	1,0	,0	01:09	2037,3000000000002	-,302608321673450	,4981947743467937	,1606982449289642	1,7061223421112406	50,830261282660
8	EM2	30,0	2,0	,0	,0	03:47	2041,4000000000000	-,2278942576268582	,5917056856187363	,2311746606384471	1,7761588811545757	59,725374436527
9	EM10	26,0	1,0	1,0	,0	04:24	2056,9900000000000	-,0626188837455210	,8657273067798746	,222924279636809	1,7224870361382970	52,782145086777
10	EM10	26,0	1,0	1,0	,0	01:09	2029,1000000000000	-,0390519967261284	,9140038040893992	,2633164101607096	1,700794622226071	50,2105087969567
11	EM10	26,0	2,0	,0	,0	03:49	2032,6300000000000	-,0182706403656380	1,0429671753527170	,2886636987219503	1,7707595928657636	58,987446012093
12	EM10	26,0	2,0	,0	,0	00:52	2034,2600000000002	-,0274591828737309	,9387302590018946	,2728680696814859	1,7894916286748392	61,587365761213
13	EM11	26,0	1,0	1,0	,0	01:19	2024,7300000000000	-,0544120126518441	,8822425249169406	,1937285205167098	1,6401218165498879	43,663828903654
14	EM11	26,0	1,0	,0	,0	05:42	2025,3000000000002	-,0898161853897313	,8131746185049262	,1860438142222110	1,6048033987587846	40,253476917133
15	EM11	26,0	2,0	1,0	,0	05:36	2021,9000000000000	-,0750381001814944	,8413213301849557	,2193481335983135	1,6148258573945190	41,193231011412
16	EM11	26,0	2,0	,0	,0	01:23	2017,9600000000000	-,0292492189450602	,93486930476190523	,166332659856153	1,6207831873163312	41,762182539682
17	EM12	26,0	1,0	1,0	,0	05:04	2029,0500000000002	-,101167446731630	,7921958360442298	,3132368132820969	1,6471394803822370	44,375113858165
18	EM12	26,0	1,0	,0	,0	01:29	2026,4400000000000	-,0703755307353905	,8504023845007445	,2666324927097079	1,5976902826046713	39,598552906110
19	EM12	26,0	2,0	1,0	,0	01:14	2024,9699999999998	-,0847434672444343	,8227284826974255	,3101136769018785	1,6559561166307306	45,285181898846
20	EM12	26,0	2,0	,0	,0	05:19	2017,3200000000002	-,0205577939081747	,9537668115042408	,3246757705221171	1,6381563366762390	43,466666666666
21	EM13	27,0	1,0	1,0	,0	01:15	2050,6800000000000	-,0045433354140478	1,0105163283318612	,3053968546107181	1,66908989554886	46,675595763459
22	EM13	27,0	1,0	,0	,0	04:40	2042,8800000000000	-,0595760557880033	,8718142115203060	,2952320548092047	1,6872273877019313	48,666194523135

Εικόνα 4.36: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	PersonID	String	4	0		None	None	4	Left	Nominal	Input
2	Age	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Scale	Input
3	TrialNumber	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
4	Traffic	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
5	Distractor	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
6	TimeRun	String	5	0		None	None	5	Left	Nominal	Input
7	DistanceCar	Numeric	14	13		None	None	14	Right	Scale	Input
8	logLateralP...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
9	LateralPosit...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
10	StddevLateral...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
11	logAverage...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
12	AverageSpeed	Numeric	16	15		None	None	16	Right	Scale	Input
13	StddevAverag...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
14	RspurAverage	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
15	StdRspurAv...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
16	RalphaAver...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
17	StdRalphaA...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
18	logBrakeAv...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
19	BrakeAverage	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
20	StdBrakeAv...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
21	GearAverage	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input
22	StdGearAve...	Numeric	17	16		None	None	17	Right	Scale	Input

Εικόνα 4.37: Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

Reports

- Descriptive Statistics
 - ✓ Frequencies...
 - Descriptives...
 - Explore...
 - Crosstabs...
 - Ratio...
 - P-P Plots...
 - Q-Q Plots...
- Tables
- Compare Means
- General Linear Model
- Generalized Linear Models
- Mixed Models
- Correlate
- Regression
 - Loglinear
 - Neural Networks
- Classify
- Dimension Reduction
- Scale
- Nonparametric Tests
- Forecasting
- Survival
- Multiple Response
- Missing Value Analysis...
- Multiple Imputation
- Complex Samples
- Simulation...
- Quality Control
- ROC Curve...

	Person D	Age	TimeRun	DistanceCar	logLateralPosition	LateralPosition
1	EM1	29	0 01:09	2055,1500000000000	-,1538310229851906	7017282765242443
2	EM1	29	0 03:19	2058,4200000000000	-,1773388170080670	6647543424317590
3	EM1	29	0 04:23	2035,1599999999999	-,1792487106019821	6618373758954308
4	EM1	29	0 00:59	2070,9600000000000	-,1777152843440600	6641783510936641
5	EM2	30	0 04:41	2041,5800000000000	-,2466672282287801	5666733278476587
6	EM2	30	1,0 00:55	2045,2500000000000	-,2735985447551649	5326003594967054
7	EM2	30	1,0 01:09	2037,3000000000002	-,3026008321673450	4981947743467937
8	EM2	30	0 03:47	2041,4000000000000	-,2278942576268582	5917056856187363
9	EM10	26	1,0 04:24	2056,9900000000000	-,0626188837455210	8657273067798746
10	EM10	26	1,0 01:09	2029,1000000000000	-,0390519967261284	9140038040893992
11	EM10	26	0 03:49	2032,6300000000000	-,0182706403656380	1,0429671753527170
12	EM10	26	1,0 00:52	2034,2600000000002	-,0274591828737309	9387302590018946
13	EM11	26	1,0 01:19	2024,7300000000000	-,0544120126518441	8822425249169406
14	EM11	26	0 05:42	2025,3000000000002	-,0898161853897313	8131746185049262
15	EM11	26	1,0 05:35	2021,9000000000000	-,0750381001914944	8413213301849557
16	EM11	26	1,0 01:23	2017,9600000000000	-,0292492189450602	9348690476190523
17	EM12	26	1,0 05:04	2029,0500000000002	-,1011674446731630	7921958360442298
18	EM12	26	1,0 01:29	2026,4400000000000	-,0703755307353905	8504023845007445
19	EM12	26	1,0 01:14	2024,9699999999998	-,0847434672444343	8227284826974255
20	EM12	26	0 05:19	2017,3200000000002	-,0205577939081747	9537668115042408
21	EM13	27	1,0 01:15	2050,6800000000000	-,0045433354140478	1,0105163283318612
22	EM13	27,0	0 04:40	2042,8800000000000	-,0595760557880033	8718142115203060
23	EM13	27,0	2,0	2026,5100000000002	-,0467816233221761	8978801628854016
24	EM13	27,0	1,0 01:13	2036,7100000000000	-,0266029122598861	940629191142217

Εικόνα 4.38: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. A data table is visible with columns: Person D, Age, TrisNumber, Traffic, Distractor, TimeRun, DistanceCar, logLateralPosition, and LateralPosition. The 'Descriptives Options' dialog box is open, showing the 'Dispersion' tab with 'Std. deviation', 'Variance', 'Range', 'Maximum', and 'S.E. mean' checked. The 'Distribution' tab has 'Kurtosis' and 'Skewness' checked. The 'Display Order' tab has 'Variable list' selected. The 'Bootstrap' button is highlighted in the main window.

Εικόνα 4.39: Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. The 'Analyze' menu is open, and the 'Correlate' sub-menu is selected, showing the 'Bivariate...' dialog box. The 'Bivariate...' dialog box is open, showing a list of variables to be correlated: Distractor, TimeRun, DistanceCar, logLateralPosition, and LateralPosition. The 'Bivariate...' dialog box is open over the same data table as in the previous screenshot.

Εικόνα 4.40: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. The 'Analyze' menu is open, and the 'Regression' option is selected. The 'Linear...' option is highlighted. The data table shows variables Distractor, TimeRun, DistanceCar, logLateralPosition, and LateralPosition. The data is as follows:

	Person D	Age	Distractor	TimeRun	DistanceCar	logLateralPosition	LateralPosition
1	EM1	29	1,0	1,0 01:09	2055,1500000000000	-,1538310229851906	,7017282765242443
2	EM1	29	,0	,0 03:19	2058,4200000000000	-,1773388170080670	,6647543424317590
3	EM1	29	1,0	,0 04:23	2035,1599999999999	-,1792487106019821	,6618373758954308
4	EM1	29	,0	1,0 00:50	2070,9600000000000	-,1777152843440600	,6641783510936641
5	EM2	30	,0	1,0 01:23	2041,5800000000000	-,2466672282287801	,5666733278476587
6	EM2	30	,0	1,0 01:23	2045,2500000000000	-,2735985447551649	,5326003594967054
7	EM2	30	,0	1,0 01:23	2037,3000000000002	-,3026008321673450	,4981947743467937
8	EM2	30	,0	1,0 01:23	2041,4000000000000	-,2278942576268582	,5917056856187363
9	EM10	26	,0	1,0 01:23	2056,9900000000000	-,0626188837455210	,8657273067798746
10	EM10	26	,0	1,0 01:23	2029,1000000000000	-,0390519967261284	,9140038040893992
11	EM10	26	,0	1,0 01:23	2032,6300000000000	,0182706403656380	1,0429671753527170
12	EM10	26	,0	1,0 01:23	2034,2600000000002	-,0274591828737309	,9387302590018946
13	EM11	26	,0	1,0 01:23	2024,7300000000000	-,0544120126518441	,8822425249169406
14	EM11	26	,0	1,0 01:23	2025,3000000000002	-,0898161853897313	,8131746185049262
15	EM11	26	,0	1,0 01:23	2021,9000000000000	-,0750381001914944	,8413213301849557
16	EM11	26	,0	1,0 01:23	2017,9600000000000	-,0292492189450602	,9348690476190523
17	EM12	26	,0	1,0 01:23	2029,0500000000002	-,1011674446731630	,7921958360442298
18	EM12	26	,0	1,0 01:23	2026,4400000000000	-,0703755307353905	,8504023845007445
19	EM12	26	1,0	1,0 01:14	2024,9699999999998	-,0847434672444343	,8227284826974255
20	EM12	26	,0	,0 05:19	2017,3200000000002	-,0205577939081747	,9537668115042408
21	EM13	27	1,0	1,0 01:15	2050,6800000000000	,004543354140478	1,0105163283318612
22	EM13	27,0	1,0	,0 04:40	2042,8800000000000	-,0595760557880033	,8718142115203060

Εικόνα 4.41: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. The 'Analyze' menu is open, and the 'Regression' option is selected. The 'Binary Logistic...' option is highlighted. The data table is the same as in Figure 4.41.

Εικόνα 4.42: Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor with a data table and a 'Linear Regression' dialog box. The data table has columns: PersonID, Age, TrailNumber, Traffic, Distractor, TimeRun, DistanceCar, logLateralPosition, LateralPosition, and SideLateralPosition. The dialog box shows 'ReactionTime' as the dependent variable and 'age', 'sex', 'week_dist', and 'averageSpeed' as independent variables. The method is set to 'Enter'.

PersonID	Age	TrailNumber	Traffic	Distractor	TimeRun	DistanceCar	logLateralPosition	LateralPosition	SideLateralPosition
1	EM1	29,0	1,0	1,0	0,01:09	2055,1500			
2	EM1	29,0	1,0	0	0,03:19	2058,4200			
3	EM1	29,0	2,0	1,0	0,04:23	2036,1600			
4	EM1	29,0	2,0	0	0,05:59	2070,9000			
5	EM2	30,0	1,0	1,0	0,04:41	2041,5800			
6	EM2	30,0	1,0	0	0,05:55	2046,2500			
7	EM2	30,0	2,0	1,0	0,01:09	2037,3000			
8	EM2	30,0	2,0	0	0,03:47	2041,4000			
9	EM10	26,0	1,0	1,0	0,04:24	2056,9000			
10	EM10	26,0	1,0	1,0	0,01:09	2029,1000			
11	EM10	26,0	2,0	0	0,03:49	2032,6300			
12	EM10	26,0	2,0	0	0,05:52	2034,2600			
13	EM11	26,0	1,0	1,0	0,01:19	2024,7300			
14	EM11	26,0	1,0	0	0,05:42	2025,3000			
15	EM11	26,0	2,0	1,0	0,05:35	2021,9000			
16	EM11	26,0	2,0	0	0,01:23	2017,9600			
17	EM12	26,0	1,0	1,0	0,05:34	2029,0500			
18	EM12	26,0	1,0	0	0,01:23	2026,4100			
19	EM12	26,0	2,0	1,0	0,01:14	2024,9000			
20	EM12	26,0	2,0	0	0,05:19	2017,3200			
21	EM13	27,0	1,0	1,0	0,01:15	2040,6800			
22	EM13	27,0	1,0	0	0,04:40	2042,8800			
23	EM13	27,0	2,0	1,0	0,04:44	2026,5100			
24	EM13	27,0	2,0	0	0,01:13	2036,7100			
25	EM14	30,0	1,0	1,0	0,04:31	2026,9600			
26	EM14	30,0	1,0	0	0,01:18	2026,4000			

Εικόνα 4.43: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor with a data table and a 'Logistic Regression' dialog box. The dependent variable is 'AccrHub' and independent variables include 'Traffic', 'Distractor', 'BrakeAverage', 'sex', and 'week_dist'. The method is set to 'Enter'.

PersonID	Age	TrailNumber	Traffic	Distractor	TimeRun	DistanceCar	logLateralPosition	LateralPosition	SideLateralPosition
1	EM1	29,0	1,0	1,0	0,01:09	2055,1500000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
2	EM1	29,0	1,0	0	0,03:19	2058,4200000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
3	EM1	29,0	2,0	1,0	0,04:23	2036,1600000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
4	EM1	29,0	2,0	0	0,05:59	2070,9000000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
5	EM2	30,0	1,0	1,0	0,04:41	2041,5800000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
6	EM2	30,0	1,0	0	0,05:55	2046,2500000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
7	EM2	30,0	2,0	1,0	0,01:09	2037,3000000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
8	EM2	30,0	2,0	0	0,03:47	2041,4000000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
9	EM10	26,0	1,0	1,0	0,04:24	2056,9000000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
10	EM10	26,0	1,0	1,0	0,01:09	2029,1000000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
11	EM10	26,0	2,0	0	0,03:49	2032,6300000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
12	EM10	26,0	2,0	0	0,05:52	2034,2600000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
13	EM11	26,0	1,0	1,0	0,01:19	2024,7300000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
14	EM11	26,0	1,0	0	0,05:42	2025,3000000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
15	EM11	26,0	2,0	1,0	0,05:35	2021,9000000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
16	EM11	26,0	2,0	0	0,01:23	2017,9600000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
17	EM12	26,0	1,0	1,0	0,05:34	2029,0500000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
18	EM12	26,0	1,0	0	0,01:23	2026,4100000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
19	EM12	26,0	2,0	1,0	0,01:14	2024,9000000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
20	EM12	26,0	2,0	0	0,05:19	2017,3200000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
21	EM13	27,0	1,0	1,0	0,01:15	2040,6800000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
22	EM13	27,0	1,0	0	0,04:40	2042,8800000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957
23	EM13	27,0	2,0	1,0	0,04:44	2026,5100000000	-1538010229651906	7017202765242443	271034
24	EM13	27,0	2,0	0	0,01:13	2036,7100000000	-5722086125000530	6241613491317041	372957

Εικόνα 4.44: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

5. εφαρμογή μεθοδολογίας – αποτελέσματα

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 τρεις διαφορετικές μεθόδους: τη γραμμική παλινδρόμηση, 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 **τέσσερις ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις**, μία για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας, μία για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, μία για το μοντέλο προσδιορισμού του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν και τέλος μία για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό πρότυπο εξετάστηκε η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης σε επαρχιακό περιβάλλον.

Τα μοντέλα που ακολουθούν προέκυψαν μετά από μία μεγάλη σειρά δοκιμών διαφορετικών μοντέλων, διαδικασία χρονοβόρα και δύσκολη. Από τις μετρήσεις του προσομοιωτή αλλά και από τα ερωτηματολόγια προέκυψε ένα μεγάλο πλήθος μεταβλητών, οι οποίες στη συνέχεια θα χρησιμοποιούνταν στα μοντέλα. Σε κάθε περίπτωση έγινε η προσπάθεια οι ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε μοντέλου να έχουν μικρή μεταξύ τους συσχέτιση και μεγάλη συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ έπρεπε να διακρίνονται και για τη δυνατότητα φυσικής ερμηνείας τους. Ο σημαντικότερος έλεγχος για την αποδοχή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στο μοντέλο ήταν αυτός του ελέγχου **t-test**, κατά τον οποίο κάθε μεταβλητή έπρεπε να εμφανίζει τιμή του συντελεστή t μεγαλύτερη από μία δεδομένη τιμή.

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και θα αναλυθεί η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης.

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 4.4. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable

view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

LogV: μέση ταχύτητα οδήγησης

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

Traffic: οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)

BreakAverage: ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

StdWheelAverage: η διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης του τιμονιού του οχήματος σε μοίρες

age: : η ηλικία του συμμετέχοντος (1=20-24, 2=25-27 , 3=28-30)

week_dist: η απόσταση που διανύει περίπου ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης σε χιλιόμετρα

avoid_drv: αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγεί τη νύχτα (1= ναι, 0=όχι)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές LogV, BrakeAverage, StdWheelAverage και week_dist ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές Distractor, Traffic και avoid_drv, ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) και τέλος, οι μεταβλητή age ορίστηκε ως διακριτή έχοντας την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών Distractor, Traffic και avoid_drv διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1 και για τη μεταβλητή age οι δυνατές τιμές ήταν από 1 έως 3.

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), **BrakeAverage** (το ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο), **StdWheelAverage** (η διακύμανση της θέσης του τιμονιού του οχήματος σε μοίρες) και **week_dist** (η απόσταση που διανύει περίπου ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης σε χιλιόμετρα). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

 Πίνακας 5.1: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
logAverageSpeed	140	1,53	1,83	1,69	0,06
BrakeAverage	140	0,68	9,45	3,18	1,63
StdWheelAverage	140	17,44	23,90	20,46	1,42
week_dist	140	10,0	250,0	53,143	58,3106
Valid N (listwise)	140				

5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 εφαρμογή μεθοδολογίας-αποτελέσματα

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 κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση**, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας της διερεύνησης της συσχέτισης, τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αξίζει να επισημανθεί ότι οι τελικές μεταβλητές επελέγησαν **μετά από μεγάλο αριθμό δοκιμών**. Μερικά αποτελέσματα που παρουσίαζαν υψηλή συσχέτιση, άρα δεν ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους, παρουσιάζονται παρακάτω μαζί με τους πίνακες τελικών μεταβλητών.

 Πίνακας 5.2: Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης

Correlations								
		Distractor	avoid_drv	gender	vis_prob	red_speed	drv_exp	age
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140	140	140	140
avoid_drv	Pearson Correlation	0,000	1	,431**	,321**	,362**	-,221**	,070
	Sig. (2-tailed)	1,000		,000	,000	,000	,009	,413
	N	140	140	140	140	140	140	140
gender	Pearson Correlation	0,000	,431**	1	,201*	,163	-,508**	-,206*
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000		,017	,054	,000	,015
	N	140	140	140	140	140	140	140
vis_prob	Pearson Correlation	0,000	,321**	,201*	1	,295**	-,222**	-,100
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000	,017		,000	,008	,242
	N	140	140	140	140	140	140	140
red_speed	Pearson Correlation	0,000	,362**	,163	,295**	1	,025	-,092
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000	,054	,000		,773	,278
	N	140	140	140	140	140	140	140
drv_exp	Pearson Correlation	0,000	-,221**	-,508**	-,222**	,025	1	,677**
	Sig. (2-tailed)	1,000	,009	,000	,008	,773		,000
	N	140	140	140	140	140	140	140
age	Pearson Correlation	0,000	,070	-,206*	-,100	-,092	,677**	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,413	,015	,242	,278	,000	
	N	140	140	140	140	140	140	140

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

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

🌐 Πίνακας 5.3: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης

Correlations					
		Distractor	Traffic	avoid_drv	age
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140
Traffic	Pearson Correlation	0,000	1	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)	1,000		1,000	1,000
	N	140	140	140	140
avoid_drv	Pearson Correlation	0,000	0,000	1	,070
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000		,413
	N	140	140	140	140
age	Pearson Correlation	0,000	0,000	,070	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	,413	
	N	140	140	140	140

🌐 Πίνακας 5.4: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης

Correlations								
		BrakeAverage	week_dist	GearAverage	StdTheadAverage	RspurAverage	StdHWayAverage	RpmAverage
BrakeAverage	Pearson Correlation	1	-,167*	-,173*	,113	-,067	-,207*	,812**
	Sig. (2-tailed)		,049	,040	,184	,433	,014	,000
	N	140	140	140	140	140	140	140
week_dist	Pearson Correlation	-,167*	1	,056	,022	,202*	-,090	,001
	Sig. (2-tailed)	,049		,508	,794	,017	,291	,991
	N	140	140	140	140	140	140	140
GearAverage	Pearson Correlation	-,173*	,056	1	,139	,043	-,060	-,341**
	Sig. (2-tailed)	,040	,508		,100	,615	,479	,000
	N	140	140	140	140	140	140	140
StdTheadAverage	Pearson Correlation	,113	,022	,139	1	,006	,337**	,050
	Sig. (2-tailed)	,184	,794	,100		,944	,000	,554
	N	140	140	140	140	140	140	140
RspurAverage	Pearson Correlation	-,067	,202*	,043	,006	1	-,272**	-,052
	Sig. (2-tailed)	,433	,017	,615	,944		,001	,540
	N	140	140	140	140	140	140	140
StdHWayAverage	Pearson Correlation	-,207*	-,090	-,060	,337**	-,272**	1	-,272**
	Sig. (2-tailed)	,014	,291	,479	,000	,001		,001
	N	140	140	140	140	140	140	140
RpmAverage	Pearson Correlation	,812**	,001	-,341**	,050	-,052	-,272**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,991	,000	,554	,540	,001	
	N	140	140	140	140	140	140	140

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

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

🌐 Πίνακας 5.5: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης

Correlations				
		BrakeAverage	week_dist	StdWheelAverage
BrakeAverage	Pearson Correlation	1	-,167*	,572**
	Sig. (2-tailed)		,049	,000
	N	140	140	140
week_dist	Pearson Correlation	-,167*	1	-,017
	Sig. (2-tailed)	,049		,841
	N	140	140	140
StdWheelAverage	Pearson Correlation	,572**	-,017	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,841	
	N	140	140	140

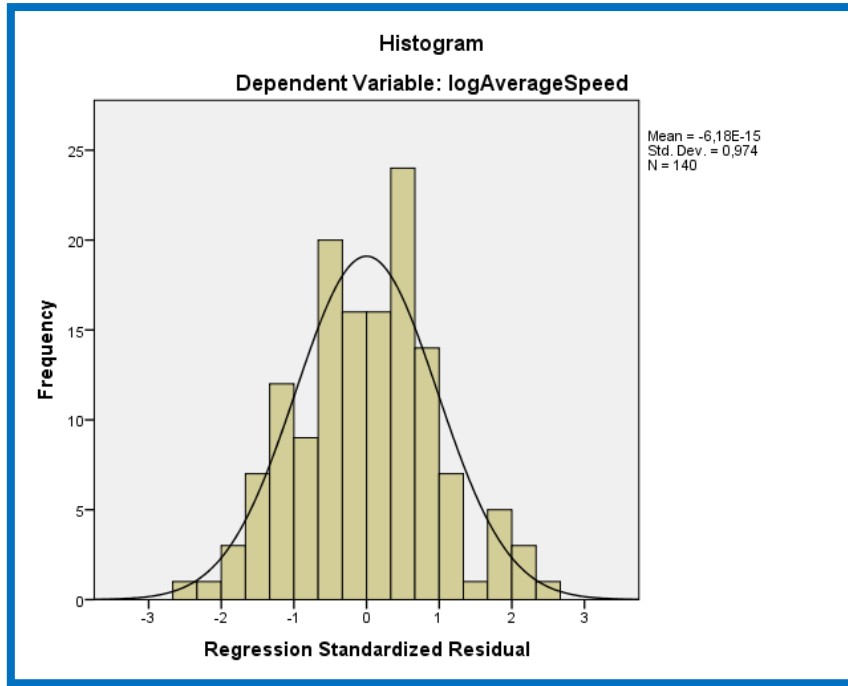
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
 **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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 στο τελικό μοντέλο 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 κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου σχετικού με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή την ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς.

Η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού θα μελετηθεί μέσω του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση ταχύτητα οδήγησης (LogV). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι η **κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκε παρακάτω το διάγραμμα της κατανομής της μέσης ταχύτητας οδήγησης.



🌐 *Διάγραμμα 5.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης ταχύτητας οδήγησης*

5.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: `analyze > regression > linear`.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Το **σφάλμα** πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

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

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

Πρέπει να σημειωθεί ότι αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητική προσαρμογή. Όμως, θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο η καμπύλη συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής να μην παρουσιάζει σταθερή κλίση σε όλα τα τμήματά της και για το λόγο αυτό εξετάστηκε η μέση ταχύτητα οδήγησης και με την ανάπτυξη **μοντέλου λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτό περιγράφεται 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 τη 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 οδήγησης (LogV).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 εφαρμογή μεθοδολογίας-αποτελέσματα

Τα **τελικά αποτελέσματα**, που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι, κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό μοντέλο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7, με μοναδική εξαίρεση τη μεταβλητή Distractor η οποία απορριπτόταν εάν είχε t μικρότερο του 1,3. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επιλέχθηκαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1,7$). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθενται παρακάτω.

Πίνακας 5.6: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,064	,033		31,930	,000
	Distractor	-,022	,004	-,198	-6,259	,000
	Traffic	-,007	,004	-,063	-1,999	,048
	BrakeAverage	,008	,001	,221	5,552	,000
	StdWheelAverage	,030	,002	,749	17,277	,000
	age	,004	,002	,053	1,469	,144
	week_dist	7,001E-05	,000	,072	2,064	,041
	avoid_drv	-,012	,005	-,082	-2,274	,025
	vis_prob	-,004	,004	-,038	-1,114	,267
	acc_dam_n	,002	,009	,007	,180	,857

a. Dependent Variable: logAverageSpeed

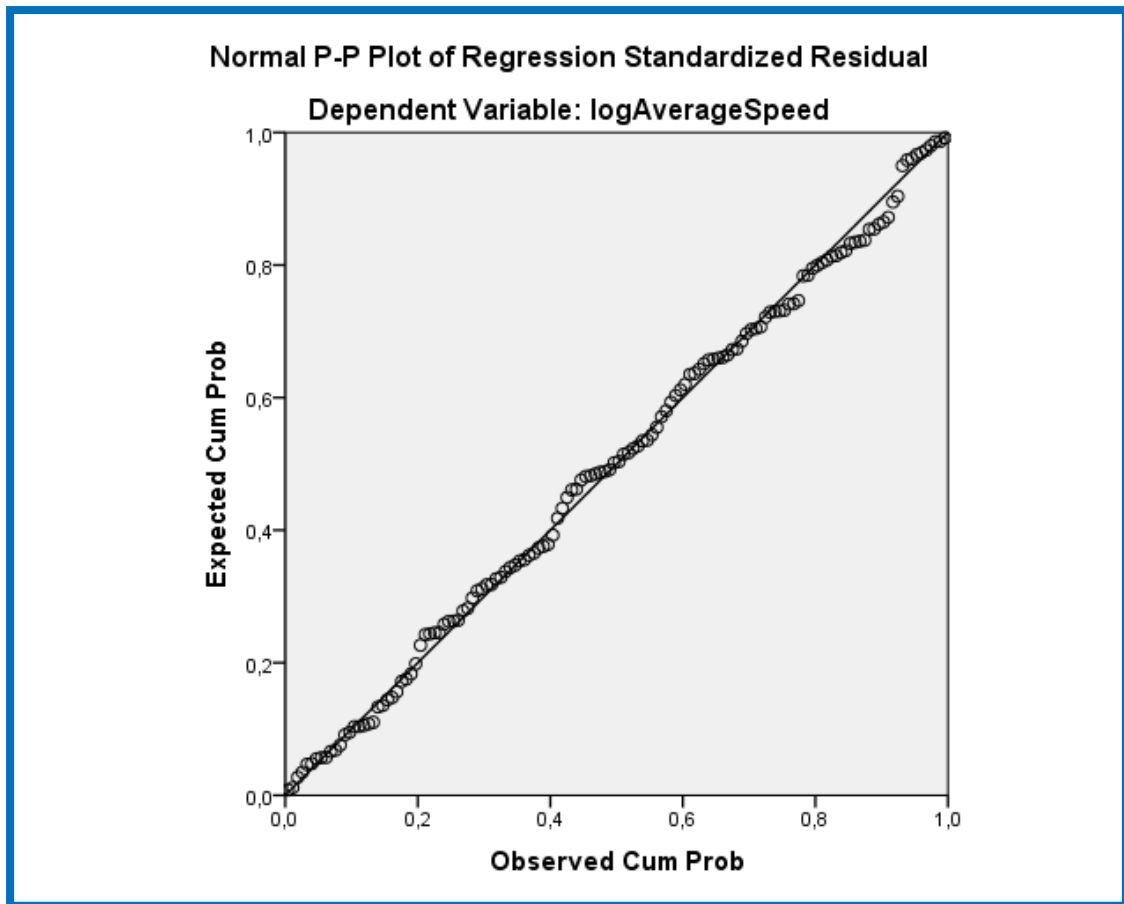
Πίνακας 5.7: Τελικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,936 ^a	,876	,869	,020535200924621

a. Predictors: (Constant), avoid_drv, Traffic, Distractor, week_dist, age, BrakeAverage, StdWheelAverage
b. Dependent Variable: logAverageSpeed

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,061	,031		34,361	,000
	Distractor	-,022	,004	-,198	-6,318	,000
	Traffic	-,007	,004	-,063	-1,987	,049
	BrakeAverage	,008	,001	,226	5,813	,000
	StdWheelAverage	,030	,002	,750	18,971	,000
	age	,004	,002	,056	1,703	,091
	week_dist	6,952E-05	,000	,071	2,134	,035
	avoid_drv	-,013	,005	-,091	-2,749	,007

a. Dependent Variable: logAverageSpeed



🌐 *Διάγραμμα 5.2: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος*

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

1. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με **0,876** στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
3. Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας
4. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
5. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο *(Διάγραμμα 5.2)* θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**.

5.2.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα οδήγησης του οδηγού.

Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\begin{aligned} \mathit{LogV} = & 1,061 - 0,022 \times \mathit{Distractor} - 0,007 \times \mathit{Traffic} + 0,008 \\ & \times \mathit{BrakeAverage} + 0,03 \times \mathit{StdWheelAverage} + 0,004 \times \mathit{age} \\ & + 0,0000695 \times \mathit{week_dist} - 0,013 \times \mathit{avoid_drv} \end{aligned}$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$V = 10^{1,061 - 0,022 \times \mathit{Distractor} - 0,007 \times \mathit{Traffic} + 0,008 \times \mathit{BrakeAverage} + 0,03 \times \mathit{StdWheelAverage} + 0,004 \times \mathit{age} + 0,0000695 \times \mathit{week_dist} - 0,013 \times \mathit{avoid_drv}}$$

Όπου:

LogV: μέση ταχύτητα οδήγησης

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

Traffic: οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)

BrakeAverage: ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

StdWheelAverage: η διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης τιμονιού του οχήματος σε μοίρες

age: η ηλικία του συμμετέχοντος (1=20-24, 2=25-27, 3=28-30)

week_dist: η απόσταση που διανύει περίπου ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης σε χιλιόμετρα

avoid_drv: αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγεί τη νύχτα (1= ναι, 0=όχι)

ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης εμφανίζεται αρνητικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση σε επαρχιακή οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας), έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι, όταν οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον το οποίο ήταν περισσότερο επιβαρυσμένο λόγω της περιορισμένης ορατότητας και του ανύπαρκτου φωτισμού της επαρχιακής οδού (οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας), οδηγούσαν με χαμηλότερη ταχύτητα. Αυτό θεωρείται λογικό, καθώς έπρεπε να είναι πολύ προσεκτικοί και συγκεντρωμένοι στην οδήγηση λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **6,318** πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Traffic» στο μοντέλο συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **μείωση της τιμής** της ταχύτητας του οδηγού. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, όταν στην επαρχιακή οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος (δηλαδή Traffic=1) η ταχύτητα ήταν χαμηλότερη από όταν στην οδό επικρατούσε χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος (δηλαδή Traffic=0). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται λογικό, καθώς χαμηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει λιγότερα οχήματα στην οδό, οπότε και ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει υψηλότερη ταχύτητα από ότι αν στην ίδια οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής είναι **1,987** πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΠΑΤΟΥΣΕ ΦΡΕΝΟ

Η μεταβλητή «BrakeAverage» παρουσιάζεται στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης με θετικό πρόσημο. Αύξηση του ποσοστού της διαδρομής που ο οδηγός

πατούσε φρένο οδηγεί σε **αύξηση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι, οι οδηγοί που ανέπτυξαν μεγαλύτερες ταχύτητες, κατέφυγαν περισσότερες φορές να πατήσουν το φρένο προκειμένου να ελέγξουν την πορεία του οχήματος, να πραγματοποιήσουν κάποιο ελιγμό ή να αποφύγουν κάποιο απρόοπτο συμβάν. Αντίθετα, οι οδηγοί που διατηρούσαν χαμηλότερες ταχύτητες, είχαν πιο σταθερή και καλύτερα ελεγχόμενη οδήγηση, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούν λιγότερες φορές το φρένο.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής είναι **5,813**, πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της συνεχούς αυτής μεταβλητής.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΙΜΟΝΙΟΥ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Η συνεχής μεταβλητή «StdWheelAverage» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο της μέσης ταχύτητας με θετικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται **αύξηση της μέσης ταχύτητας** του οδηγού. Συνεπώς, η αύξηση της διακύμανσης της τιμής της θέσης του τιμονιού του οχήματος επιφέρει αύξηση της ταχύτητας. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι, οι πιο επιθετικοί οδηγοί λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας που αναπτύσσουν είναι και πιο ασταθείς ως προς τον τρόπο που χειρίζονται το τιμόνι, ενώ αντίθετα οι πιο δειλοί και ανασφαλείς οδηγοί, οι οποίοι οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες είναι πιο σταθεροί και προσεκτικοί, που σημαίνει ότι έχουν μικρότερη διακύμανση της θέσης του τιμονιού, καθώς μπορούν να ελέγξουν καλύτερα τη σταθερότητα του τιμονιού ως προς τον άξονα της οδού.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «StdWheelAverage» είναι **18,971**.

ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Age», συνεπάγεται ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή ανήκει στην κατηγορία 3 (Age=3), έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της τιμής** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogV». Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο, καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του συμμετέχοντος, τόσο πιθανόν μεγαλύτερη είναι και η οδηγική του εμπειρία. Επομένως, οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη επίγνωση των ικανοτήτων τους για το χειρισμό του οχήματος σε σχέση με το χρόνο αντίδρασης, την απόσταση πέδησης και τις δυνατότητες πραγματοποίησης ελιγμών, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στην αύξηση της ταχύτητάς τους.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **1,703**.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΔΙΑΝΥΕΙ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΩΣ Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ

Η συνεχής μεταβλητή «week_dist» παρουσιάζεται στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης με θετικό πρόσημο και προέρχεται από το ερωτηματολόγιο. Αύξηση της απόστασης που ο οδηγός διανύει εβδομαδιαίως εκτός πόλης οδηγεί σε **αύξηση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι, οι οδηγοί που διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα εντός της εβδομάδας εκτός πόλης, είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με το δρόμο και ταυτόχρονα πιο έμπειροι με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες. Αντίθετα, οι οδηγοί που διανύουν λιγότερα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως εκτός πόλης, είναι πιο άπειροι και λιγότερο έτοιμοι να αντιμετωπίσουν το οποιοδήποτε απρόοπτο συμβάν, για αυτό τον λόγο και διατηρούν χαμηλότερες ταχύτητες.

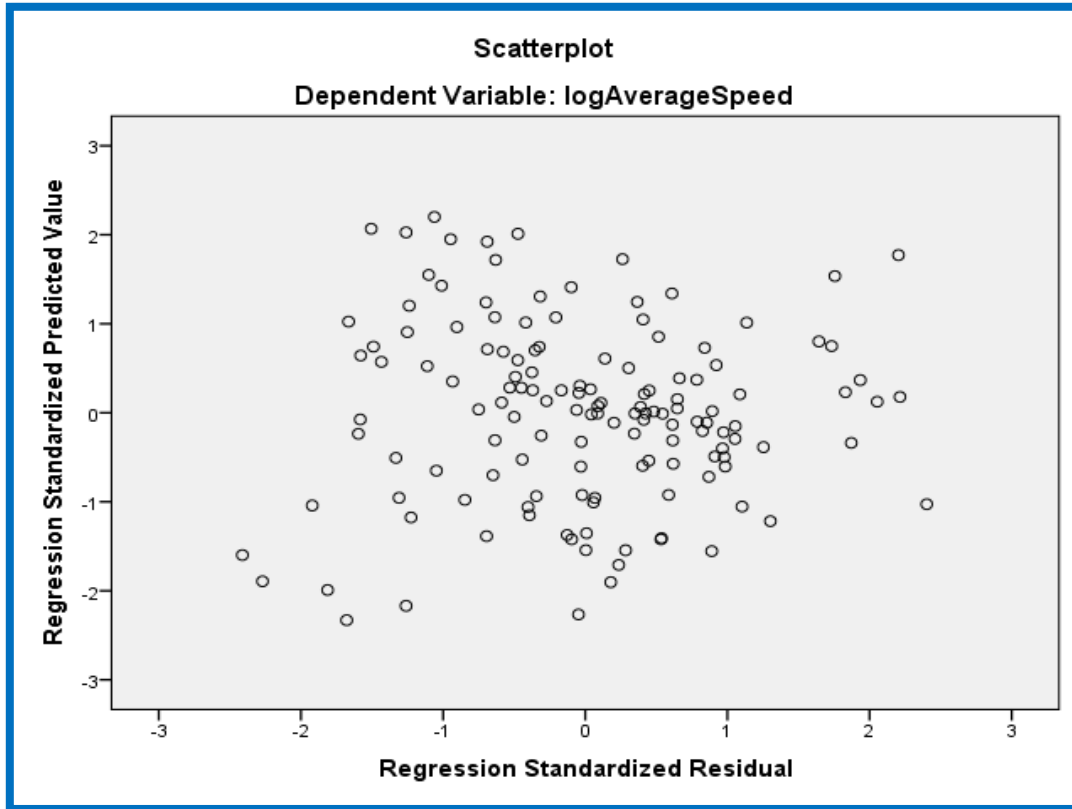
Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής είναι **2,134**, πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της συνεχούς αυτής μεταβλητής.

Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΑΠΟΦΕΥΓΕΙ ΝΑ ΟΔΗΓΕΙ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

Η διακριτή μεταβλητή «avoid_drv» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη του πειράματος και εξετάζει το αν ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η μεταβλητή, αν και διακριτή, έχει την έννοια της φυσικής διάταξης, επομένως όταν η μεταβλητή παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή (δηλαδή avoid_drv=1) σημαίνει ότι ο συμμετέχων αποφεύγει να οδηγεί κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο μοντέλο εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όταν η μεταβλητή πάρει τη μέγιστη τιμή, δηλαδή 1, τότε θα **μειωθεί η μέση ταχύτητα** του οδηγού. Αυτό σημαίνει ότι οδηγοί οι οποίοι δήλωσαν ότι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας λόγω της περιορισμένης ορατότητας και του ανύπαρκτου φωτισμού οδού στην επαρχιακή οδό, τελικά ήταν αυτοί οι οποίοι οδηγούσαν πιο προσεκτικά διατηρώντας χαμηλότερη ταχύτητα οδήγησης, ενώ αντίθετα αυτοί που είπαν ότι δεν θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας (δηλαδή avoid_drv=0) , ήταν αυτοί που ανέπτυξαν υψηλότερη ταχύτητα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί που δεν αποφεύγουν να οδηγήσουν τη νύχτα έχουν άγνοια κινδύνου και αντίστοιχα είναι και πιο άνετοι να αναπτύξουν μεγαλύτερες ταχύτητες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης είναι **2,749**.

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



 **Διάγραμμα 5.3 :** Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο

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.

5.2.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στο παραπάνω μοντέλο στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή, που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

Η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου που αναπτύχθηκε υπολογίστηκε σύμφωνα με τη σχέση:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y_i} = \beta_i * \frac{X_i}{Y_i}$$

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 $e_i = \beta_i * (X_i / Y_i)$, 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 μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

 Πίνακας 5.8: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης ταχύτητας οδήγησης

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	β _i	t	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i [*]
Νυχτερινή οδήγηση	-0,022	-6,318	-0,0065	4,16
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,007	-1,987	-0,0021	1,34
Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	0,008	5,813	0,0146	-9,28
Διακύμανση θέσης τιμονιού	0,030	18,971	0,3618	-23,70
Ηλικία	0,004	1,703	0,0043	-2,75
Διανυόμενα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0,00007	2,134	0,0022	-1,39
Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα	-0,013	-2,749	-0,0016	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 τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών **στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης**, παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή e_i = -0,0016 (όπως φαίνεται με κίτρινο χρώμα στον Πίνακα 5.8).
- Την αμέσως μικρότερη επιρροή στο λογάριθμο της ταχύτητας εμφάνισαν οι μεταβλητές «Κυκλοφοριακές συνθήκες», «Διανυόμενα χιλιόμετρα

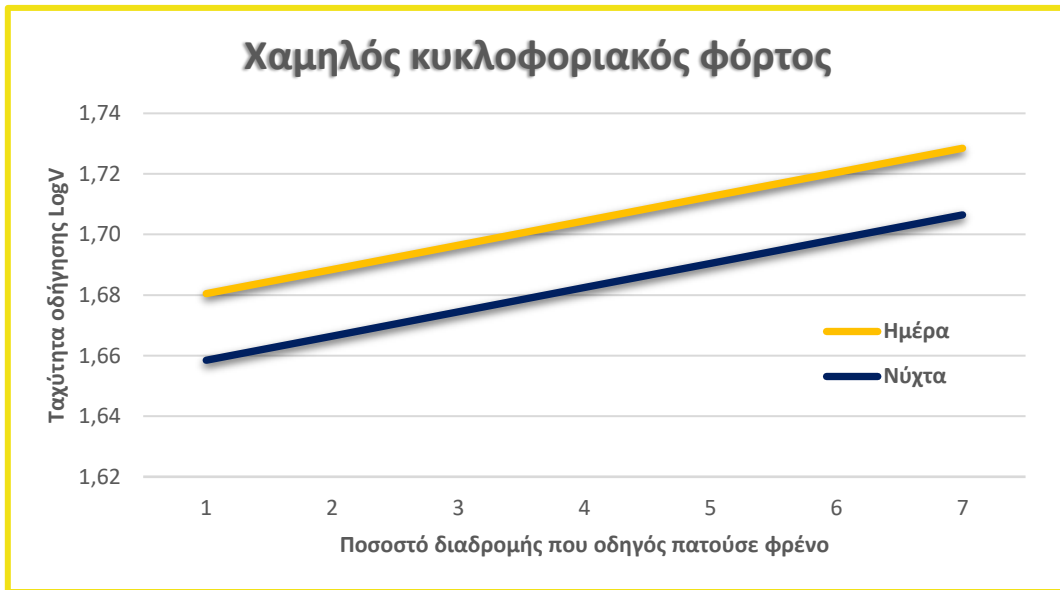
εβδομαδιαίως», «Ηλικία» με επιρροή 1,34, 1,39 και 2,75 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα».

- Η μεταβλητή «Διακύμανση θέσης τιμονιού» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Έχει 23,7 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα» και 15,2 φορές μεγαλύτερη από τις μεταβλητές «Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο» που είναι η δεύτερη τη τάξει επιρροή στη μέση ταχύτητα.
- Η μεταβλητή «Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο» επηρεάζει σημαντικά τη μέση ταχύτητα οδήγησης και μάλιστα κατά 9,28 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα». Επίσης, επηρεάζει 3,37 φορές περισσότερο το μοντέλο από τη μεταβλητή «Ηλικία» και 2,23 φορές από τη μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση».
- Τέλος, η μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση» εμφανίζει 4,16 μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα» και 3,09 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Κυκλοφοριακές συνθήκες».

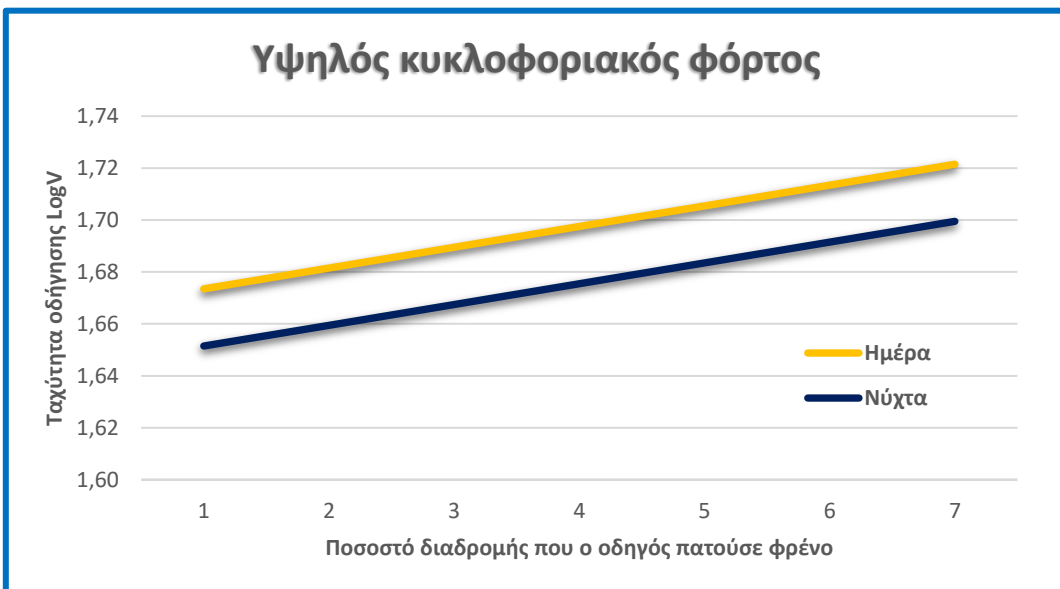
5.2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

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. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές.

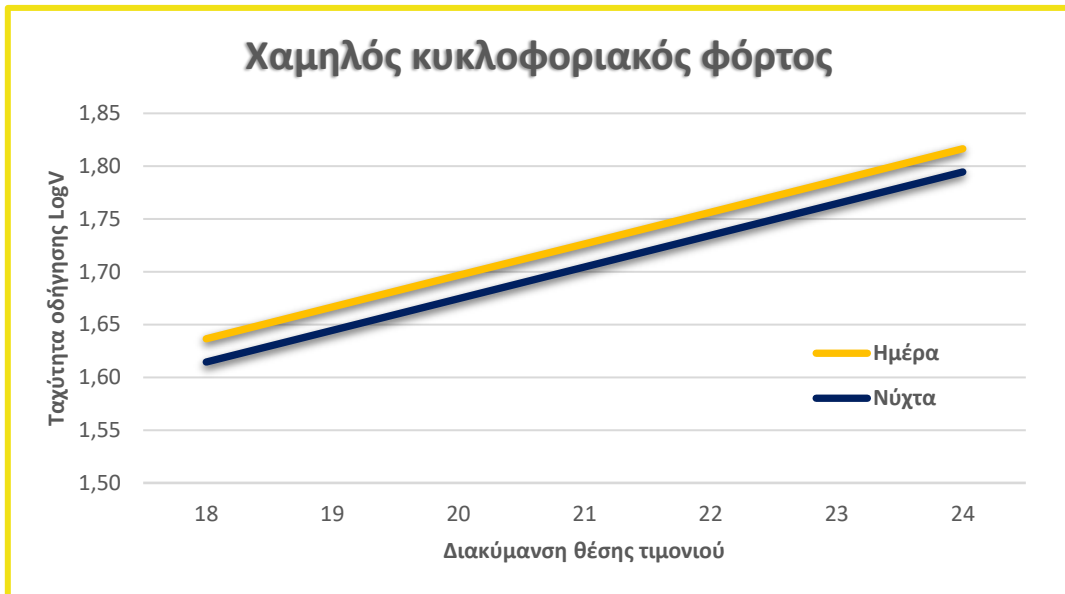
Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



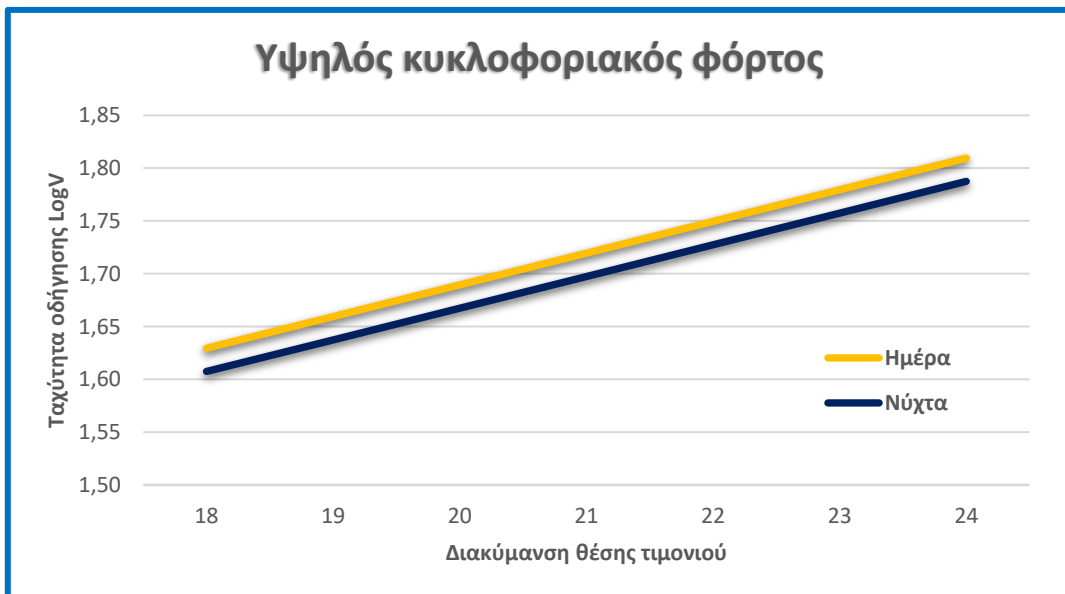
▮ Διάγραμμα 5.4: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με το ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*StdWheelAverage=20, age=2, week_dist=50, avoid_drv=0*)



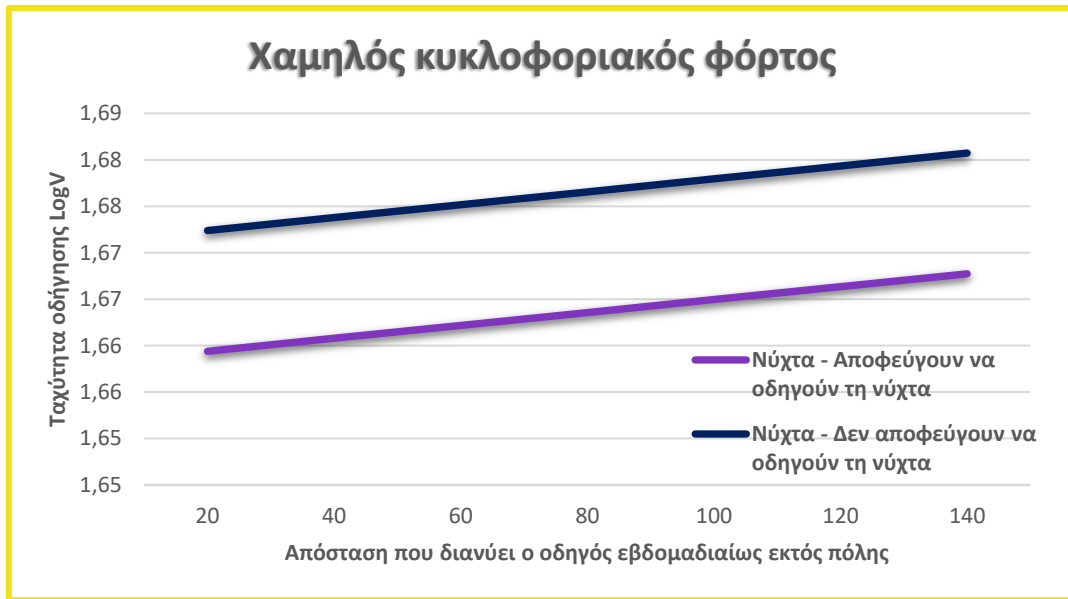
▮ Διάγραμμα 5.5: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με το ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*StdWheelAverage=20, age=2, week_dist=50, avoid_drv=0*)



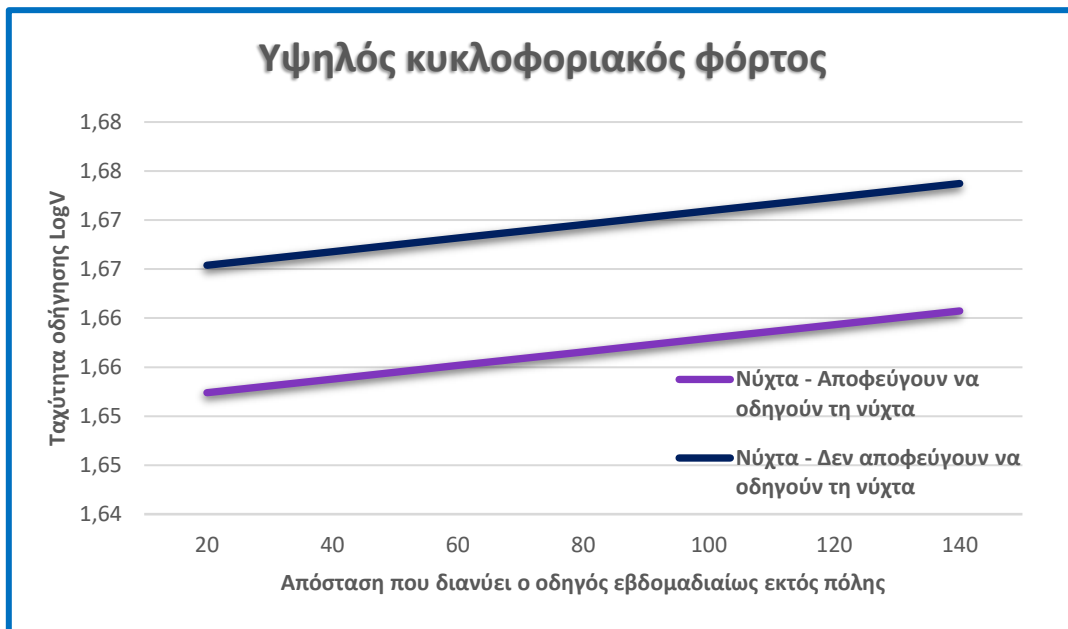
Διάγραμμα 5.6: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη διακύμανση της θέσης τιμονιού υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*BrakeAverage=3, age=2, week_dist=50, avoid_drv=0*)



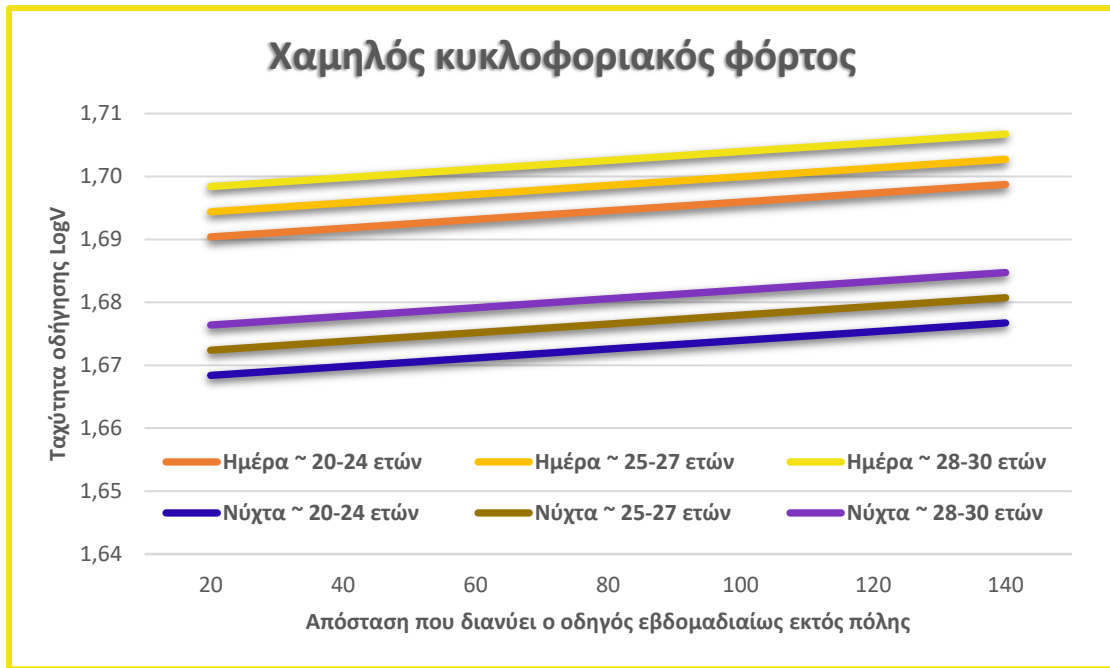
Διάγραμμα 5.7: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη διακύμανση της θέσης τιμονιού υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*BrakeAverage=3, age=2, week_dist=50, avoid_drv=0*)



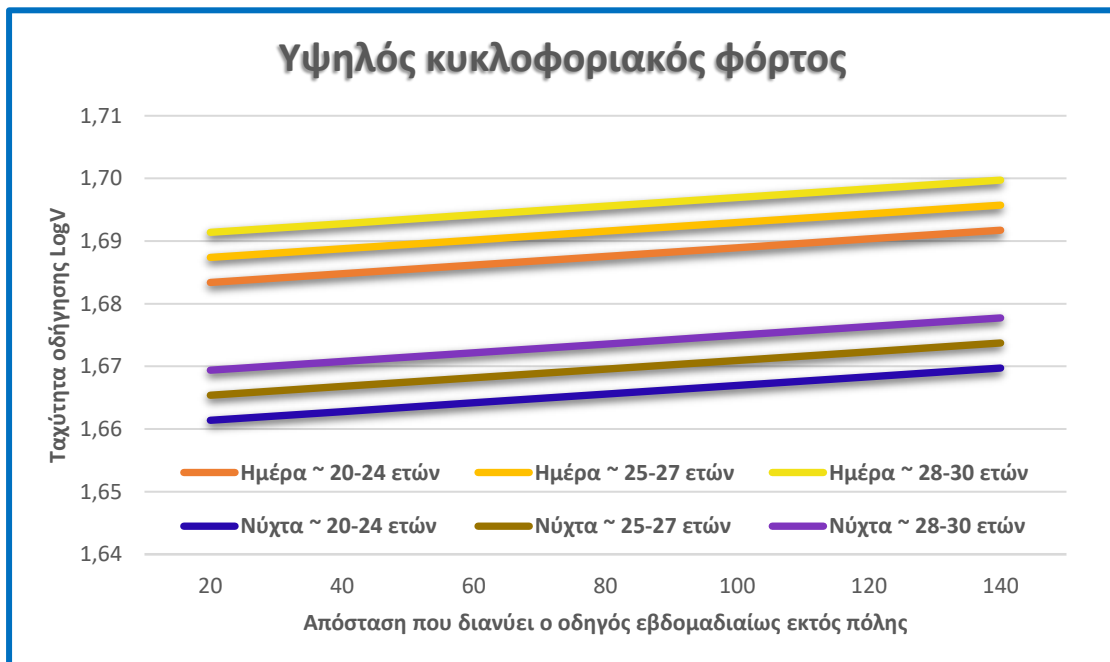
▮ Διάγραμμα 5.8: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της νύχτας για συμμετέχοντες που αποφεύγουν ή όχι να οδηγούν τη νύχτα ($BrakeAverage=3$, $StdWheelAverage=20$, $age=2$)



▮ Διάγραμμα 5.9: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της νύχτας για συμμετέχοντες που αποφεύγουν ή όχι να οδηγούν τη νύχτα ($BrakeAverage=3$, $StdWheelAverage=20$, $age=2$)



▮ **Διάγραμμα 5.10:** Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ανάλογα με την ηλικία (*BrakeAverage=3, StdWheelAverage=20, avoid_drv=0*)



▮ **Διάγραμμα 5.11:** Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ανάλογα με την ηλικία (*BrakeAverage=3, StdWheelAverage=20, avoid_drv=0*)

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα **γενικά συμπεράσματα**, σε συμφωνία με όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- Οι συμμετέχοντες σε όλες τις περιπτώσεις **μείωναν την ταχύτητα** με την οποία οδηγούσαν κατά τη διάρκεια της νύχτας, ενδεχομένως λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας του περιβάλλοντος οδήγησης.
- **Οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας**, ενδεχομένως λόγω της οδηγικής εμπειρίας που διέθεταν, φαίνεται να οδηγούσαν με υψηλότερη ταχύτητα, ανεξάρτητα από τη χρονική περίοδο της διαδρομής.
- Οι οδηγοί οι οποίοι **φαίνεται να πατούσαν φρένο** σε μεγαλύτερο ποσοστό της διαδρομής, ήταν και εκείνοι που είχαν αναπτύξει υψηλότερη ταχύτητα τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι παρουσίαζαν μεγαλύτερη διακύμανση της θέσης του τιμονιού ως προς τον άξονα της οδού, οδηγούσαν και με υψηλότερη ταχύτητα ανεξάρτητα τη χρονική περίοδο της διαδρομής, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι οι πιο επιθετικοί οδηγοί είναι συνήθως εκείνοι που κάνουν πιο **απότομες κινήσεις του τιμονιού**.
- Όσοι από τους συμμετέχοντες **αποφεύγουν να οδηγούν τη νύχτα**, φαίνεται να ήταν εκείνοι που οδηγούσαν με χαμηλότερη ταχύτητα σε σχέση με αυτούς που δεν αποφεύγουν να οδηγούν τη νύχτα, καθώς οι πρώτοι μπορεί να νιώθουν πιο φοβισμένοι. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε στην οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι **διανύουν εβδομαδιαίως περισσότερα χιλιόμετρα**, φαίνεται να είναι και εκείνοι που οδηγούσαν με υψηλότερη ταχύτητα, σε σχέση με εκείνους που διανύουν λιγότερα χιλιόμετρα. Και οι δύο παραπάνω κατηγορίες οδηγών ελάττωναν την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν κατά τη διάρκεια της νύχτας, σε σχέση με την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν κατά τη διάρκεια της ημέρας.

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα θα αναλυθεί η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.4. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

AverHway: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

Traffic: οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (1= άνδρας, 2= γυναίκα)

StdWheelAverage: η διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης του τιμονιού του οχήματος σε μοίρες

drv_exp: η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντος σε έτη (1=[20-24], 2=[25-27] , 3=[28-30])

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές **AverHway** και **StdWheelAverage** ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές **Distractor**, **Traffic** και **gender**, ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) και τέλος, οι μεταβλητή **drv_exp** ορίστηκε ως διακριτή έχοντας την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών **Distractor**, **Traffic** και **gender** διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1 και για τη μεταβλητή **drv_exp** οι δυνατές τιμές ήταν από 1 έως 3.

5.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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

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

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 **AverHway** (μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα) και **StdWheelAverage** (η διακύμανση της θέσης του τιμονιού του οχήματος σε μοίρες). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

 Πίνακας 5.9: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
HWayAverage	140	16,99	894,56	294,30	184,98
StdWheelAverage	140	17,44	23,90	20,46	1,42
Valid N (listwise)	140				

5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

🌐 Πίνακας 5.10: Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

		Correlations				
		Distractor	Traffic	gender	age	drv_exp
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140	140
Traffic	Pearson Correlation	0,000	1	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)	1,000		1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140	140
gender	Pearson Correlation	0,000	0,000	1	-,206*	-,508**
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000		,015	,000
	N	140	140	140	140	140
age	Pearson Correlation	0,000	0,000	-,206*	1	,677**
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	,015		,000
	N	140	140	140	140	140
drv_exp	Pearson Correlation	0,000	0,000	-,508**	,677**	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	,000	,000	
	N	140	140	140	140	140

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

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

● Πίνακας 5.11: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

		Correlations			
		Distractor	Traffic	gender	drv_exp
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140
Traffic	Pearson Correlation	0,000	1	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)	1,000		1,000	1,000
	N	140	140	140	140
gender	Pearson Correlation	0,000	0,000	1	-,508**
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000		,000
	N	140	140	140	140
drv_exp	Pearson Correlation	0,000	0,000	-,508**	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	,000	
	N	140	140	140	140

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

● Πίνακας 5.12: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

		Correlations				
		StdWheelAverage	LateralPosition	AverageSpeed	BrakeAverage	Age
StdWheelAverage	Pearson Correlation	1	-,035	,878**	,572**	-,139
	Sig. (2-tailed)		,685	,000	,000	,102
	N	140	140	140	140	140
LateralPosition	Pearson Correlation	-,035	1	-,009	,057	,024
	Sig. (2-tailed)	,685		,916	,500	,780
	N	140	140	140	140	140
AverageSpeed	Pearson Correlation	,878**	-,009	1	,670**	-,033
	Sig. (2-tailed)	,000	,916		,000	,700
	N	140	140	140	140	140
BrakeAverage	Pearson Correlation	,572**	,057	,670**	1	-,165
	Sig. (2-tailed)	,000	,500	,000		,051
	N	140	140	140	140	140
Age	Pearson Correlation	-,139	,024	-,033	-,165	1
	Sig. (2-tailed)	,102	,780	,700	,051	
	N	140	140	140	140	140

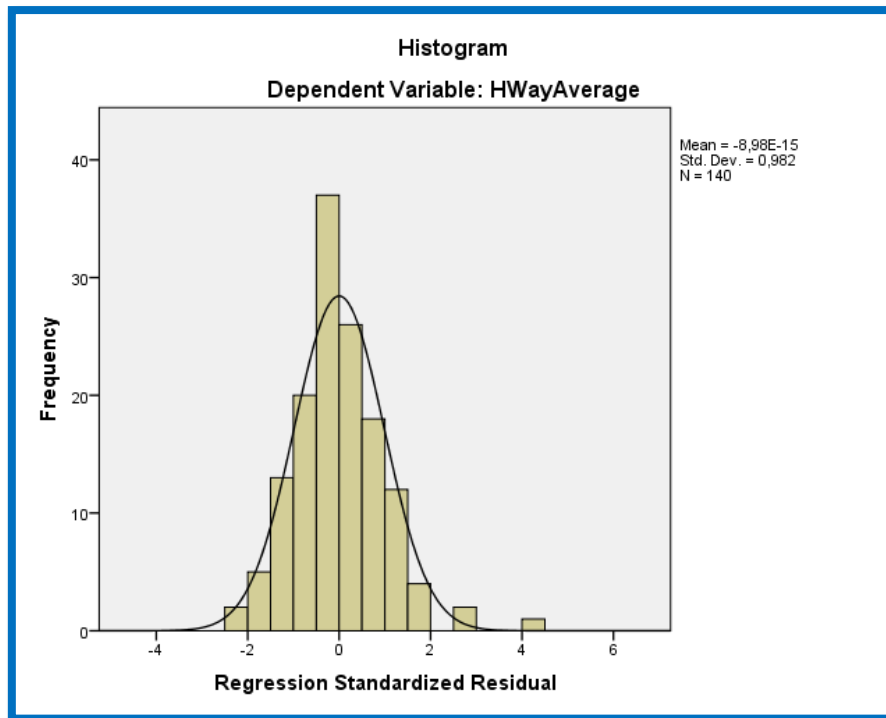
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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 στο τελικό μοντέλο της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.

5.3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου σχετικού με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή την ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς.

Η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού θα μελετηθεί μέσω του μοντέλου της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (AveHway). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκε παρακάτω το διάγραμμα της κατανομής της μέσης ταχύτητας οδήγησης.



 Διάγραμμα 5.12: Ιστογράμμο συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης ταχύτητας οδήγησης

5.3.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ


Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: `analyze > regression > linear`.

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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 εφαρμογή μεθοδολογίας-αποτελέσματα

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

Τα **τελικά αποτελέσματα** που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7, με μοναδική εξαίρεση τη μεταβλητή Distractor η οποία απορριπτόταν εάν είχε t μικρότερο του 1,3. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1,7$). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθενται παρακάτω.

 **Πίνακας 5.13: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη γραμμική παλινδρόμηση**

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1536,297	97,266		15,795	,000
	Distractor	38,666	10,609	,105	3,645	,000
	Traffic	-334,368	10,654	-,907	-31,384	,000
	gender	40,111	14,972	,101	2,679	,008
	StdWheelAverage	-53,099	4,620	-,408	-11,493	,000
	drv_exp	-18,349	7,564	-,084	-2,426	,017
	BrakeAverage	-6,205	4,345	-,055	-1,428	,156
	vis_prob	-6,527	11,120	-,017	-,587	,558

a. Dependent Variable: HWayAverage

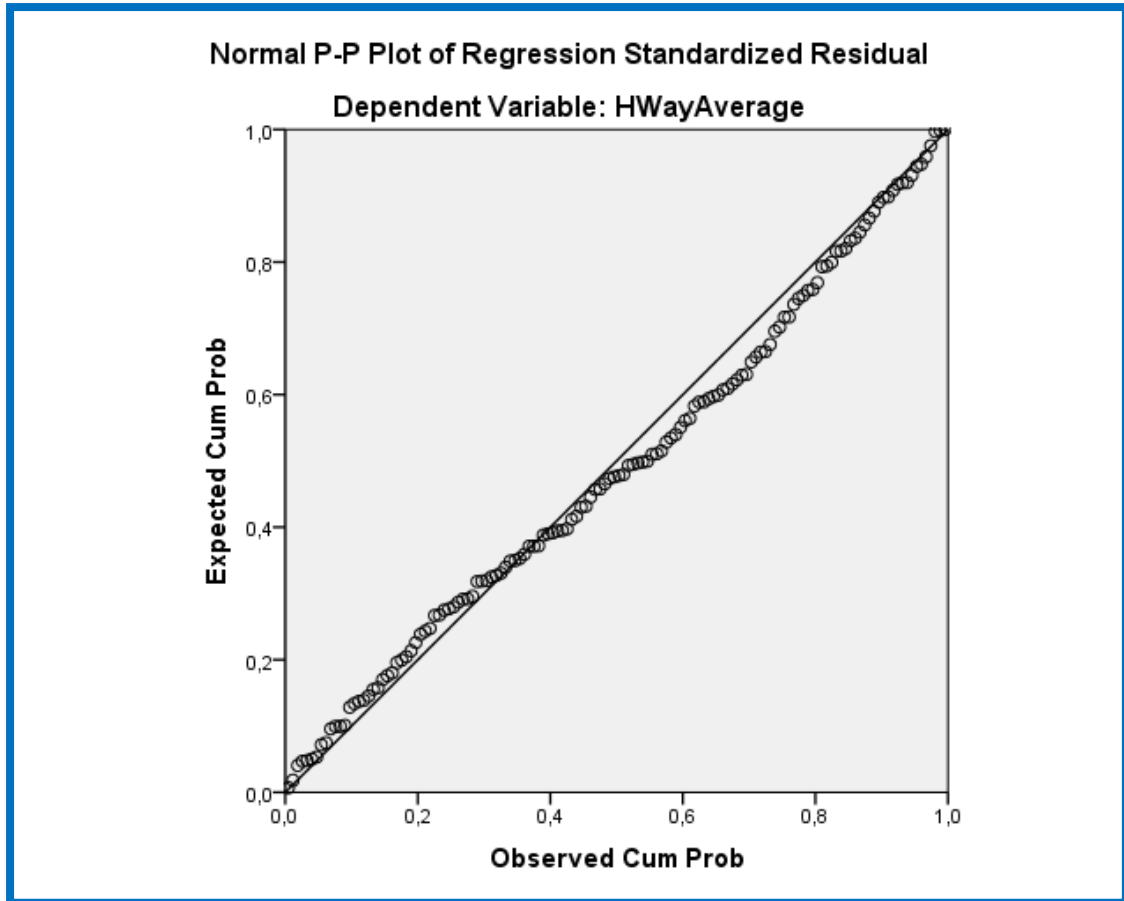
 **Πίνακας 5.14: Τελικά αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης**

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,945 ^a	,894	,890	61,480390481159500

a. Predictors: (Constant), drv_exp, TrafficSPSS, DistractorSPSS, StdWheelAverage, sex

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1559,449	94,163		16,561	,000
	Distractor	39,300	10,602	,107	3,707	,000
	Traffic	-333,608	10,648	-,905	-31,330	,000
	gender	48,618	13,601	,122	3,575	,000
	StdWheelAverage	-56,204	3,994	-,432	-14,072	,000
	drv_exp	-15,392	7,268	-,070	-2,118	,036

a. Dependent Variable: HWayAverage



📊 Διάγραμμα 5.13: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

1. Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με **0,894** στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
3. Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας
4. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
5. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο (Διάγραμμα 5.13) θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**.

5.3.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\mathbf{AverHway} = 1559,449 + 39,3 \times \mathbf{Distractor} - 333,608 \times \mathbf{Traffic} + 48,618 \times \mathbf{gender} - 56,204 \times \mathbf{StdWheelAverage} - 15,392 \times \mathbf{drv_exp}$$

Όπου:

AverHway: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

Traffic: οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (1= άνδρας, 2= γυναίκα)

StdWheelAverage: η διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης του τιμονιού του οχήματος σε μοίρες

drv_exp: η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντος σε έτη (1=[20-24], 2=[25-27] , 3=[28-30])

ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζεται θετικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση

σε επαρχιακή οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας), έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα**. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι, όταν οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον το οποίο ήταν περισσότερο επιβαρυνόμενο λόγω της περιορισμένης ορατότητας και του ανύπαρκτου φωτισμού της επαρχιακής οδού (οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας), διατηρούσαν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό φαίνεται να είναι λογικό, καθώς έπρεπε να έχουν υπόψιν τους και όλους τους υπόλοιπους παράγοντες που σχετίζονται με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, όπως είναι ο χρόνος αντίδρασης, η απόσταση πέδησης και οι δυνατότητες πραγματοποίησης ελιγμών και για αυτό το λόγο ενδεχομένως διατηρούσαν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα αυτοκίνητα σε σχέση με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **3,707** πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Traffic» στο μοντέλο συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **μείωση της τιμής** της μέσης απόστασης του οδηγού από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, όταν στην επαρχιακή οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος (δηλαδή Traffic=1), οι αποστάσεις μεταξύ των οχημάτων ήταν μικρότερες από όταν στην οδό επικρατούσε χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος (δηλαδή Traffic=0). Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται να είναι λογικό, καθώς χαμηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει λιγότερα οχήματα στην οδό, οπότε και ο οδηγός ενδεχομένως έχει τη δυνατότητα να διατηρήσει μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και να οδηγεί με μεγαλύτερη άνεση, από ότι αν στην ίδια οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής είναι **31,33** πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται η απόσταση** που διατηρεί ο οδηγός. Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι άνδρες (δηλαδή gender=1) διατηρούν μικρότερη απόσταση από τα προπορευόμενα οχήματα σε σχέση με αυτή που διατηρούν οι γυναίκες (δηλαδή gender=2). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει

τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο ανασφαλείς και να οδηγούν με μεγαλύτερη προσοχή σε σύγκριση με τους άνδρες.

Η τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα είναι **3,575**.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΙΜΟΝΙΟΥ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Η συνεχής μεταβλητή «StdWheelAverage» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται **μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα**. Συνεπώς, η αύξηση της διακύμανσης της τιμής της θέσης του τιμονιού του οχήματος επιφέρει μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι, οι πιο επιθετικοί οδηγοί λόγω της νευρικότητάς τους έχουν την τάση να διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα και ως εκ τούτου κάνουν πιο απότομες κινήσεις του τιμονιού, ενώ αντίθετα οι πιο δειλοί και επιφυλακτικοί οδηγοί, οι οποίοι διατηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις είναι πιο προσεκτικοί και υπομονετικοί, που σημαίνει ότι έχουν μικρότερη διακύμανση της θέσης του τιμονιού, καθώς μπορούν να ελέγξουν καλύτερα τη σταθερότητα του τιμονιού ως προς τον άξονα της οδού.

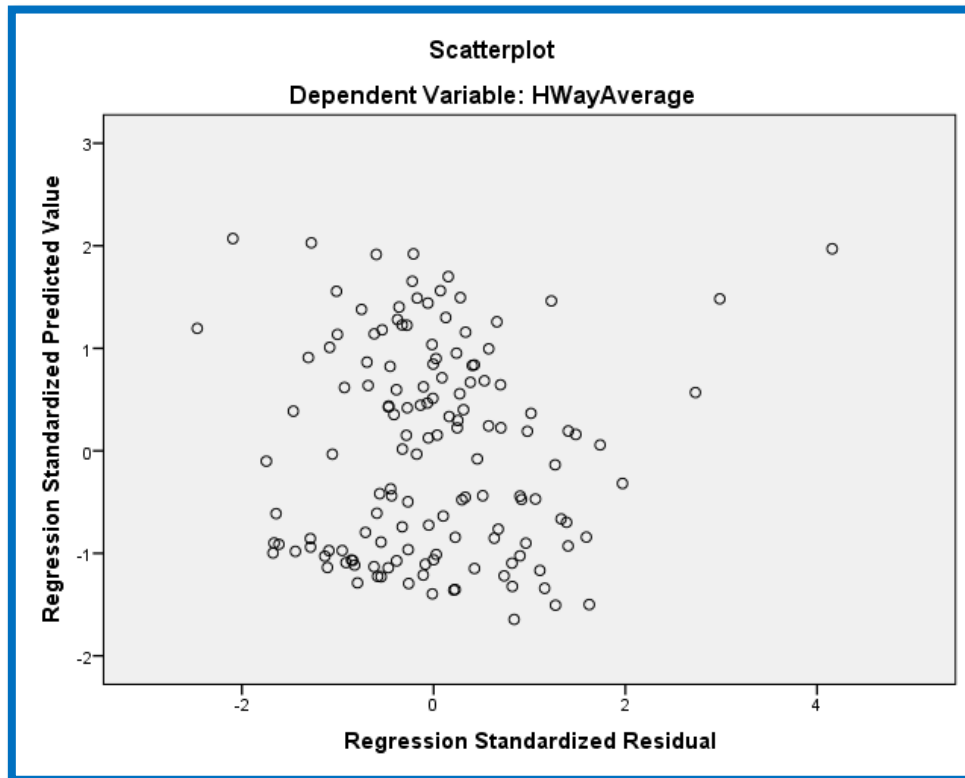
Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «StdWheelAverage» είναι **14,072**.

ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «drv_exp», συνεπάγεται ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση της τιμής** της εξαρτημένης μεταβλητής «AverHway». Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντος, τόσο πιθανόν μεγαλύτερη είναι και η ηλικία του. Επομένως, οδηγοί μεγαλύτεροι ηλικιακά και με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη επίγνωση των ικανοτήτων τους για το χειρισμό του οχήματος σε σχέση με το χρόνο αντίδρασης, την απόσταση πέδησης και τις δυνατότητες πραγματοποίησης ελιγμών και για αυτό το λόγο ενδεχομένως διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα αυτοκίνητα σε σχέση με τους νεότερους ηλικιακά και χωρίς εμπειρία οδηγούς.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **2,118**.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας X αντιπροσωπεύει το μέγεθος z_{resid} (Standard residual), δηλαδή τυπικά σφάλματα και ο άξονας Ψ το μέγεθος z_{pred} (Standard Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.



 Διάγραμμα 5.14 : Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο

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.

5.3.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών στο παραπάνω μοντέλο στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή, που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

Η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου που αναπτύχθηκε υπολογίστηκε σύμφωνα με τη σχέση:


$$e_i = \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y_i} = \beta_i * \frac{X_i}{Y_i}$$

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 $e_i = \beta_i * (X_i / Y_i)$, 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 μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

 Πίνακας 5.15: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νυχτερινή οδήγηση	39,300	3,707	0,1403	1,00
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-333,608	-31,330	-2,0212	-14,41
Φύλο	48,618	3,575	0,4137	2,95
Διακύμανση θέσης τιμονιού	-56,204	-14,072	-8,4085	-59,95
Οδηγική εμπειρία	-15,392	-2,118	-0,2338	-1,67

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 τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή $e_i = 0,1403$ (όπως φαίνεται με κίτρινο χρώμα στον Πίνακα 5.15).
- Την αμέσως μικρότερη επιρροή στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα εμφάνισε η μεταβλητή «Οδηγική εμπειρία» με επιρροή 1,67 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση».
- Η μεταβλητή «Διακύμανση θέσης τιμονιού» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της μέσης απόστασης

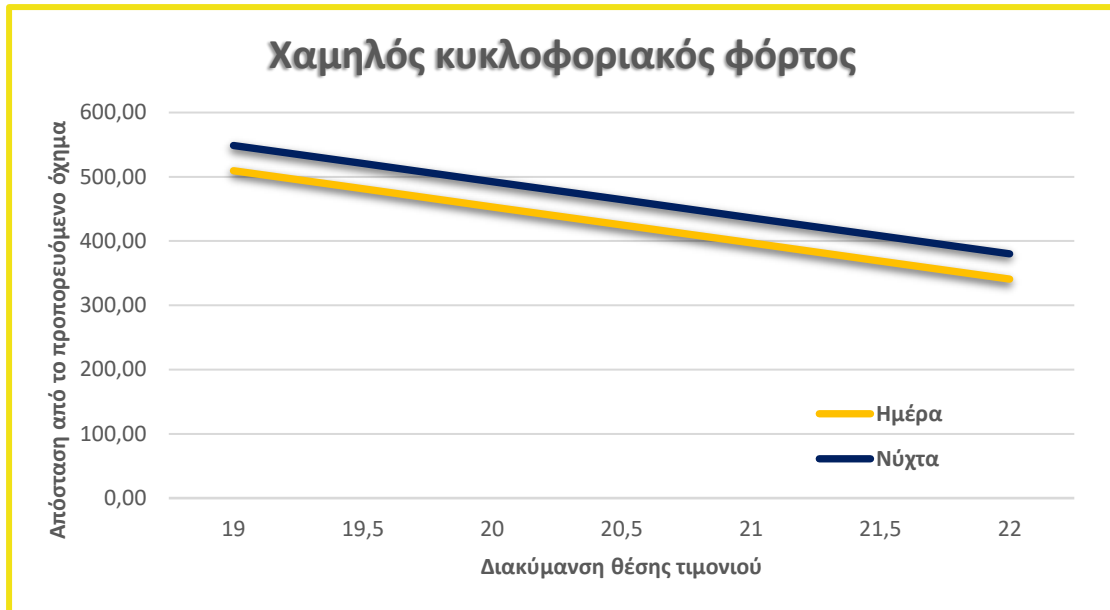
από το προπορευόμενο όχημα. Έχει 59,95 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση» και 4,16 φορές μεγαλύτερη από τη μεταβλητή «Κυκλοφοριακές συνθήκες» που είναι η δεύτερη τη τάξει επιρροή στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

- Η μεταβλητή «Κυκλοφοριακές συνθήκες» επηρεάζει σημαντικά τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και μάλιστα κατά 14,41 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση». Επίσης, επηρεάζει 4,89 φορές περισσότερο το μοντέλο από τη μεταβλητή «Φύλο» και 8,65 φορές από τη μεταβλητή «Οδηγική εμπειρία».
- Τέλος, η μεταβλητή «Φύλο» εμφανίζει 2,95 μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο σε σχέση με τη μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση» και 1,77 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Οδηγική εμπειρία».

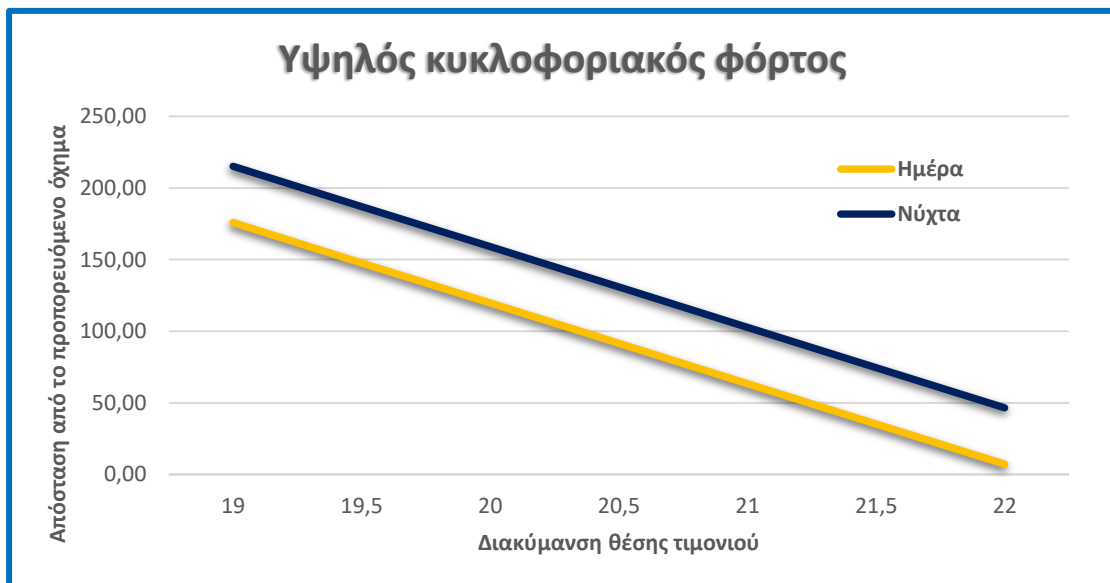
5.3.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

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 γραμμικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές.

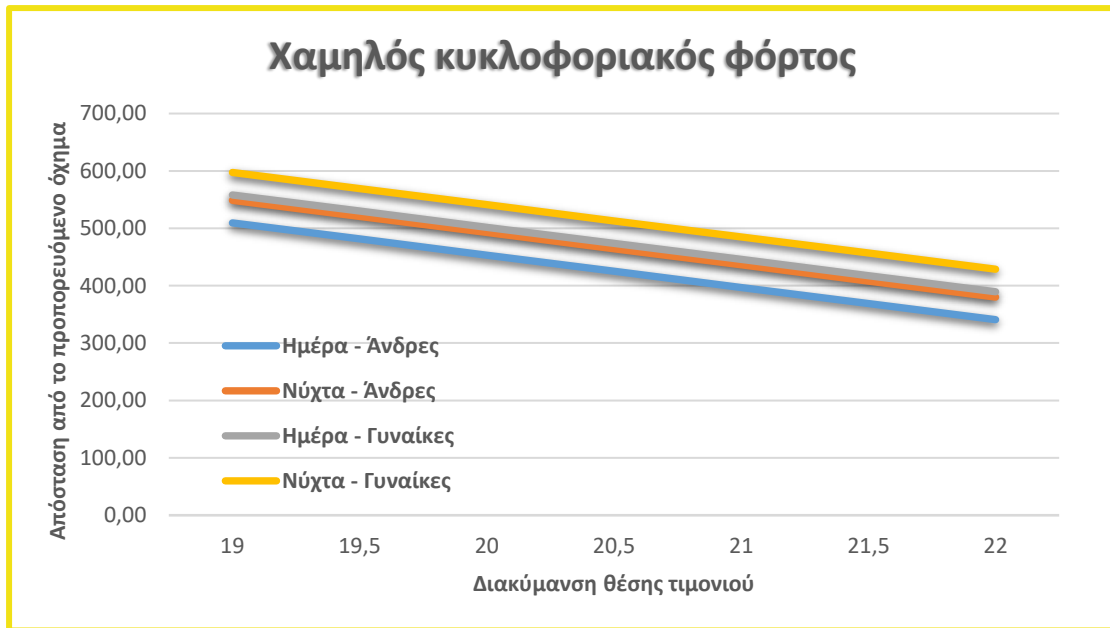
Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



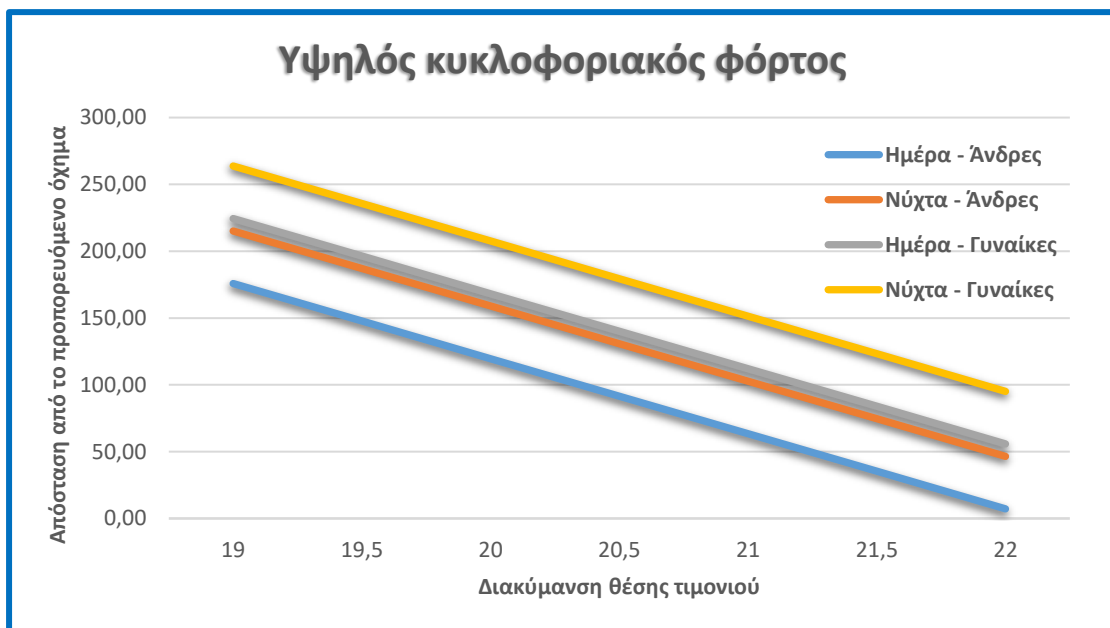
▮ Διάγραμμα 5.15: Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τη διακύμανση της θέσης του τιμονιού υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*gender=1, drv_exp=2*)



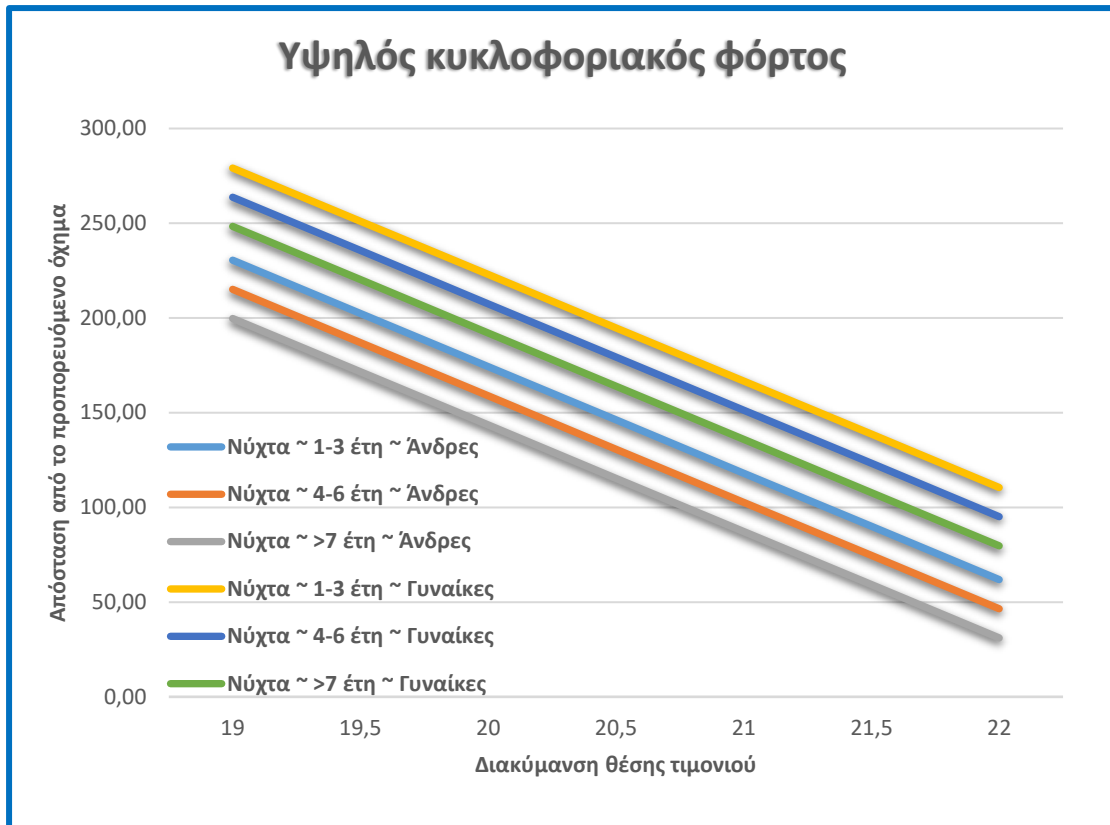
▮ Διάγραμμα 5.16: Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τη διακύμανση της θέσης του τιμονιού υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*gender=1, drv_exp=2*)



Διάγραμμα 5.17: Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τη διακύμανση της θέσης τιμονιού υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ανάλογα με το φύλο ($drv_exp=2$)



Διάγραμμα 5.18: Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τη διακύμανση της θέσης τιμονιού υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ανάλογα με το φύλο ($drv_exp=2$)



Διάγραμμα 5.19: Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τη διακύμανση της θέσης τιμονιού υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ανάλογα με το φύλο και την οδηγική εμπειρία του οδηγού

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα γενικά συμπεράσματα, σε συμφωνία με τα όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- Οι συμμετέχοντες σε όλες τις περιπτώσεις διατηρούσαν **μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** κατά τη διάρκεια της νύχτας, ενδεχομένως λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας του περιβάλλοντος οδήγησης.
- Τόσο υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο όσο και υπό χαμηλό, **οι γυναίκες οδηγοί** είχαν την τάση να διατηρούν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους άνδρες, καθώς έχει αποδειχθεί και από τη βιβλιογραφία ότι η γυναίκες είναι περισσότερο προσεκτικές οδηγοί.
- Οι οδηγοί διατηρούσαν μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα κατά τη διάρκεια της νύχτας και υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο όσο

αυξανόταν η οδηγική τους εμπειρία, ανεξάρτητα από το φύλο, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στον καλύτερο έλεγχο του αυτοκινήτου.

- Τόσο οι γυναίκες οδηγοί όσο και οι άνδρες φαίνεται να τηρούσαν **μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο, καθώς τόσο η δυσκολία οδήγησης λόγω της περιορισμένης ορατότητας όσο και τα περισσότερα οχήματα στο δρόμο, ενδεχομένως δεν επέτρεπαν την τήρηση μεγαλύτερης απόστασης.

5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό του χρόνου αντίδρασης σε ένα απρόοπτο συμβάν και θα αναλυθεί η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν το χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν, ανεξαρτήτως των κυκλοφοριακών συνθηκών που επικρατούν στην οδό.

5.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.4. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

AverReaction: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

week_dist: η απόσταση που διανύει περίπου ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης σε χιλιόμετρα

avoid_drv: αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγεί τη νύχτα (1= ναι, 0=όχι)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (1= άνδρας, 2= γυναίκα)

StdAverageSpeed: η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές *AverReaction*, *week_dist* και *StdAverageSpeed* ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές *Distractor*, *avoid_drv* και *gender*. Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών *Distractor*, *avoid_drv* και *gender* διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1.

5.4.2 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 >descriptive >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 **AverReaction** (μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν), **week_dist** (η απόσταση που διανύει περίπου ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης σε χιλιόμετρα) και

StdAverageSpeed (η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

 Πίνακας 5.16: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ReactionTime	100	450,0	1584,0	820,260	304,0875
week_dist	140	10,0	250,0	53,143	58,3106
StdevAverageSpeed	140	6,5	18,7	11,833	2,5431
Valid N (listwise)	100				

5.4.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

🌐 Πίνακας 5.17: Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations					
		Distractor	avoid_drv	gender	drv_exp
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140
avoid_drv	Pearson Correlation	0,000	1	,431**	-,221**
	Sig. (2-tailed)	1,000		,000	,009
	N	140	140	140	140
gender	Pearson Correlation	0,000	,431**	1	-,508**
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000		,000
	N	140	140	140	140
drv_exp	Pearson Correlation	0,000	-,221**	-,508**	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,009	,000	
	N	140	140	140	140

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

🌐 Πίνακας 5.18: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations				
		Distractor	avoid_drv	gender
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000
	N	140	140	140
avoid_drv	Pearson Correlation	0,000	1	,431**
	Sig. (2-tailed)	1,000		,000
	N	140	140	140
gender	Pearson Correlation	0,000	,431**	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000	
	N	140	140	140

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

📊 Πίνακας 5.19: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations						
		week_dist	StdevAverageSpeed	BrakeAverage	GearAverage	HWayAverage
week_dist	Pearson Correlation	1	-,099	-,167*	,056	-,070
	Sig. (2-tailed)		,243	,049	,508	,408
	N	140	140	140	140	140
StdevAverageSpeed	Pearson Correlation	-,099	1	,580**	,276**	-,107
	Sig. (2-tailed)	,243		,000	,001	,209
	N	140	140	140	140	140
BrakeAverage	Pearson Correlation	-,167*	,580**	1	-,173*	-,210*
	Sig. (2-tailed)	,049	,000		,040	,013
	N	140	140	140	140	140
GearAverage	Pearson Correlation	,056	,276**	-,173*	1	,012
	Sig. (2-tailed)	,508	,001	,040		,885
	N	140	140	140	140	140
HWayAverage	Pearson Correlation	-,070	-,107	-,210*	,012	1
	Sig. (2-tailed)	,408	,209	,013	,885	
	N	140	140	140	140	140

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

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

📊 Πίνακας 5.20: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

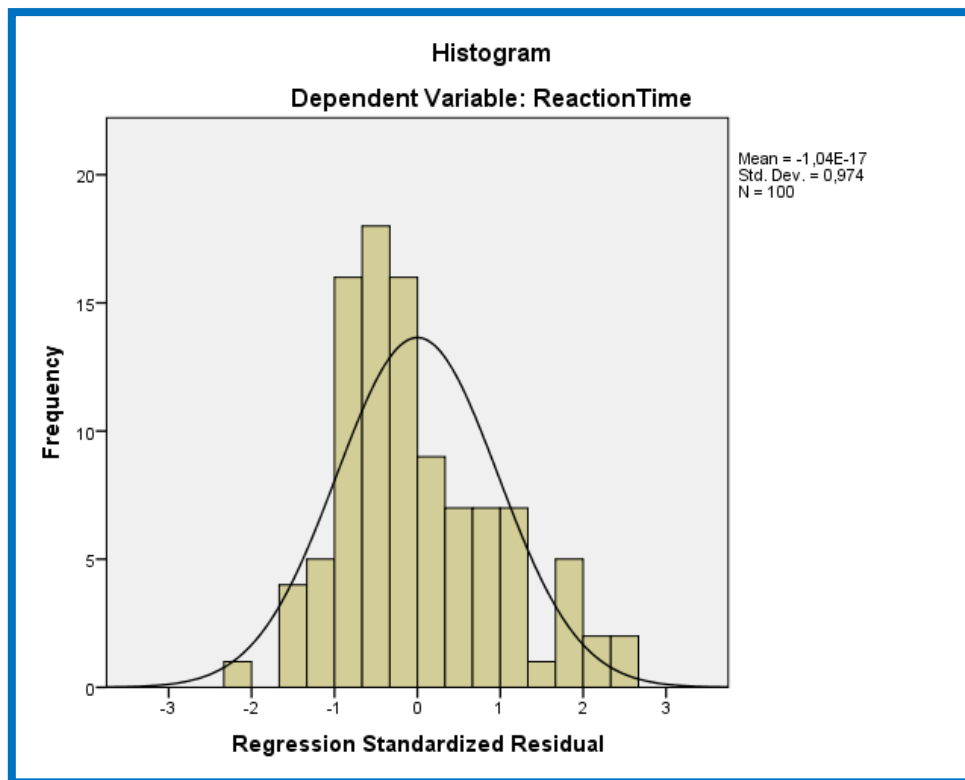
Correlations			
		week_dist	StdevAverageSpeed
week_dist	Pearson Correlation	1	-,099
	Sig. (2-tailed)		,243
	N	140	140
StdevAverageSpeed	Pearson Correlation	-,099	1
	Sig. (2-tailed)	,243	
	N	140	140

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 στο τελικό μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.

5.4.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου σχετικού με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή την ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς.

Η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού θα μελετηθεί μέσω του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται ο μέσος χρόνος αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν (AverReaction). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



 **Διάγραμμα 5.20:** Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του μέσου χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν

5.4.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: `analyze >regression >linear`.

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

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

Τα **τελικά αποτελέσματα** που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7, με μοναδική εξαίρεση τη μεταβλητή `Distractor` η οποία απορριπτόταν εάν είχε t μικρότερο του 1,3. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t \ll 1,7$). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθενται παρακάτω.

🌐 Πίνακας 5.21: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη γραμμική παλινδρόμηση

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	736,690	173,996		4,234	,000
	Distractor	100,375	56,312	,164	1,782	,078
	week_dist	,955	,477	,191	2,000	,048
	avoid_drv	137,402	73,579	,197	1,867	,065
	gender	148,150	65,027	,236	2,278	,025
	StdevAverageSpeed	-23,708	11,365	-,198	-2,086	,040
	vis_prob	13,605	60,670	,022	,224	,823

a. Dependent Variable: ReactionTime

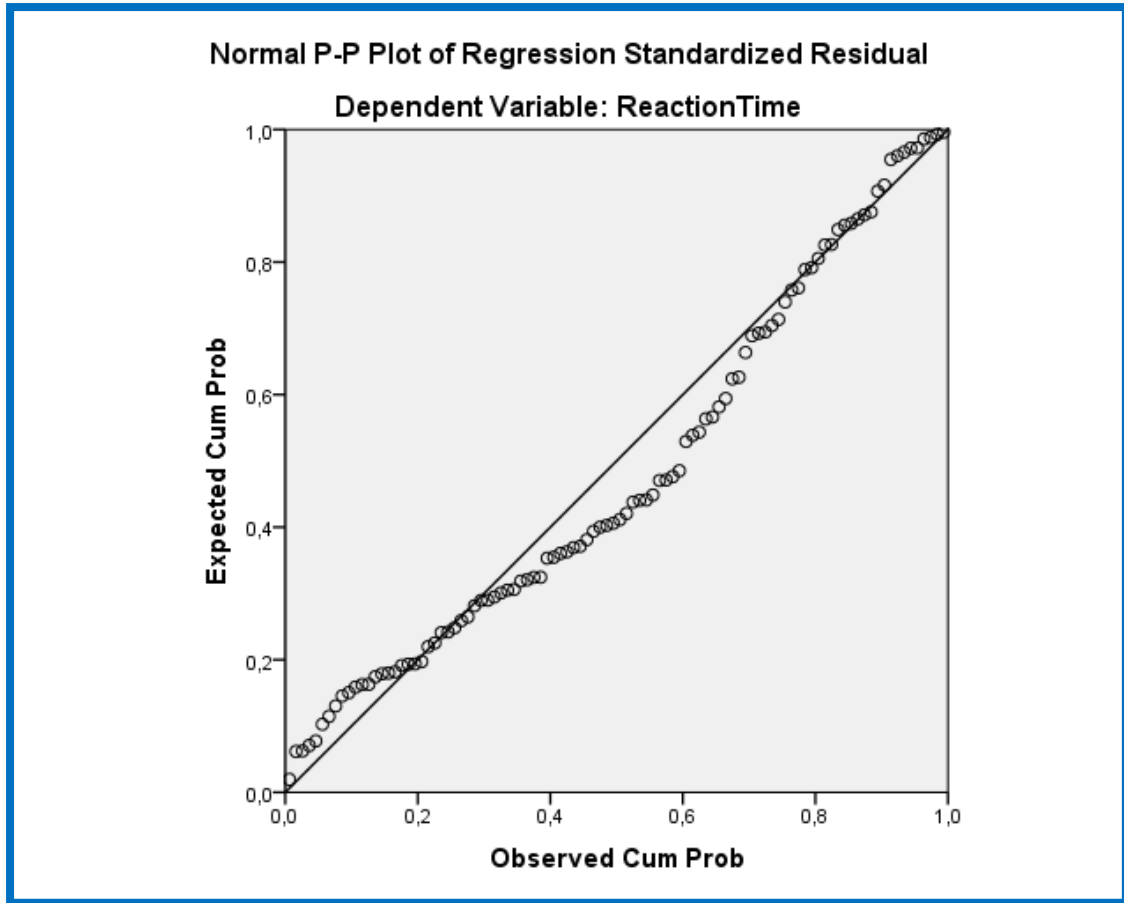
🌐 Πίνακας 5.22: Τελικά αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,476 ^a	,226	,185	274,4639

a. Predictors: (Constant), StdevAverageSpeed, week_dist, Distractor, avoid_drv, sex
 b. Dependent Variable: ReactionTime

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	743,888	170,144		4,372	,000
	Distractor	101,030	55,951	,165	1,806	,074
	week_dist	,969	,471	,193	2,058	,042
	avoid_drv	141,628	70,764	,203	2,001	,048
	gender	148,983	64,592	,238	2,307	,023
	StdevAverageSpeed	-24,145	11,140	-,201	-2,167	,033

a. Dependent Variable: ReactionTime



📊 Διάγραμμα 5.21: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

1. Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με 0,226 στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
3. Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας
4. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
5. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο (Διάγραμμα 5.21) θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**.

5.4.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε είναι:

AverReaction

$$= 743,888 + 101,030 \times \mathbf{Distractor} + 0,969 \times \mathbf{week_dist} \\ + 141,628 \times \mathbf{avoid_drv} + 148,983 \times \mathbf{gender} - 24,145 \\ \times \mathbf{StdevAverageSpeed}$$

Όπου:

AverReaction: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

week_dist: η απόσταση που διανύει περίπου ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εκτός πόλης σε χιλιόμετρα

avoid_drv: αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγεί τη νύχτα (1= ναι, 0=όχι)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (1= άνδρας, 2= γυναίκα)

StdAverageSpeed: η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν, εμφανίζεται θετικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση σε επαρχιακή οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας), τόσο **αυξάνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «AverReaction». Δηλαδή, παρατηρείται ότι οι

οδηγοί είχαν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ερμηνεύσιμο, καθώς είναι φυσικό οι οδηγοί στο περιβάλλον στο οποίο υπάρχει ο παράγοντας της νύχτας, ενδεχομένως να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκεντρωθούν αποκλειστικά και μόνο στη διαδρομή, καθώς εμπεριέχονται πολλοί κίνδυνοι κατά την οδήγηση τη νύχτα σε επαρχιακή οδό, με αποτέλεσμα να αργούν να αντιληφθούν τα πιθανά συμβάντα και έτσι να έχουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **1,806** πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΔΙΑΝΥΕΙ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΩΣ Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ

Η διακριτή μεταβλητή «week_dist» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας και εξετάζει πόσα χιλιόμετρα διανύει ο συμμετέχων εκτός πόλης εβδομαδιαίως. Η μεταβλητή αυτή εντοπίζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο, δηλαδή όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει, τόσο **αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης** των οδηγών. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι, οδηγοί οι οποίοι οδηγούν πιο συχνά σε επαρχιακή οδό, πιθανώς έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη εξοικείωση, με αποτέλεσμα να υπερεκτιμούν την οδηγική τους ικανότητα σε αυτό το περιβάλλον. Γι' αυτό το λόγο εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **2,058**.

Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΑΠΟΦΕΥΓΕΙ ΝΑ ΟΔΗΓΕΙ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

Η διακριτή μεταβλητή «avoid_drn» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη του πειράματος και εξετάζει το αν ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η μεταβλητή, αν και διακριτή, έχει την έννοια της φυσικής διάταξης, επομένως όταν η μεταβλητή παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή (δηλαδή avoid_drn=1) σημαίνει ότι ο συμμετέχων αποφεύγει να οδηγεί κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο μοντέλο εμφανίζεται με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όταν η μεταβλητή πάρει τη μέγιστη τιμή, δηλαδή 1, τότε **θα αυξηθεί ο μέσος χρόνος αντίδρασης του οδηγού**. Αυτό σημαίνει ότι οδηγοί οι οποίοι δήλωσαν ότι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας λόγω της περιορισμένης ορατότητας και του ανύπαρκτου φωτισμού οδού στην επαρχιακή οδό, τελικά ήταν αυτοί οι οποίοι είχαν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν, ενώ αντίθετα αυτοί που είπαν ότι δεν θα

απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας (δηλαδή avoid_drv=0) , ήταν αυτοί οι οποίοι είχαν μικρότερο χρόνο αντίδρασης. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί που αποφεύγουν να οδηγήσουν τη νύχτα μπορεί να είναι πιο φοβισμένοι και ταυτόχρονα λιγότερο έτοιμοι, καθώς σύμφωνα με την απάντησή τους τους δυσκολεύει ο παράγοντας της νύχτας στην οδήγηση, με αποτέλεσμα να έχουν και μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της μεταβλητής στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν είναι **2,001**.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «AverReaction». Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι άνδρες (δηλαδή gender=1) έχουν μικρότερο χρόνο αντίδρασης σε σχέση με αυτόν που έχουν οι γυναίκες (δηλαδή gender=2). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο προσεκτικές οδηγοί, όμως είναι και εκείνες που δεν έχουν γρήγορα αντανακλαστικά, σε σύγκριση με τους άνδρες οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις οδηγικές τους ικανότητες και κατά συνέπεια στα αντανακλαστικά τους για αυτό και έχουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης.

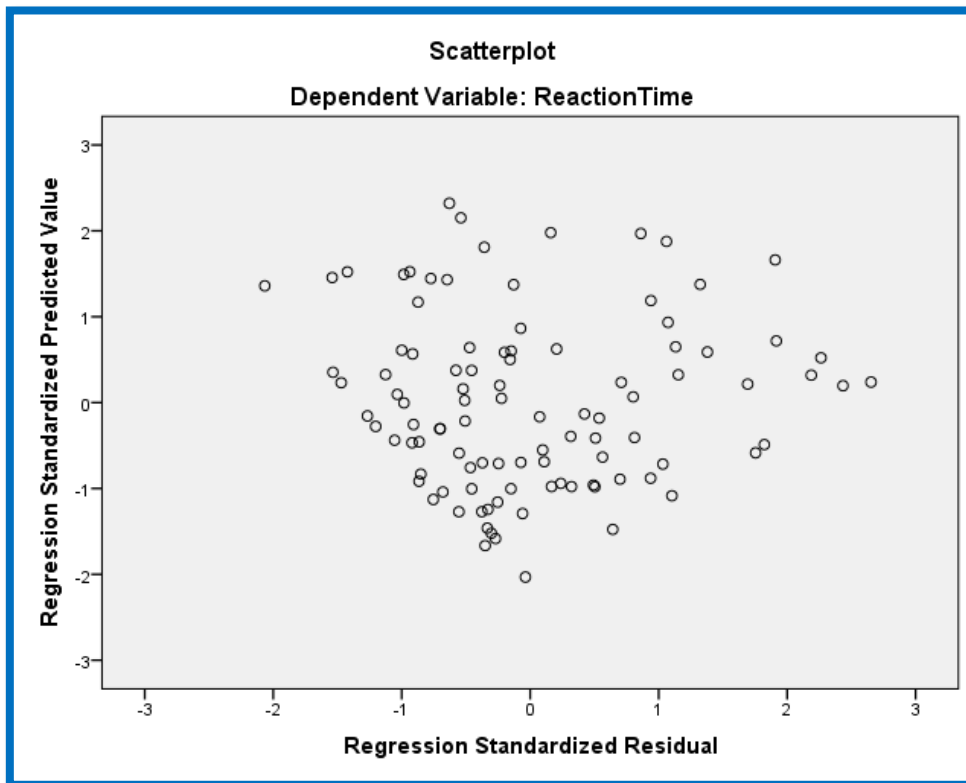
Η μεταβλητή «gender» θεωρείται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** είναι **2,307**.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η συνεχής μεταβλητή «StdAverageSpeed» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται **μείωση του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν**. Συνεπώς, η αύξηση της διακύμανσης της μέσης ταχύτητας οδήγησης επιφέρει μείωση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι, οι πιο επιθετικοί οδηγοί έχουν συνήθως και καλύτερα αντανακλαστικά, δηλαδή μικρότερους χρόνους αντίδρασης και ως εκ τούτου έχουν την τάση να αυξάνουν και να μειώνουν πολύ την ταχύτητά τους, δηλαδή έχουν μεγάλη διακύμανση στην ταχύτητα οδήγησης, ενώ αντίθετα οι πιο δειλοί και επιφυλακτικοί οδηγοί έχουν χαμηλότερα αντανακλαστικά, για αυτό τον λόγο δεν έχουν μεγάλη διακύμανση στην ταχύτητα οδήγησής τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **t-test** της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «StdAverageSpeed» είναι **2,167**.

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



 Διάγραμμα 5.21 : Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι **δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών των σφαλμάτων**. Επιπρόσθετα, φαίνεται η σταθερή διασπορά των σφαλμάτων γύρω από το μηδέν και η κατά προσέγγιση μηδενική τιμή του μέσου όρου. Αναφέρεται ότι η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης. Τα προαναφερθέντα συγκλίνουν στο ότι πληρούνται ικανοποιητικά και οι τέσσερις προϋποθέσεις για τον έλεγχο του σφάλματος, ώστε αυτό να μην επηρεάζει τα αποτελέσματα του μοντέλου.

5.4.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών στο παραπάνω μοντέλο στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή, που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

Η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου που αναπτύχθηκε υπολογίστηκε σύμφωνα με τη σχέση:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y_i} = \beta_i * \frac{X_i}{Y_i}$$

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 $e_i = \beta_i * (X_i / Y_i)$, 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 μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

 Πίνακας 5.23: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Χρόνος αντίδρασης			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νυχτερινή οδήγηση	101,030	1,806	0,0784	1,91
Διανυόμενα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0,969	2,058	0,0697	1,70
Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα	141,628	2,001	0,0411	1,00
Φύλο	148,983	2,307	0,2718	6,62
Διακύμανση ταχύτητας οδήγησης	-24,145	-2,167	-0,3874	-9,43

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 τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών **στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν**, παρατηρούμε τα εξής:

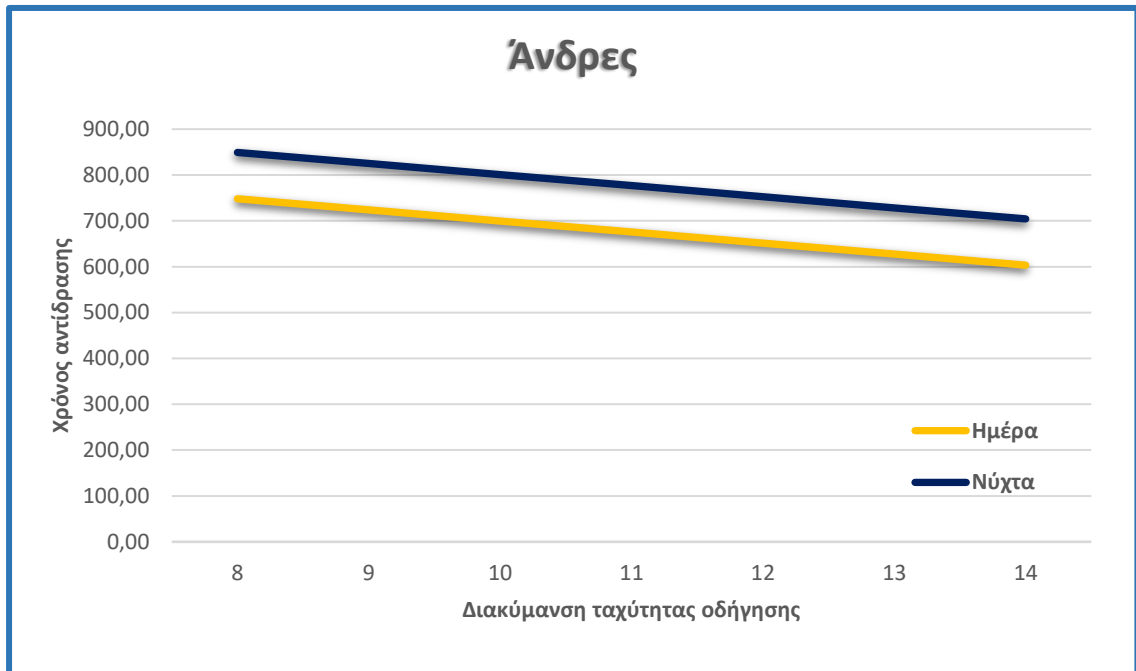
- Η μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή $e_i = 0,0411$ (όπως φαίνεται με κίτρινο χρώμα στον Πίνακα 5.23).
- Την αμέσως μικρότερη επιρροή στο μέσο χρόνο αντίδρασης οδηγού εμφάνισε η μεταβλητή «Διανυόμενα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως» με επιρροή 1,70 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα».

- Η μεταβλητή «Διακύμανση ταχύτητας οδήγησης» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόοπτο συμβάν. Έχει 9,43 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα» και 1,43 φορές μεγαλύτερη από τη μεταβλητή «Φύλο» που είναι η δεύτερη τη τάξει επιρροή στο μέσο χρόνο αντίδρασης οδηγού.
- Η μεταβλητή «Φύλο» επηρεάζει σημαντικά το μέσο χρόνο αντίδρασης οδηγού και μάλιστα κατά 6,62 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα». Επίσης, επηρεάζει 3,9 φορές περισσότερο το μοντέλο από τη μεταβλητή «Διανυόμενα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως» και 3,47 φορές από τη μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση».
- Τέλος, η μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση» εμφανίζει 1,91 μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο σε σχέση με τη μεταβλητή «Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα» και 1,12 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Διανυόμενα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως».

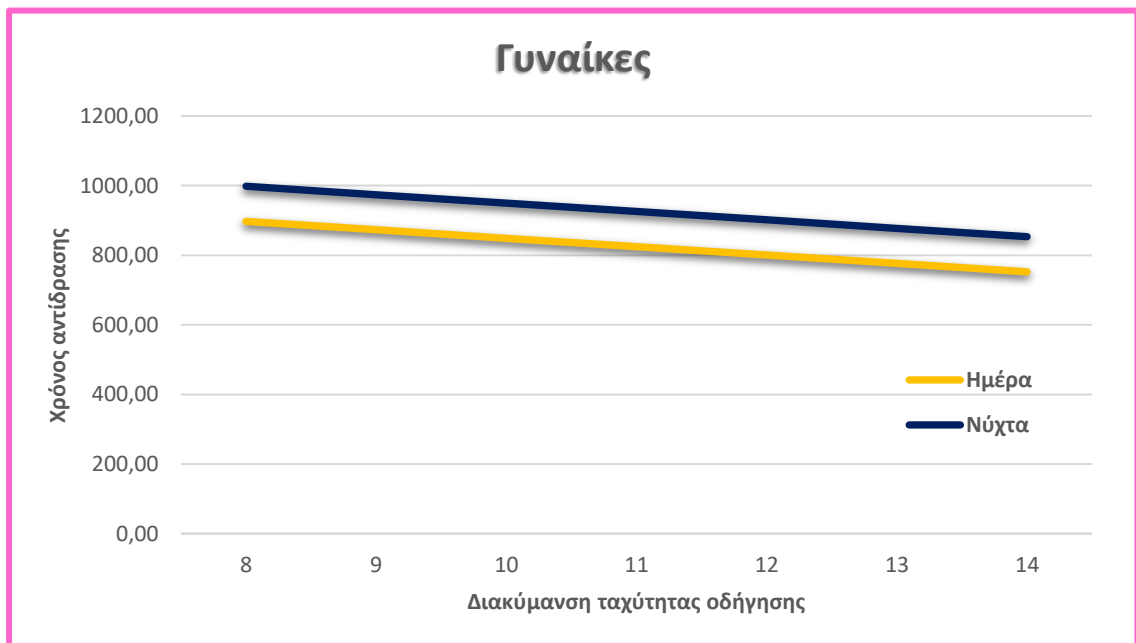
5.4.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

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 γραμμικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές.

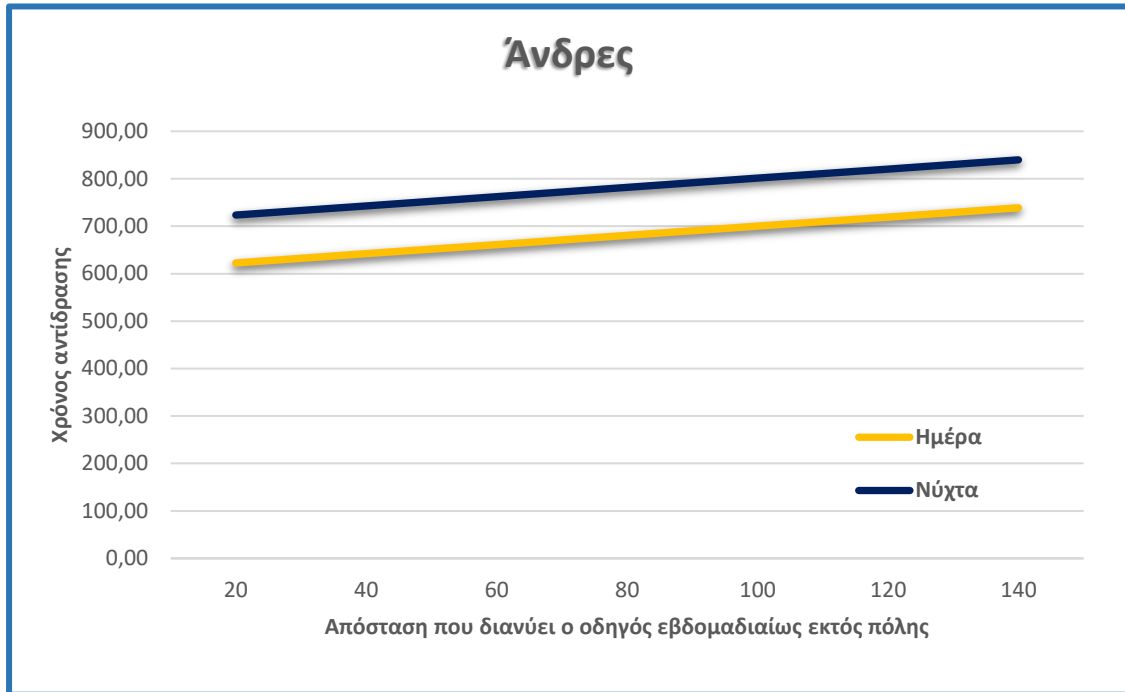
Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



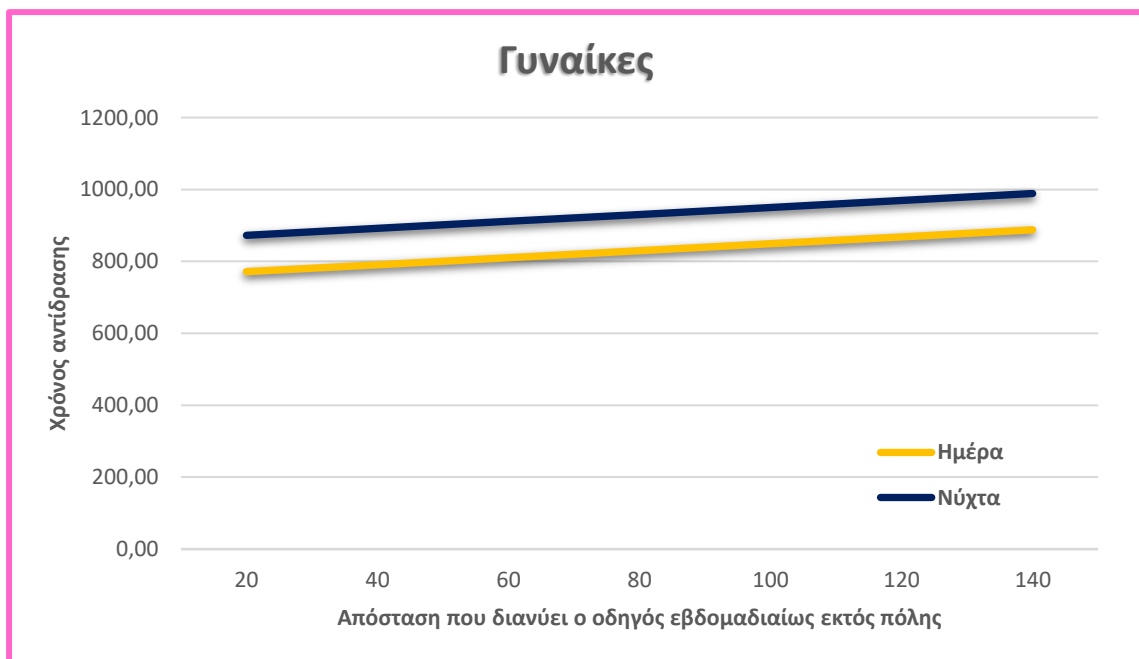
Διάγραμμα 5.22: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της ταχύτητας οδήγησης για τους άνδρες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*week_dist=50, avoid_drv=0*)



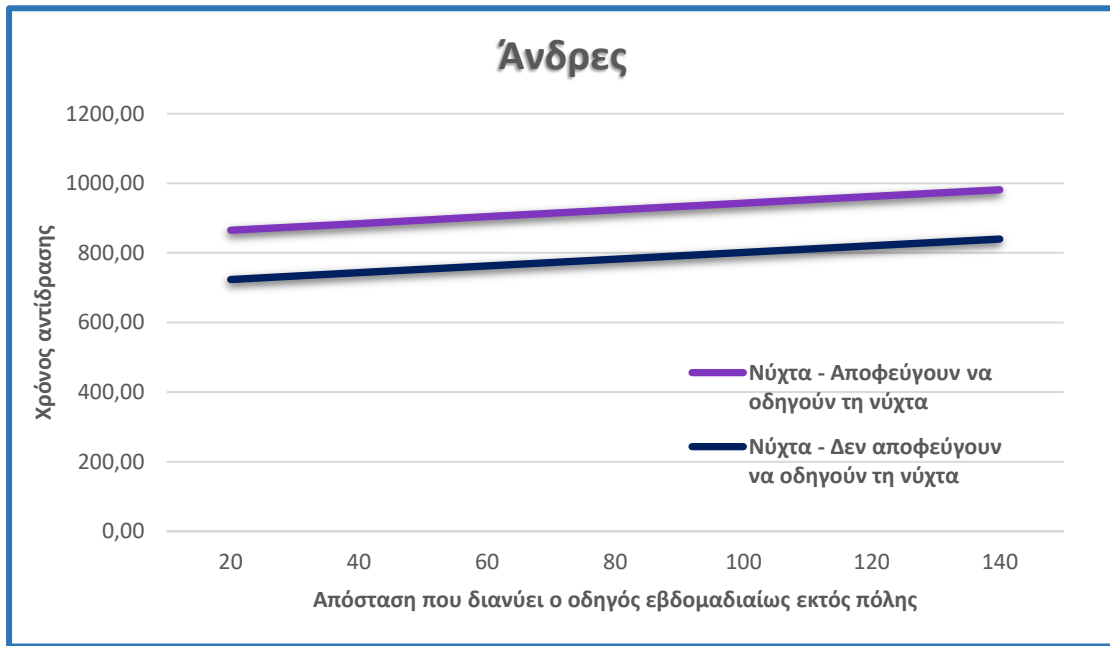
Διάγραμμα 5.23: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της ταχύτητας οδήγησης για τις γυναίκες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας (*week_dist=50, avoid_drv=0*)



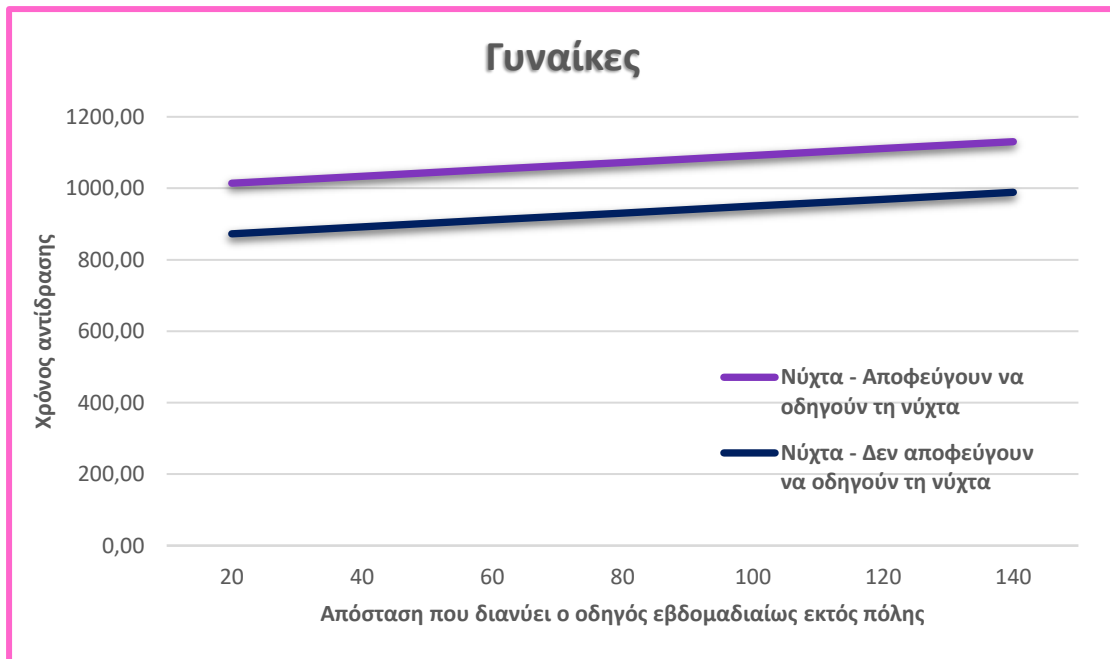
Διάγραμμα 5.24: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης για τους άνδρες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ($StdAverageSpeed=12$, $avoid_drv=0$)



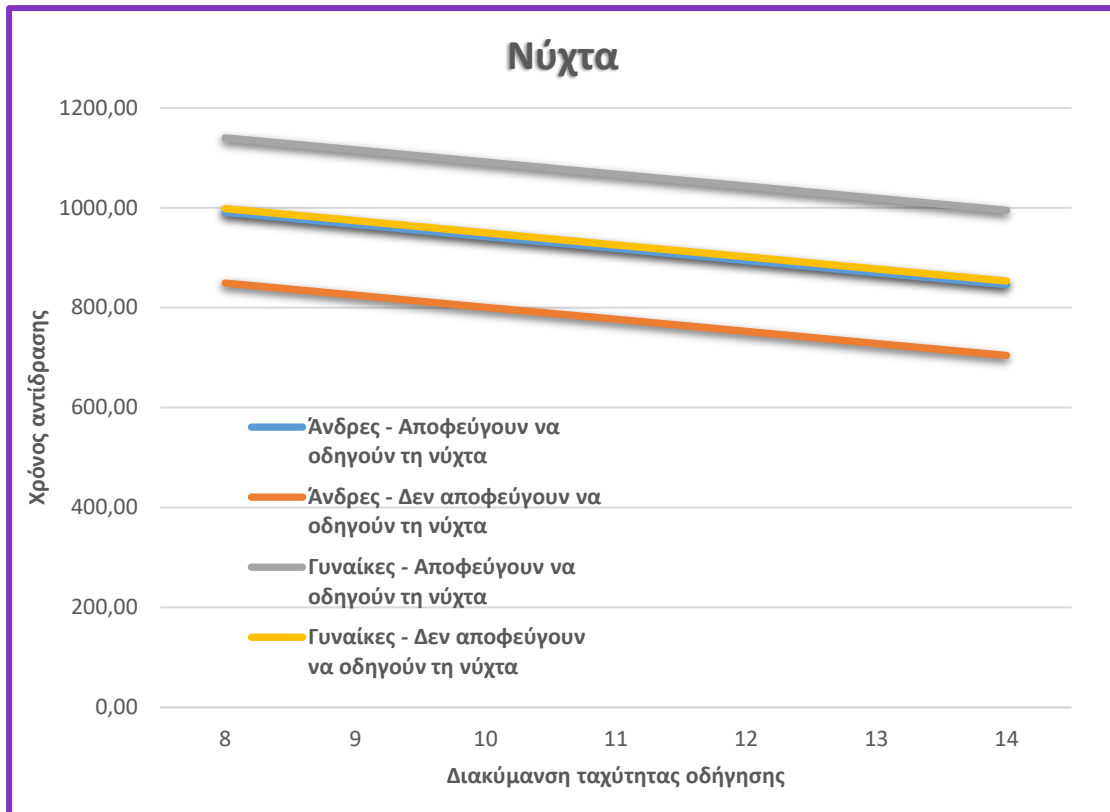
Διάγραμμα 5.25: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης για τις γυναίκες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ($StdAverageSpeed=12$, $avoid_drv=0$)



Διάγραμμα 5.26: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης για τους άνδρες κατά τη διάρκεια της νύχτας για συμμετέχοντες που αποφεύγουν ή όχι να οδηγούν τη νύχτα (StdAverageSpeed=12)



Διάγραμμα 5.27: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με την απόσταση που διανύει ο οδηγός εβδομαδιαίως εκτός πόλης για τις γυναίκες κατά τη διάρκεια της νύχτας για συμμετέχοντες που αποφεύγουν ή όχι να οδηγούν τη νύχτα (StdAverageSpeed=12)



Διάγραμμα 5.28: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της ταχύτητας οδήγησης κατά τη διάρκεια της νύχτας ανάλογα με το φύλο και για συμμετέχοντες που αποφεύγουν ή όχι να οδηγούν τη νύχτα (*week_dist=50*)

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα **γενικά συμπεράσματα**, σε συμφωνία με τα όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- Οι συμμετέχοντες παρουσίασαν σε οποιαδήποτε περίπτωση **μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν** κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα συγκριτικά με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας του περιβάλλοντος οδήγησης.
- **Οι γυναίκες οδηγοί** είχαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε σχέση με τους άνδρες, ανεξαρτήτως της χρονικής περιόδου της διαδρομής, καθώς έχει αποδειχθεί και από τη βιβλιογραφία ότι οι γυναίκες οδηγοί συχνά είναι λιγότερο συγκεντρωμένες στην οδήγηση.
- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι παρουσίαζαν μεγαλύτερη διακύμανση της ταχύτητας οδήγησης, είχαν και **μικρότερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν**, ανεξάρτητα τη χρονική περίοδο της διαδρομής, καθώς έχει

παρατηρηθεί ότι οι πιο επιθετικοί οδηγοί είναι εκείνοι που έχουν συνήθως καλύτερα αντανακλαστικά.

- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι **διανύουν εβδομαδιαίως περισσότερα χιλιόμετρα εκτός πόλης**, φαίνεται να είναι και εκείνοι που είχαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης, ανεξαρτήτως φύλου, σε σχέση με αυτούς που διανύουν λιγότερα χιλιόμετρα, καθώς οι πρώτοι υπερεκτιμούν τις οδηγικές τους ικανότητες, ενδεχομένως λόγω της εξοικείωσής τους με το περιβάλλον οδήγησης. Και οι δύο παραπάνω κατηγορίες οδηγών εμφάνιζαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν κατά τη διάρκεια της νύχτας, σε σχέση με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Όσοι από τους συμμετέχοντες **αποφεύγουν να οδηγούν τη νύχτα**, φαίνεται να ήταν εκείνοι που είχαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε σχέση με αυτούς που δεν αποφεύγουν, καθώς οι πρώτοι μπορεί να νιώθουν λιγότερο έτοιμοι να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας, σύμφωνα με την απάντηση που έδωσαν. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε στην οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Τόσο οι γυναίκες οδηγοί όσο και οι άνδρες κατά τη διάρκεια της νύχτας οι οποίοι αποφεύγουν να οδηγούν τη νύχτα εμφανίζουν **μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης**, συγκριτικά με τους άνδρες και τις γυναίκες που δεν αποφεύγουν να οδηγούν τη νύχτα.

5.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη των μοντέλων που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και θα αναλυθεί η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Με τον όρο **ατύχημα** θεωρείται η σύγκρουση με άλλο όχημα (στο ίδιο ή στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας), η **σύγκρουση με ζώο** (απρόοπτο συμβάν) ή σταθερό αντικείμενο καθώς και η εκτροπή από την οδό. Στην παρούσα Διπλωματική, ως πιθανότητα ατυχήματος θα θεωρηθεί μόνο η σύγκρουση με ζώο.

5.5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.4. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

AccProb: η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα στον οδηγό (1=ναι, 0=όχι)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

drv_exp: η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντος σε έτη (1=[20-24], 2=[25-27] , 3=[28-30])

age: : η ηλικία του συμμετέχοντος (1=20-24, 2=25-27 , 3=28-30)

StdTheadAverage: η διακύμανση της μέσης χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (1= άνδρας, 2= γυναίκα)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, η μεταβλητή StdTheadAverage ορίστηκε ως συνεχής (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές AccProb, Distractor και gender, ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) και τέλος, οι μεταβλητές drv_exp και age ορίστηκαν ως διακριτές έχοντας την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών AccProb, Distractor και gender διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1 και για τις μεταβλητές drv_exp και age οι δυνατές τιμές ήταν από 1 έως 3.

5.5.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Με στόχο τη διερεύνηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα ως εξαρτημένη μεταβλητή ελήφθη η μεταβλητή «AccProb», 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= ατύχημα, 0= όχι ατύχημα).

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

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

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

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

Επιπροσθέτως, **ελέγχεται σε ποιο ποσοστό** το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης είναι σε θέση να προβλέψει σωστά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Επιθυμείται να προβλέπεται 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 65% και να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο αντίστοιχων ποσοστών των δυο ενδεχομένων.

5.5.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διαδικασία της μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται και πάλι μέσω της εντολής `analyze >correlate >bivariate correlations`). Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πεδίο `Variables`. Απόλυτες τιμές των συντελεστών κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Αξίζει να επισημανθεί ότι οι τελικές μεταβλητές επελέγησαν **μετά από μεγάλο αριθμό δοκιμών**. Μερικά αποτελέσματα που παρουσίαζαν υψηλή συσχέτιση, άρα δεν ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους, παρουσιάζονται παρακάτω μαζί με τους πίνακες τελικών μεταβλητών.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Παρόλο που το στατιστικό πρόγραμμα, μεταξύ των μεταβλητών «age» και «drv_exp» του (Πίνακα 5.24) υπολόγισε ότι, υπάρχει συσχέτιση, αυτές δεν αγνοήθηκαν από τα μοντέλα καθώς είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και το ενδεχόμενο να συμβούν ρυθμίζεται τυχαία.

 Πίνακας 5.24: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα

		Correlations			
		Distractor	drv_exp	age	gender
Distractor	Pearson Correlation	1	0,000	0,000	0,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000
	N	140	140	140	140
drv_exp	Pearson Correlation	0,000	1	,677**	-,508**
	Sig. (2-tailed)	1,000		,000	,000
	N	140	140	140	140
age	Pearson Correlation	0,000	,677**	1	-,206*
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000		,015
	N	140	140	140	140
gender	Pearson Correlation	0,000	-,508**	-,206*	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000	,015	
	N	140	140	140	140

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

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

5.5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στη συνέχεια παρατίθενται τα τελικά αποτελέσματα της λογιστικής παλινδρόμησης που περιγράφουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε επαρχιακή οδό.

📊 Πίνακας 5.25: Τελικά αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης

Observed		Predicted			
		AccProb		Percentage Correct	
		,0	1,0		
Step 1	AccProb	,0	105	3	97,2
		1,0	23	9	28,1
Overall Percentage					81,4

a. The cut value is ,500

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	Distractor	1,426	,470	9,194	1	,002	4,160
	drv_exp	,779	,405	3,695	1	,055	2,180
	age	-,700	,364	3,694	1	,055	,496
	StdTheadAverage	,006	,002	6,470	1	,011	1,006
	gender	,793	,529	2,246	1	,134	2,210
	Constant	-4,049	1,314	9,497	1	,002	,017

a. Variable(s) entered on step 1: Distractor, drv_exp, age, StdTheadAverage, gender.

📊 Πίνακας 5.26: Πίνακας με τους λογάριθμους των συναρτήσεων πιθανοφάνειας στη λογιστική παλινδρόμηση

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Iteration		-2 Log likelihood
Step 0	1	150,944

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	131,618 ^a

Υπολογισμός του κριτηρίου λόγου πιθανοφανειών (LRT):

Likelihood Ratio test:

$$LRT = -2(L(b) - L(0)) = 131,618 - 150,944 = 19,326 > \chi^2 = 16,750$$

με 5 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ²:

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(b)}{L(0)} = 1 - \frac{131,618}{150,944} = 0,128$$

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

1. Οι **λόγοι πιθανοφανειών** του μοντέλου (Likelihood Ratio test) ικανοποιούν το κριτήριο: $LRT = -2 * (L(b) - L(0)) = 19,326 > \chi^2 = 16,750$ με n-1 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
2. Ο **συντελεστής ρ^2** υπολογίσθηκε ίσος με **0,128** στο μοντέλο τις πιθανότητας να συμβεί ατύχημα
3. Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας
4. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
5. Ο μέσος όρος του ποσοστού **που προβλέπονται τα ατυχήματα** είναι 81,4% > 65%. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι συνέβη ατύχημα είναι 28,1%, ενώ ότι δε συνέβη 97,2%
6. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **Wald μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.

5.5.5 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:

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

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$U = -4,049 + 1,426 \times \mathbf{Distractor} + 0,779 \times \mathbf{drv_exp} - 0,7 \times \mathbf{age} + 0,006 \times \mathbf{StdTheadAverage} + 0,793 \times \mathbf{gender}$$

Όπου:

Distractor: οδήγηση σε επαρχιακό οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας (1=ναι, 0=όχι)

drv_exp: η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντος σε έτη (1=[20-24], 2=[25-27] , 3=[28-30])

age: : η ηλικία του συμμετέχοντος (1=20-24, 2=25-27 , 3=28-30)

StdTheadAverage: η διακύμανση της μέσης χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (1= άνδρας, 2= γυναίκα)

ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα, εμφανίζεται θετικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση σε επαρχιακή οδό κατά τη διάρκεια της νύχτας), τόσο **αυξάνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «AccProb». Δηλαδή, η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα . Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί λογικά, καθώς κατά τη διάρκεια της νυχτερινής οδήγησης οι συνθήκες είναι δυσμενείς, παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων και η ορατότητα είναι μειωμένη.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **Wald** είναι **9,194** πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «drv_exp», συνεπάγεται ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της τιμής** της εξαρτημένης μεταβλητής «AccProb». Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντος, τόσο πιθανώς να νιώθουν περισσότερο εξοικειωμένοι με την οδήγηση. Επομένως, οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη επίγνωση των ικανοτήτων τους για το χειρισμό του οχήματος με αποτέλεσμα σχεδόν πάντα να υπερεκτιμούν τις δυνατότητές τους και να αγνοούν τους πιθανούς κινδύνους για αυτό και είναι πιο αφελείς ως προς το να προκαλέσουν ατύχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη **Wald** είναι **3,695**.

ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Age», συνεπάγεται ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή ανήκει στην κατηγορία 3 (Age=3), έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση της τιμής** της εξαρτημένης μεταβλητής «AccProb». Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο, καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του συμμετέχοντος, τόσο μειώνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Αυτό το συμπέρασμα όμως, δεν σχετίζεται πάντα με την οδηγική εμπειρία, διότι μπορεί και ένας μεγάλος σε ηλικία άνθρωπος να έχει μικρή οδηγική εμπειρία. Επομένως, η ηλικία έχει να κάνει καθαρά με την ωριμότητα και τη συμπεριφορά που έχει κάποιος στην οδήγηση.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη **Wald** είναι **3,694**.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Η συνεχής μεταβλητή «StdTheadAverage» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με θετικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται **αύξηση της πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Συνεπώς, η αύξηση της διακύμανσης της μέσης χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα επιφέρει αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι, οι πιο επιθετικοί οδηγοί οι οποίοι είναι οι πρώτοι υποψήφιοι στο να προκαλέσουν ατύχημα και ενδεχομένως λόγω της νευρικότητάς τους έχουν την τάση να έχουν μεγάλη διακύμανση στη χρονοαπόσταση που διατηρούν από το προπορευόμενο όχημα, ενώ αντίθετα οι πιο

δειλοί οδηγοί, είναι και πιο σταθεροί στην οδήγησή τους, που σημαίνει ότι έχουν μικρότερη διακύμανση στη χρονοαπόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη **Wald** της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «StdTheadAverage» είναι **6,470**.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο της να συμβεί ατύχημα με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι άνδρες (δηλαδή gender=1) έχουν μικρότερη πιθανότητα να προκαλέσουν ατύχημα σε σχέση με τις γυναίκες (δηλαδή gender=2). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται εκείνες που είναι λιγότερο συγκεντρωμένες στην οδήγηση, σε σύγκριση με τους άνδρες.

Η τιμή του δείκτη **Wald** της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα είναι **2,246**.

5.5.6 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.

 Πίνακας 5.27: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα να συμβεί ατύχημα			
	βι	Wald	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νυχτερινή οδήγηση	1,426	9,194	1,7200	4,73
Οδηγική εμπειρία	0,779	3,695	1,2049	3,32
Ηλικία	-0,700	3,694	0,3633	1,00
Διακύμανση χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα	0,006	6,470	0,4104	1,13
Φύλο	0,793	2,246	0,6471	1,78

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 τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών **στο μοντέλο της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**, παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή «Ηλικία» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή $e_i = 0,3633$ (όπως φαίνεται με κίτρινο χρώμα στον Πίνακα 5.26).
- Την αμέσως μικρότερη επιρροή στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα εμφάνισε η μεταβλητή «Διακύμανση χρονοαπόστασης από το

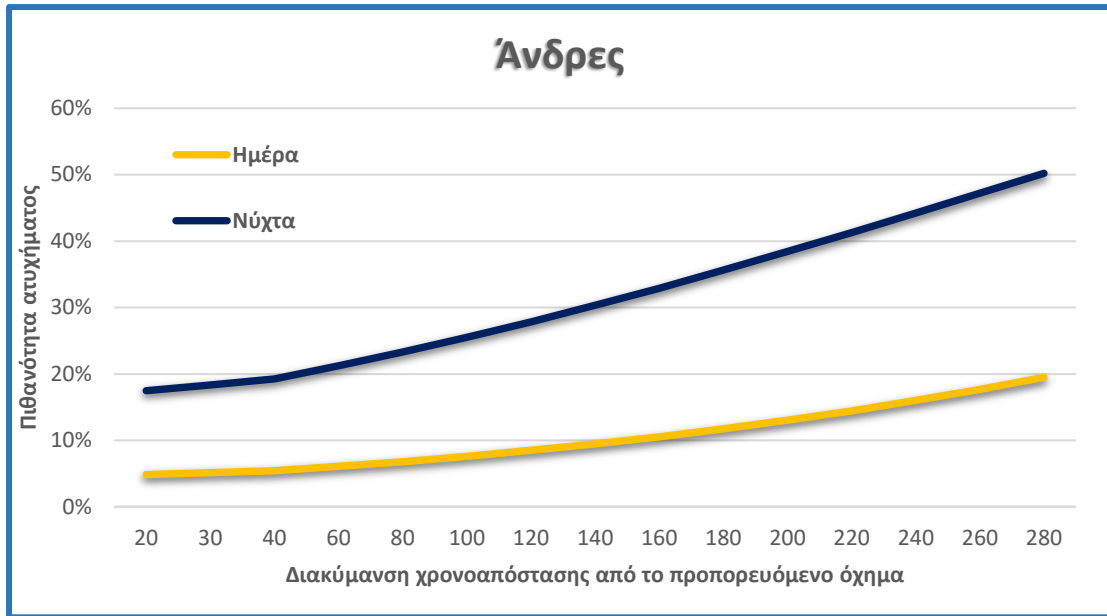
προπορευόμενο όχημα» με επιρροή 1,13 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Ηλικία».

- Η μεταβλητή «Νυχτερινή οδήγηση» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Έχει 4,73 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «Ηλικία» και 1,43 φορές μεγαλύτερη από τη μεταβλητή «Οδηγική εμπειρία» που είναι η δεύτερη τη τάξει επιρροή στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
- Η μεταβλητή «Οδηγική εμπειρία» επηρεάζει σημαντικά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και μάλιστα κατά 3,32 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «Ηλικία». Επίσης, επηρεάζει 1,86 φορές περισσότερο το μοντέλο από τη μεταβλητή «Φύλο» και 2,94 φορές από τη μεταβλητή «Διακύμανση χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα».
- Τέλος, η μεταβλητή «Φύλο» εμφανίζει 1,78 μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο σε σχέση με τη μεταβλητή «Ηλικία» και 1,58 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «Διακύμανση χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα».

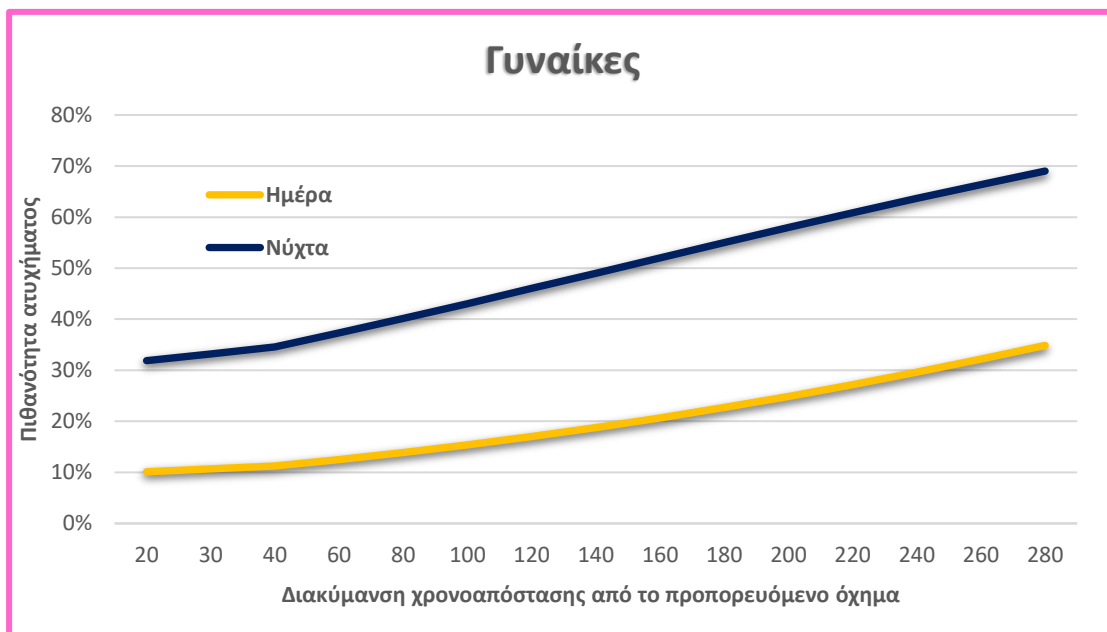
5.5.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

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 λογιστικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές.

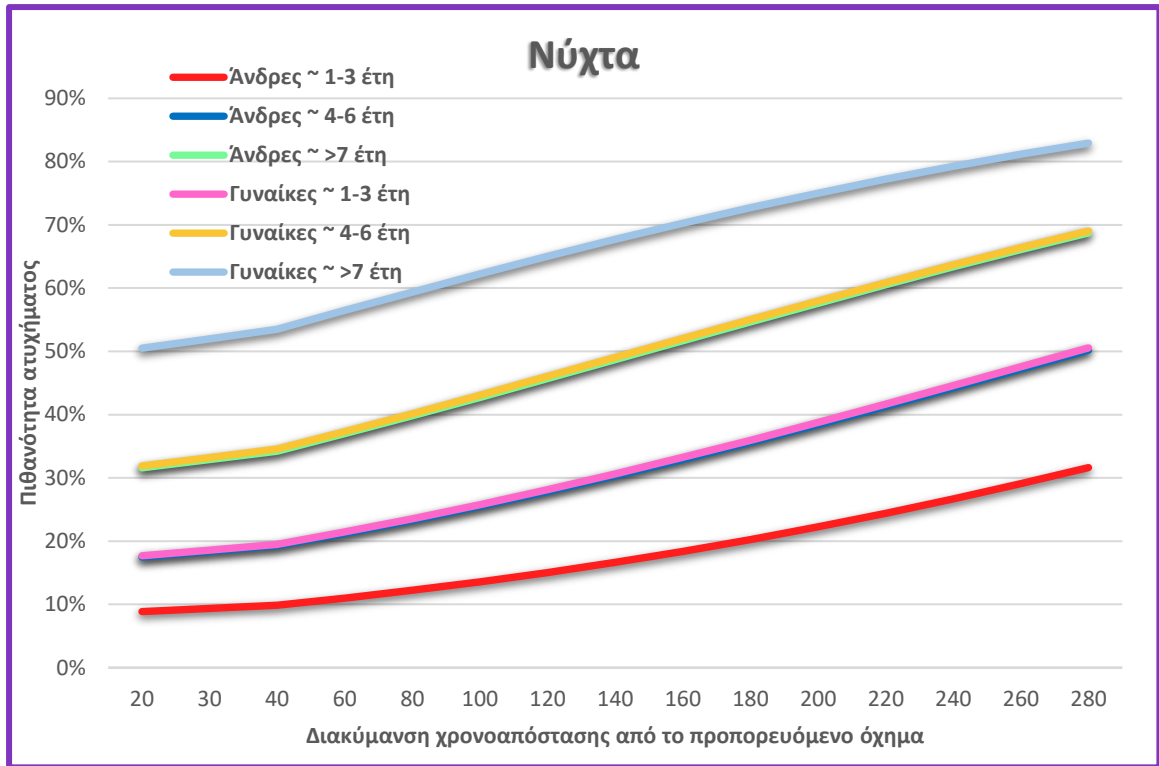
Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



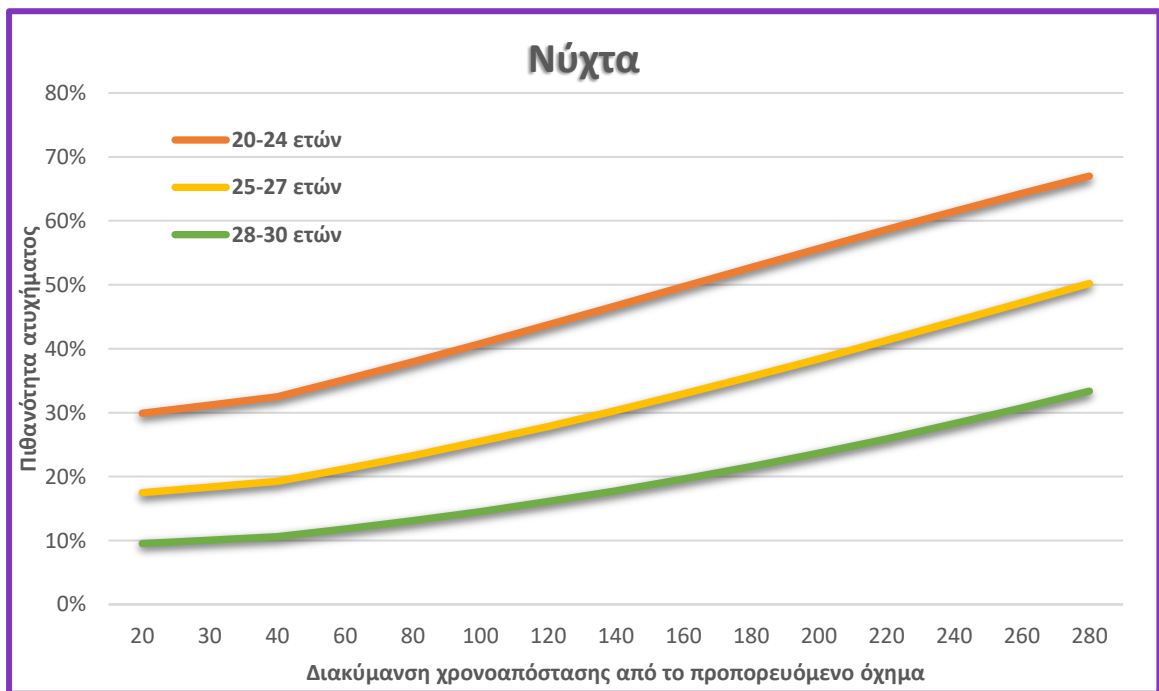
Διάγραμμα 5.29: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα για τους άνδρες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ($drv_exp=2$, $age=2$)



Διάγραμμα 5.30: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα για τις γυναίκες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας ($drv_exp=2$, $age=2$)



Διάγραμμα 5.31: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα κατά τη διάρκεια της νύχτας ανάλογα με το φύλο και την οδηγική εμπειρία του οδηγού ($age=2$)



Διάγραμμα 5.32: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα κατά τη διάρκεια της νύχτας ανάλογα με την ηλικία του οδηγού ($drv_exp=2, gender=1$)

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα **γενικά συμπεράσματα**, σε συμφωνία με τα όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- Οι συμμετέχοντες παρουσίασαν σε οποιαδήποτε περίπτωση **μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος** κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα συγκριτικά με την ημέρα λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας του περιβάλλοντος οδήγησης.
- **Οι γυναίκες οδηγοί** παρουσίασαν μεγαλύτερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα σε σχέση με τους άνδρες, ανεξαρτήτως της χρονικής περιόδου της διαδρομής, καθώς έχει αποδειχθεί και από τη βιβλιογραφία ότι οι γυναίκες οδηγοί είναι λιγότερο συγκεντρωμένες, σε σύγκριση με τους άνδρες οδηγούς.
- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι παρουσίαζαν μεγαλύτερη διακύμανση της χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα, είχαν και **μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος**, ανεξάρτητα τη χρονική περίοδο της διαδρομής, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι οι πιο νευρικοί οδηγοί είναι εκείνοι συνήθως που προκαλούν ατύχημα.
- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι έχουν **μεγαλύτερη οδηγική εμπειρία**, φαίνεται να είναι και αυτοί οι οποίοι παρουσίασαν μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος, ανεξαρτήτως φύλου, σε σχέση με αυτούς που έχουν μικρότερη οδηγική εμπειρία, καθώς οι πρώτοι υπερεκτιμούν τις οδηγικές τους ικανότητες, ενδεχομένως λόγω της εξοικείωσής τους με το περιβάλλον οδήγησης. Και οι δύο παραπάνω κατηγορίες οδηγών εμφάνιζαν αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- **Οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας** στην οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας φαίνεται να έχουν μικρότερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα , συγκριτικά με τους οδηγούς μικρότερης ηλικίας.

6. συμπεράσματα

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε πώς επηρεάζει η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν καθώς και την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 35 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 και κάποια στοιχεία πάνω στην πειραματική διαδικασία.

Από την **αρχική ανάλυση** προέκυψε ο **(Πίνακας 6.1)** που απεικονίζει την ταχύτητα οδήγησης, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού, την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και τον αριθμό των ατυχημάτων υπό υψηλό και χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο για οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ότι αφορά στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης. Τέλος, σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

 Πίνακας 6.1: Πίνακας από την αρχική ανάλυση με τα βασικά χαρακτηριστικά οδήγησης και το συνολικό αριθμό ατυχημάτων ανά σενάριο οδήγησης

	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Ημέρα	Νύχτα	Ημέρα	Νύχτα
Ταχύτητα οδήγησης (km/h)	47,90	48,00	52,16	50,62
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)	148,09	139,57	430,76	458,78
Χρόνος αντίδρασης (sec)	0,748	0,846	0,821	0,854
Αριθμός ατυχημάτων	4	11	5	15

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

Στον **(Πίνακα 6.2)** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και των τεσσάρων προτύπων και περιλαμβάνει τους **συντελεστές β_i** και τις τιμές της σχετικής επιρροής **e_i** και **e_i^*** των ανεξάρτητων μεταβλητών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 συμπεράσματα

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης				Πιθανότητα να συμβεί ατύχημα			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	t	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i *			e _i	e _i *			e _i	e _i *			e _i	e _i *
Νυχτερινή οδήγηση	-0,022	-6,318	-0,0065	4,16	39,300	3,707	0,1403	1,00	101,030	1,806	0,0784	1,91	1,426	9,194	1,7200	4,73
Ηλικία	0,004	1,703	0,0043	-2,75									-0,700	3,694	0,3633	1,00
Φύλο					48,618	3,575	0,4137	2,95	148,983	2,307	0,2718	6,62	0,793	2,246	0,6471	1,78
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,007	-1,987	-0,0021	1,34	-333,608	-31,330	-2,0212	-14,41								
Μέση εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε επαρχιακή οδό	0,00007	2,134	0,0022	-1,39					0,969	2,058	0,0697	1,70				
Οδηγική εμπειρία					-15,392	-2,118	-0,2338	-1,67					0,779	3,695	1,2049	3,32
Αν ο οδηγός αποφεύγει να οδηγή κατά την διάρκεια της νύχτας	-0,013	-2,749	-0,0016	1,00					141,628	2,001	0,0411	1,00				
Ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	0,008	5,813	0,0146	-9,28												
Διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης									-24,145	-2,167	-0,3874	-9,43				
Διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης τιμονιού	0,030	18,971	0,3618	-23,70	-56,204	-14,072	-8,4085	-59,95								
Διακύμανση της μέσης χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα													0,006	6,470	0,4104	1,13

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων των τεσσάρων μοντέλων

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

- 1.** Για πρώτη φορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών σε επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.
- 2.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό φαίνεται ότι, επιφέρει μείωση στη μέση ταχύτητα οδήγησης και αύξηση στη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα. Παρόλα αυτά η ασφαλέστερη αυτή συμπεριφορά δεν επαρκεί για να αντισταθμίσει την αύξηση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε περίπτωση απρόοπτου συμβάντος με αποτέλεσμα τελικώς να **αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα ατυχήματος**.
- 3.** Η **νυχτερινή οδήγηση** αποδείχθηκε ότι επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν και τέλος την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
- 4.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Ειδικότερα, οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν τη νύχτα. Ενδεχομένως, η μείωση της ταχύτητας επιλέγεται ως αντιστάθμιση των οδηγών όταν έρχονται αντιμέτωποι με ένα περιβάλλον το οποίο απαιτεί αυξημένες πνευματικές και οδηγικές απαιτήσεις. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως θεωρούν επικίνδυνο παράγοντα τη νύχτα, με αποτέλεσμα να διατηρούσαν χαμηλότερη ταχύτητα.
- 5.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό οδηγεί στην **αύξηση της μέσης απόστασης που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα**. Η ύπαρξη του παράγοντα της νύχτας, ενδεχομένως ωθεί τους οδηγούς να

αντισταθμίσουν τον πιθανό κίνδυνο διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.

- 6.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό οδηγεί στην **αύξηση του χρόνου αντίδρασης** του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκεντρωθούν στην οδήγηση, με αποτέλεσμα να καθυστερούν ενδεχομένως να αντιληφθούν τα πιθανά συμβάντα και έτσι να εμφανίζουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως θεωρούν επικίνδυνο παράγοντα τη νύχτα, με αποτέλεσμα να οδηγούνταν σε αύξηση του χρόνου αντίδρασής τους.
- 7.** Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό **αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκεντρωθούν στην οδήγηση λόγω της μειωμένης ορατότητας και του ανεπαρκούς οδικού φωτισμού, με αποτέλεσμα να εμπλέκονται πιο εύκολα σε ατυχήματα.
- 8.** Οι **κυκλοφοριακές συνθήκες** φαίνεται να μην επηρεάζουν καθόλου την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, γεγονός που πιθανώς συμβαίνει επειδή στην επαρχιακή οδό ο υψηλός και ο χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος είναι μια παρόμοια κατάσταση, λόγω της μειωμένης κυκλοφορίας που ήδη επικρατεί.
- 9.** Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, καθώς και στο μέσο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόοπτο συμβάν, αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιων ειδών αναλύσεις.
- 10.** Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού και των οδηγών.

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 στη βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- **Εγκατάσταση οδικού φωτισμού και σήμανσης** σε όλες τις επαρχιακές οδούς στην Ελλάδα, ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της νύχτας, **λόγω της μεγάλης επιρροής που παρατηρήθηκε στα ατυχήματα με διάφορα συμβάντα.**
- **Βελτίωση της οριζόντιας σήμανσης** με διαγράμμιση με φωσφορίζουσες οριογραμμές και διαχωριστικές γραμμές στα σημεία που κρίνεται αντισυμβατική η εγκατάσταση οδικού φωτισμού.
- **Βελτίωση της υποδομής του επαρχιακού οδικού δικτύου** και άμεση διόρθωση των κακοτεχνιών των οδοστρωμάτων, ώστε να γίνεται πιο εύκολο το οδηγικό έργο κατά τη διάρκεια της νύχτας όπου η ορατότητα είναι μειωμένη.
- **Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών** σε θέματα οδικής ασφάλειας μέσω διαφόρων εκστρατειών που πραγματοποιούνται από την Πολιτεία, του σχολείου καθώς και των μέσων μαζικής ενημέρωσης, που θα σχετίζονται με τη σωστή εκπαίδευση για τους κινδύνους που προκύπτουν από την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και ειδικότερα στους νέους άνδρες, **λόγω της επιθετικότητας που παρατηρήθηκε στην οδήγησή τους.**

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

1. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**. Όσοι περισσότεροι οδηγοί συμμετέχουν στο πείραμα, τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προκύπτουν και ίσως αυτό να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών.

2. Ένα πείραμα με συμμετέχοντες **διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**, ίσως καθιστούσε εφικτή την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιρροή της νυχτερινής οδήγησης σε επαρχιακή οδό στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του συνόλου των οδηγών και για τη σύγκριση της συμπεριφοράς ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες.
3. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η εφαρμογή **άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, οι οποίες θα ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα.
4. Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών για παράδειγμα υπό ομίχλη ή χιόνι, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (αυτοκινητόδρομοι, ορεινή περιοχή, κλπ).

7. βιβλιογραφία

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΑΡΘΡΑ-ΒΙΒΛΙΑ:

1. Annika K. Jägerbrand, Jonas Sjöbergh (2016). *Effects of weather conditions, light conditions, and road lighting on vehicle speed*. Springerplus. 2016; 5: 505.
2. Bella F., Calvi A., Fabrizio D'Amico (2014). *Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator*. Roma Tre University, Department of Engineering, Rome, Italy.
3. Calvi A., Bella F. (2014). *Modeling speed differential parameters in day and night environments using driving simulator*. Department of Engineering, Roma Tre University, Rome, Italy.
4. Chapman, P.R., Underwood, G. (1998). *Visual search of driving situations: danger and experience*. Perception. 1998;27(8):951-64.
5. Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2006). *Young driver accidents in the UK: The influence of age, experience, and time of day*. Accident Analysis and Prevention, 38, 871–878.
6. Evans L. (1991). *Traffic Safety and the Drive*, by Leonard Evans. (Van Nostrand Reinhold, New York).
7. Fors, C., Lundkvist, S. (2009). *Night-time traffic in urban areas. A literature review on road user aspects*. VTI, Linköping.
8. Gregersen, N.P., Bjurulf, P. (1996). *Young novice drivers: towards a model of their accident involvement*. Accident Analysis & Prevention 28 (2), 229–241.
9. John D. Bullougha, Eric T. Donnellb, Mark S. Reaa (2012). *To illuminate or not to illuminate: Roadway lighting as it affects traffic safety at intersections*. Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, NY, USA,

Department of Civil and Environmental Engineering, The Pennsylvania State University, University Park, USA.

- 10.** John M. Sullivan , Michael J. Flannagan (2001). *The role of ambient light level in fatal crashes: inferences from daylight saving time transitions*. University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, USA.
- 11.** Konstantopoulos P., Chapman P., Crundall D. (2009). *Driver's visual attention as a function of driving experience and visibility. Using a driving simulator to explore drivers' eye movements in day, night and rain driving*. University of Nottingham, Nottingham, UK.
- 12.** Neyens, D.M., Boyle, L.N. (2008). *The influence of driver distraction on the severity of injuries sustained by teenage drivers and their passengers*. Accident Analysis & Prevention 40 (1), 254–259.
- 13.** Owens, D. A., Andre, J. T. (1996). *Selective visual degradation and the older driver*. IATSS Research, Publisher: International Association of Traffic and Safety Sciences.
- 14.** Owens, D. A., Sivak, M. (1993). *The role of reduced visibility in nighttime road fatalities*. Franklin and Marshall College, Department of Psychology.
- 15.** Owens, D. A., Sivak, M. (1996). *Differentiation of visibility and alcohol as contributors to twilight road fatalities*. Human Factors, Vol. 38, Issue 4, pp. 680-9.
- 16.** Plainis S., Murray, I. J. (2002). *Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night*. Visual Sciences Laboratory, Department of Optometry and Neuroscience, Manchester, UK.
- 17.** Plainis, S., & Murray, I. J. (2002). *Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night. Ophthalmic and Physiological Optics*. Vardinoyiannion Eye Institute of Crete (VEIC), Department of Ophthalmology, School of Medicine, Heraklion, Crete, Greece.
- 18.** Plainis, S., Chauhan, K., Murray, I. J., & Charman, W. N. (1999). *Retinal adaptation under night-time driving conditions*. In A. G. Gale (Ed.), Vision in vehicles VII (pp. 49–72). (Amsterdam: Elsevier, 1999).

- 19.** Rockwell, T.H. (1972). *Human Factors in Highway Traffic Safety Research*, Edited by T. W. FORBES. (New York: Wiley, 1972).
- 20.** Theeuwes, J., Alferdinck, J., & Perel, M. (2002). *Relation between glare and driving performance*. *Human Factors*, 44, 95–107.
- 21.** Williams A. F. (1983). *Nighttime driving and fatal crash involment of teenagers*. Insurance Institute for Highway Safety, Washington, U.S.A.
- 22.** Williams, A. F. (2003). *Teenage drivers: Patterns of risk*. *Journal of Safety Research*. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, USA.
- 23.** Yannis G., Kondyli A., Mitzalis N. (2013). *Effect of lighting on frequency and severity of road accidents*, Proceedings of ICE – Transport, Volume 166, Issue 5, October , pp. 271-281.
- 24.** Yee Mun Lee, Elizabeth Sheppard (2017). *The effect of lighting conditions and use of headlights on drivers' perception and appraisal of approaching vehicles at junctions*. School of Psychology, University of Nottingham Malaysia Campus, Semenyih, Malaysia.
- 25.** Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Λαΐτου Α., Βούλγαρη Χ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ. (2011). *Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου Οδικής Ασφάλειας, 2011-2020*. Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (Τομέας Μ.Σ.Υ.) Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.
- 26.** Πλαΐνης Σ., Παλλήκαρης Ι. (2005). *Οδικά ατυχήματα σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού: Ο ρόλος της όρασης*. Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης (ΙΟΟ), Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- 27.** Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ. (1994). *Οδική Ασφάλεια*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- 28.** Γκούσκου Α., *Η επιρροή των διαφημιστικών πινακίδων στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια οδηγών στις πόλεις*. ΕΜΠ, Ιούλιος 2015.
- 29.** Μιτζάλης Ν., *Διερεύνηση της επιρροής του φωτισμού στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων*. ΕΜΠ, Ιούλιος 2010.

- 30.** Χριστοφόρου Χ., *Προσομοίωση των επιπτώσεων των γραπτών μηνυμάτων στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστική και επαρχιακή οδό*. ΕΜΠ, Ιούλιος 2012.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ:

- 1.** European Parliament and Council (EPC) (2008). Directive 2008/96/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on road infrastructure safety management. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:319:0059:0067:en:pdf>.
- 2.** European Road Safety Observatory, 2017. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/aar2016_infographics.pdf (ανάκτηση 09/10/2017)
- 3.** European Road Safety Observatory, 2017. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/ (ανάκτηση 09/10/2017)
- 4.** European Road Safety Observatory, Annual Accident Report 2016. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2016.pdf (ανάκτηση 02/08/2017)
- 5.** European Commission, 2017. https://ec.europa.eu/commission/index_el (ανάκτηση 02/08/2017)
- 6.** Μη κερδοσκοπική οργάνωση CARE. <http://www.care.org/> (ανάκτηση 02/08/2017)
- 7.** European Road Safety Observatory, 2015. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/erso_en (ανάκτηση 02/08/2017)
- 8.** Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Road_traffic_safety#cite_note-12 (ανάκτηση 09/10/2017)

- 9.** WHO, Road traffic injuries. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/violence-and-injuries/areas-of-work/road-traffic-injuries> (ανάκτηση 08/10/2017)
- 10.** WHO, European facts and “Global status report on road safety 2013”. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/violence-and-injuries/publications/2013/european-facts-and-global-status-report-on-road-safety-2013> (ανάκτηση 08/10/2017)
- 11.** WHO (World Health Organization), Global Status Report on Road Safety 2015. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/en/ (ανάκτηση 05/09/2017)
- 12.** WHOa, (World Health Organization), Global status report on road safety 2015. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/ (ανάκτηση 05/09/2017)
- 13.** WHOb, (World Health Organization), European facts and the Global status report on road safety 2015. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/308831/Infograph-road-traffic-injuries-en.pdf (ανάκτηση 05/09/2017)
- 14.** National Safety Council, USA. <http://www.nsc.org/pages/home.aspx> (ανάκτηση 02/08/2017)
- 15.** National Highway Traffic Safety Administration. <https://www.nhtsa.gov/> (ανάκτηση 02/08/2017)
- 16.** NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017. <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-BasicRoadSafetyFigures-Greece2006-2016-2.pdf> (ανάκτηση 09/10/2017)
- 17.** NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017. <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-BasicRoadSafetyFigures-Greece2006-2016-2.pdf> (ανάκτηση 09/10/2017)

- 18.** NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017. <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-road-fatalities-per-million-population-EU.pdf>
(ανάκτηση 09/10/2017)
- 19.** NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017.
<https://www.nrso.ntua.gr/tag/lighting/> (ανάκτηση 09/10/2017)
- 20.** NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017. <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-Road-fatalities-by-lighting-conditions-Greece-2015.pdf>
(ανάκτηση 08/10/2017)
- 21.** Ελληνική Αστυνομία, 2017 (www.astynomia.gr) (ανάκτηση 02/08/2017)
- 22.** Ελληνική στατιστική αρχή, ΕΛΣΤΑΤ. <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SDT04/>- (ανάκτηση 05/09/2017)
- 23.** Ελληνική Αστυνομία, 2017.
http://www.astynomia.gr/index.php?option=ozo_content&perform=view&id=74456&Itemid=86&lang= (ανάκτηση 09/10/2017)
- 24.** Ελληνική Αστυνομία, 2017.
http://www.astynomia.gr/index.php?option=ozo_content&perform=view&id=74456&Itemid=86&lang= (ανάκτηση 09/10/2017)