



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής



Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΤΗ ΝΥΧΤΑ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ

ΑΡΜΙΡΑ ΚΟΝΤΑΞΗ

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 την κα Ελένη Βλαχογιάννη, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις επικοινωνητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ τον κ. Δημοσθένη Παύλου, Διδάκτορα, για τη 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 ΕΜΠ και κ. Δημήτρη Τσελέντη, Υποψήφιο Διδάκτορα ΕΜΠ, για τη βοήθεια και 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 την Ελευθερία Κυριακούλη, προπτυχιακή φοιτήτρια και φίλη για την ευχάριστη και εξαιρετική συνεργασία κατά την πειραματική διαδικασία.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου και κυρίως την μητέρα μου Μιρέλα για την ψυχολογική στήριξη, την υπομονή και την αγάπη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Εξίσου ευχαριστώ το Χρήστο και όλους μου τους φίλους ξεχωριστά για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

Αρμία Κονταξή

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΤΗ ΝΥΧΤΑ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ

ΑΡΜΙΡΑ ΚΟΝΤΑΞΗ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ:

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών στις πόλεις. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε προσομοιωτή οδήγησης όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε διάφορα σενάρια οδήγησης σε αστικό περιβάλλον. Αναπτύχθηκαν στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη μέση ταχύτητα οδήγησης (λογαριθμοκανονική), στη διακύμανση της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα και στο μέσο χρόνο αντίδρασης των οδηγών σε απρόσμενο συμβάν (γραμμική). Ενώ αναπτύχθηκε στατιστικό μοντέλο λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Από την εφαρμογή των μοντέλων προκύπτει ότι η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης, αύξηση της διακύμανσης της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα και αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης με αποτέλεσμα να προκύπτει σημαντική αύξηση στην πιθανότητα να πραγματοποιηθεί ατύχημα.

Λέξεις-Κλειδιά: νυχτερινή οδήγηση, προσομοιωτής οδήγησης, οδικά ατυχήματα, ταχύτητα, απόσταση από προπορευόμενο όχημα, χρόνος αντίδρασης, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, γραμμική παλινδρόμηση, λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

THE IMPACT OF NIGHTTIME DRIVING TO DRIVER BEHAVIOR AND SAFETY IN CITIES WITH THE USE OF DRIVING SIMULATOR

ARMIRA KONTAXI

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

ABSTRACT:

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of nighttime driving on driver behavior and safety in urban 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 an urban environment. Regression statistical models were developed to investigate the impact of nighttime driving on the mean speed (lognormal), on the standard deviation of the mean headway distance and on the mean reaction time (linear). Additionally, binary logistic method was used to investigate the influence of nighttime driving in the probability of an accident. The models' application demonstrated that nighttime driving leads to an increase of the mean speed, of the standard deviation of the mean headway distance and of the mean reaction time, resulting thus to a significant increase of the probability of an accident.

Key words: nighttime driving, driving simulator, road accidents, speed, headway, reaction time, lognormal regression, linear regression, binary logistic regression

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Συγκεκριμένα εξετάστηκε ο βαθμός στον οποίο η οδήγηση τη νύχτα και μόνο, διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος σταθερά (οδήγηση υπό ευμενείς καιρικές συνθήκες, αστική οδός) αλλά σε συνάρτηση με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. οδηγική εμπειρία, ηλικία, φύλο κλπ.) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλει στη μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής, της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της συνεπαγόμενης πιθανότητας εμπλοκής σε 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.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και 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 διακύμανση της μέσης απόστασης 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 εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκε μία στατιστική ανάλυση, που να αντιστοιχεί στον προσδιορισμό ενός μοντέλου για καθένα από τα παραπάνω μεγέθη.

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.

Στους παρακάτω πίνακες 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

ΠΙΝΑΚΑΣ: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων

(ταχύτητα, μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα, χρόνος αντίδρασης)

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Διακύμανση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			
	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*
Νύχτα	+0,012	+1.703	+0,004	+1,00	+3,030	+1,723	+0,04	+1,00	+157.475	+2,143	+0,116	+1,00
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,044	-4.030	-0,015	-3,75	-20,899	-11,830	-0,38	-9,50				
Φύλο	-0,018	-2.127	-0,016	-4,00	+4,122	+2,182	+0,15	+3,75	+182.622	+2,415	+0,338	+2,91
Ηλικία	-0,004	-2.764	-0,067	-16,75								
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,019	-3.231	-0,038	-9,50								
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	+0,001	+3.121	+0,043	+10,75								
Αποφυγή οδήγησης τη νύχτα	-0,047	-4.299	-0,007	-1,75								
Εμπλοκή σε ατύχημα με υλικές ζημιές	+0,023	+2.855	+0,007	+1,75								
Πλευρική απόσταση οχήματος					-3,414	-2,071	-0,14	-3,50				
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης									-55.343	-3,539	-1,033	-8,91
Μείωση ταχύτητας τη νύχτα									-192,357	-2,634	-0,428	-3,69

Περίληψη

ΠΙΝΑΚΑΣ : Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων του μοντέλου πιθανότητας ατυχήματος

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος			
	Wald	t	e_i	e_i^*
Νύχτα	1,531	2,567	1,86	2,62
Κυκλοφοριακές συνθήκες	2,897	5,726	8,25	11,62
Φύλο	2,853	7,075	1,36	1,92
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης	0,570	7,029	4,91	6,91
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού	1,297	3,172	2,44	2,57
Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα	4,993	8,691	0,71	1,00

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

- ❖ Για πρώτη φορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών στις πόλεις με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.
- ❖ Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας **φαίνεται να συμβάλλει σημαντικά στην πιθανότητα να πραγματοποιηθεί ατύχημα**. Πιο αναλυτικά, οι αυξημένες ταχύτητες κατά τη νυχτερινή οδήγηση, η μεγάλη διακύμανση της απόστασης από προπορευόμενο όχημα καθώς και οι αυξημένοι χρόνοι αντίδρασης έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος.
- ❖ Σχετικά με το μέγεθος της ταχύτητας προκύπτει ότι η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει **αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης**. Ενδεχομένως τα καλά επίπεδα οδικού φωτισμού στο αστικό περιβάλλον δίνουν τη δυνατότητα στους οδηγούς να αντισταθμίσουν τη μειωμένη ορατότητα κατά τη νυχτερινή οδήγηση με αποτέλεσμα να νιώθουν πιο άνετοι στο να αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες.

Περίληψη

- ❖ Επιπλέον, προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι θα απέφευγαν τη νυχτερινή οδήγηση σε αστική οδό φαίνεται να οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες, πιθανώς για να εξασφαλίσουν καλύτερο έλεγχο του οχήματός τους σε ένα περιβάλλον που τους προκαλεί φόβο και ανασφάλεια.
- ❖ Σχετικά με το μέγεθος της απόστασης από προπορευόμενο όχημα, προκύπτει ότι η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας συμβάλλει στην **αύξηση της διακύμανσης της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα**. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας ενδεχομένως να είχαν πιο «νευρική» συμπεριφορά, πιθανώς λόγω της μειωμένης ορατότητας, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να διατηρήσουν σταθερή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.
- ❖ Σχετικά με το χρόνο αντίδρασης, προκύπτει ότι η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει **αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης**. Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, εκτός από τη μειωμένη ορατότητα που έχει ως αποτέλεσμα οι οδηγοί να μη βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα, συνδέεται επίσης με υψηλότερο βαθμό σφαλμάτων αντίληψης, όπως απόσπαση της συγκέντρωσης αλλά και έλλειψη προσοχής με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών σε απρόοπτο συμβάν.
- ❖ Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι ισχυρίζονται ότι ελαττώνουν την ταχύτητα οδήγησής τους τη νύχτα αποδείχθηκε ότι όσο περισσότερη την μειώνουν τόσο μικρότερους χρόνους αντίδρασης εμφανίζουν, πιθανώς λόγω της εγρήγορσης στην οποία βρίσκονται κατά την οδήγηση σε ένα μη οικείο περιβάλλον για τους ίδιους.
- ❖ Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας συμβάλλει στην **αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Στη νυχτερινή οδήγηση οι συνθήκες είναι δυσμενέστερες σε σχέση με την ημέρα και παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων, γεγονός που εξηγείται από τους αυξημένους χρόνους αντίδρασης αλλά και από τις υψηλές ταχύτητες. Επιπρόσθετα, η ορατότητα τη νύχτα, παρά το γεγονός ότι αφορά σε καλά φωτισμένο οδικό δίκτυο, είναι μειωμένη σε σχέση με την ημέρα με αποτέλεσμα οι οδηγοί να μην βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα και έτσι να αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος.
- ❖ Παράλληλα προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν πιο επικίνδυνο, όταν οδηγούν τη νύχτα, τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα κατά τη νυχτερινή οδήγηση, ενδεχομένως πράγματι λόγω εσφαλμένης αντίληψης πραγματικών αποστάσεων.
- ❖ Τα **στατιστικά μοντέλα** που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη διακύμανση της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα καθώς και του χρόνου

Περίληψη

αντίδρασης, **αποδείχθηκαν κατάλληλα** για τις συγκεκριμένες αναλύσεις και την επίτευξη των στόχων της Διπλωματικής Εργασίας αυτής.

- ❖ 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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	9
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	10
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	13
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	13
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	13
2.2.1 Effects of lighting on frequency and severity of road accidents (2013).....	13
2.2.2 Effects of weather conditions, light conditions, and road lighting on vehicle speed (2016).....	15
2.2.3 Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator (2013).....	17
2.2.4 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 (2008).....	19
2.2.5 Hazard Anticipation of Novice and Experienced Drivers: Empirical Evaluation on a Driving Simulator in Daytime and Nighttime Conditions (2007).....	21
2.2.6 Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night (2002)	22
2.3 ΣΥΝΟΨΗ	24
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	26
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	26
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	27
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	29
3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	29
3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	30
3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	30
3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	32
3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	33
3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	34
3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	35
3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	39
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	41

Περιεχόμενα

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	41
4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ	42
4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	42
4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ	42
4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ	43
4.2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	49
4.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	49
4.2.6 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	53
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	60
4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	60
4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ	65
4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	74
4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	75
4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	78
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	84
5.1 ΓΕΝΙΚΑ	84
5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	85
5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	85
5.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	86
5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	87
5.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	89
5.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	90
5.2.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	91
5.2.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	93
5.2.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	97
5.2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	99
5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ	104
5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	104
5.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	105
5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	105
5.3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	107
5.3.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	108

Περιεχόμενα

5.3.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	110
5.3.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	113
5.3.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	115
5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ.....	118
5.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	118
5.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	119
5.4.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	119
5.4.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	121
5.4.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	122
5.4.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	125
5.4.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	128
5.4.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	129
5.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ	132
5.5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	132
5.5.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	133
5.5.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	134
5.5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	137
5.5.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	138
5.5.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	141
5.5.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	144
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	149
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	149
6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	151
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	153
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	154
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	155

1. Εισαγωγή

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Στη σύγχρονη εποχή οι **οδικές μεταφορές** αποτελούν αναμφισβήτητα ένα κοινωνικό αγαθό ενώ παράλληλα λειτουργούν ως δείκτης εξέλιξης και προόδου των κοινωνιών. Η συμβολή τους στην αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου θεωρείται υψίστης σημασίας, όμως ταυτόχρονα δεν μπορεί να παραβλεφθεί ανάμεσα στα άλλα και το πολύ υψηλό τίμημα των **οδικών ατυχημάτων**, τα οποία σύμφωνα με επίσημα στοιχεία των φορέων οδικής ασφάλειας, αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων στις μεταφορές.

Οι νεκροί, οι τραυματίες και οι υλικές ζημιές έχουν ένα τεράστιο **κοινωνικό και οικονομικό κόστος** και συνεπώς η μείωσή τους αποτελεί προτεραιότητα για κάθε χώρα. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα καταγράφονται κάθε χρόνο περίπου 12.000 οδικά ατυχήματα με θύματα τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα περί τους 800 νεκρούς, 13.000 τραυματίες και σημαντικές υλικές ζημιές (nrso, 2017). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, το 2016 σημειώθηκαν 25.500 θανατηφόρα ατυχήματα στους δρόμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μειωμένος σε σχέση με το παρελθόν καθώς εμφανίζονται 600 λιγότεροι θάνατοι σε σχέση με το 2015 και 6.000 λιγότεροι θάνατοι σε σχέση με το 2010 (nrso, 2017), όμως εξακολουθεί να παραμένει σημαντικά ανησυχητικός. Επιπλέον για κάθε θάνατο σε ευρωπαϊκούς δρόμους εκτιμάται ότι αντιστοιχούν πέντε τραυματισμοί με μόνιμη αναπηρία, οχτώ σοβαροί τραυματισμοί και πενήντα ελαφρά τραυματισμένοι (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017).

Συνεπώς για την αντιμετώπιση του σοβαρότατου προβλήματος των οδικών ατυχημάτων ξεκίνησε μια **προσπάθεια σε ολόκληρη την Ε.Ε.** και τέθηκε στόχος στην «Policy orientations on road safety 2011-2020: Towards a European road safety area» για την οδική ασφάλεια, **να μειωθεί ο αριθμός των θυμάτων κατά το ήμισυ ως το 2020.** Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μείωση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη από το 2001 μέχρι την επιδιωκόμενη τιμή κατά το 2020.

1. Εισαγωγή



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1: Θάνατοι σε τροχαία ατυχήματα 2001-2020 στην Ευρώπη

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017

Ειδικότερα στην **Ελλάδα**, εκπονήθηκε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για λογαριασμό του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων έργο με τίτλο **«Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου»** για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2011-2020 (Κανελλαΐδης et al. 2011). Ως ενδιάμεσος στόχος ορίστηκε οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα το έτος 2015 να είναι λιγότεροι από 880 και ως απώτερος στόχος οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα το έτος 2020, να είναι λιγότεροι από 640.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2016, η Ελλάδα αν και εμφάνισε μείωση κατά 48,6% σε σχέση με το 2007, συνεχίζει δυστυχώς να παραμένει στις πρώτες θέσεις ως προς τον αριθμό των θανάτων από τροχαία ατυχήματα, με 75 νεκρούς ανά εκατ. κατοίκων. (πίνακας 1.1)

1. Εισαγωγή

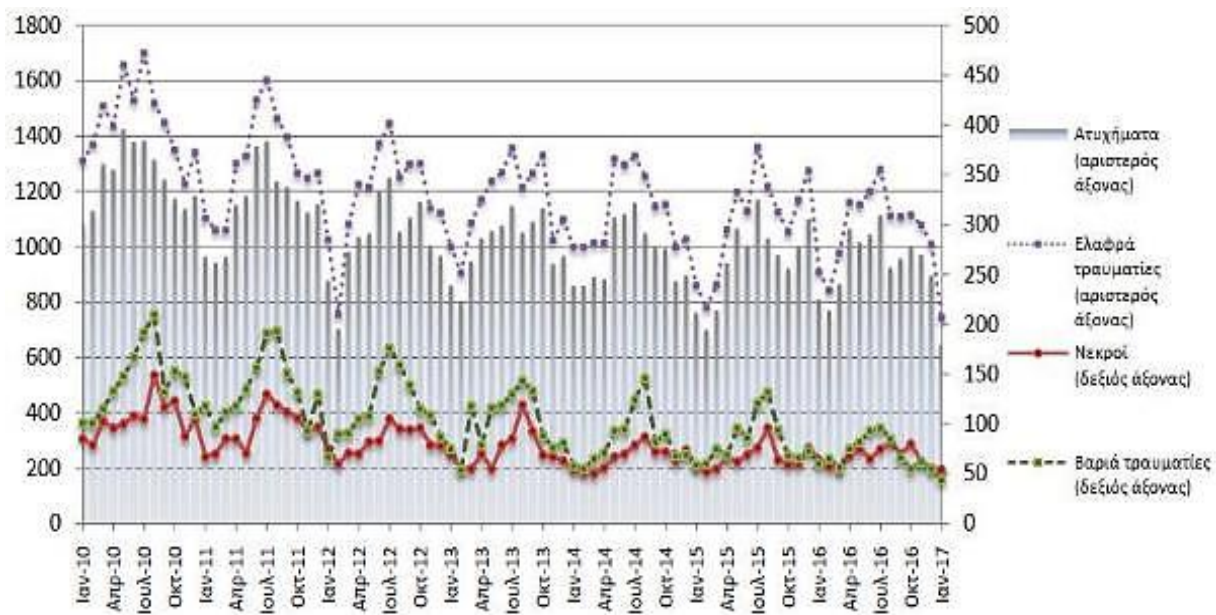
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2007-2016
AT	83	82	76	66	62	63	54	51	56	49	-41,0%
BE	101	88	88	77	80	69	65	65	65	56	-44,6%
BG	133	141	121	105	89	82	83	91	98	99	-25,6%
CY	117	106	89	73	85	59	51	52	67	54	-53,8%
CZ	119	104	86	77	67	71	62	65	70	59	-50,4%
DE	60	54	51	45	50	45	41	42	43	39	-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%

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων από το 2007 μέχρι το 2016 στην

Ε.Ε. Πηγή: Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας

Στο διάγραμμα 1.2 απεικονίζεται ο αριθμός των ατυχημάτων (νεκροί και τραυματίες) όπως εξελίχθηκε από τον Ιανουάριο του 2010 έως τον Ιανουάριο του 2017, στο οποίο διαπιστώνεται μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων με το πέρασμα του χρόνου.

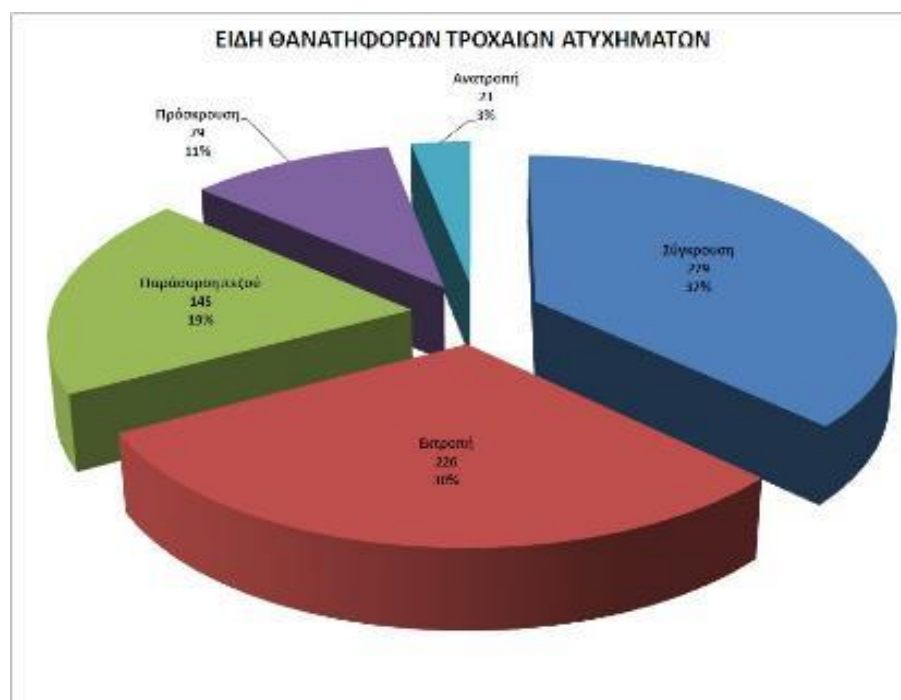
1. Εισαγωγή



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2 : Αριθμός ατυχημάτων από Ιανουάριο 2010 έως Ιανουάριο 2017

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

Στα παρακάτω διαγράμματα πίτας απεικονίζονται τα κυριότερα είδη και αιτίες θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα για το έτος 2016. Όπως διαπιστώνουμε οι συγκρούσεις και οι εκτροπές είναι οι κυριότεροι τύποι ατυχημάτων μεταξύ οχημάτων που οδηγούν σε θάνατο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3: Είδη θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα το 2016

Πηγή: Ελληνική Αστυνομία

1. Εισαγωγή

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

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

Συμφώνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε στις Η.Π.Α. (Rumar, 1995) η συμπεριφορά του χρήστη της οδού παίζει ρόλο στο 95% των ατυχημάτων, το οδικό περιβάλλον στο 35% των ατυχημάτων και το όχημα στο 13% των ατυχημάτων.

Οι βασικότερες συνθήκες οδού και γενικότερα του οδικού περιβάλλοντος που θεωρείται ότι έχουν επίδραση στην οδική ασφάλεια είναι οι παρακάτω (Frantzeskakis, 1991):

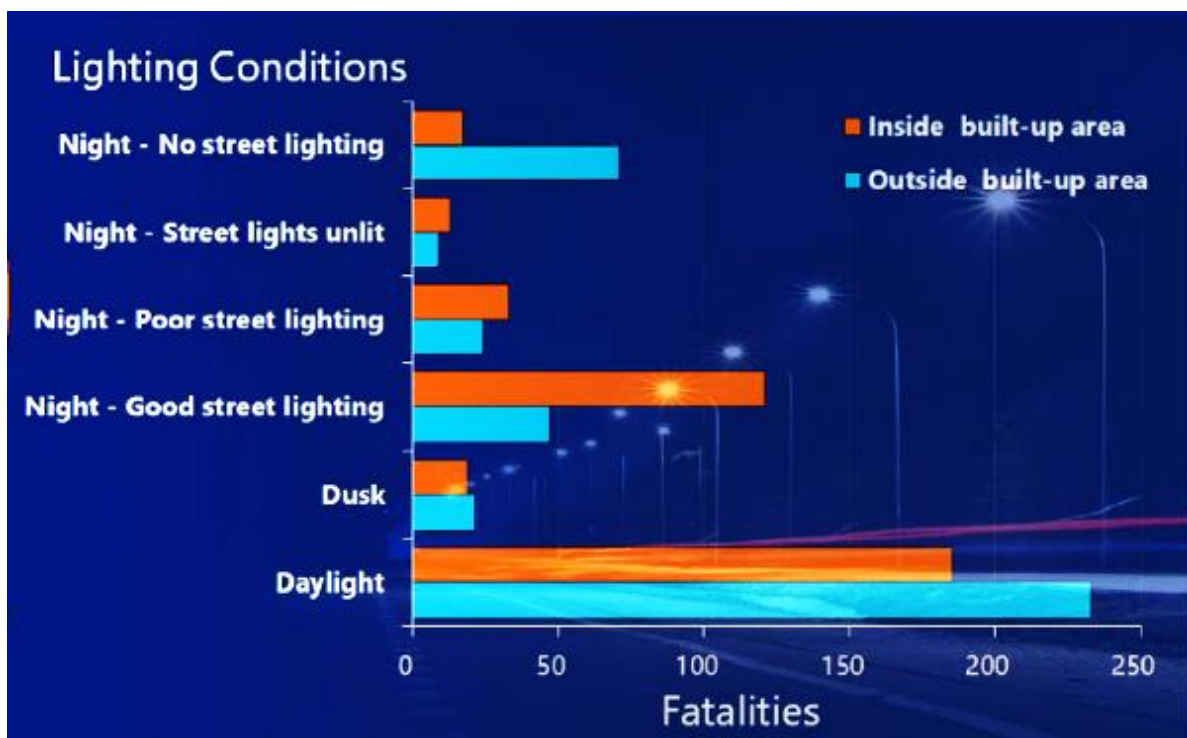
- ❖ **Ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά**, όπως: λωρίδες κυκλοφορίας και ερείσματα με ανεπαρκές πλάτος, έλλειψη ή με μικρό πλάτος και ύψος μεσαίων διαχωριστικών νησίδων, κακή διαμόρφωση κόμβων.
- ❖ **Χαμηλά πρότυπα κατασκευής**, που αφορούν ολισθηρά οδοστρώματα και ανεπαρκής αποστράγγιση υδάτων.
- ❖ **Κακή μελέτη, τοποθέτηση και κατασκευή παρόδιων στοιχείων** όπως: στύλων, στηθαίων, διαφημιστικών πινακίδων, δένδρων, αναχωμάτων κ.λπ.
- ❖ **Κακή οργάνωση της κυκλοφορίας** όπως: έλλειψη ή ανεπαρκής σήμανση, ανεπαρκής έλεγχος προσβάσεων (είσοδοι, έξοδοι) και στάθμευσης στην οδό.
- ❖ **Πλήρης έλλειψη ή ανεπάρκεια οδικού φωτισμού.**
- ❖ **Ανεπαρκής έλεγχος και σήμανση** κατά τη διάρκεια εργασιών στο οδόστρωμα.
- ❖ **Δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες**, όπως ομίχλη, βροχή, υγρές επιφάνειες, χιόνι και πάγος, σκόνη, καπνός κ.λπ.

Η πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα αυξάνεται σημαντικά στο σκοτάδι (Elvik 1995, Johansson et al. 2009, Wanvik 2009, Beyer and Ker 2009). Συνεπώς ένας σημαντικός

1. Εισαγωγή

παράγοντας που αξίζει να μελετηθεί, πέραν φυσικά όλων των υπολοίπων αποτελεί η **επίδραση της νύχτας στην οδηγική συμπεριφορά** και κατά πόσο αυτή και μόνο συμβάλλει στα οδικά ατυχήματα. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η οπτική αντίληψη είναι μειωμένη σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού (χαμηλότερη φωτεινότητα) και μπορεί συνεπώς να μειώσει τον χρόνο αντίδρασης σε κινδύνους στο δρόμο. Επιπρόσθετα, το σκοτάδι όχι μόνο μειώνει την ορατότητα, αλλά η οδήγηση στο σκοτάδι συνδέεται επίσης με υψηλότερο βαθμό σφαλμάτων αντίληψης, όπως απόσπαση της συγκέντρωσης αλλά και έλλειψη προσοχής (Boyce 2003), καθώς και υψηλότερα περιστατικά υπνηλίας και οδήγησης υπό την επήρεια μέθης με αποτέλεσμα την πρόκληση οδικών ατυχημάτων.

Από στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ παρατηρείται ότι ο «δείκτης σοβαρότητας» των ατυχημάτων στην Ελλάδα (αναλογία του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100 ατυχήματα) είναι αισθητά αυξημένος τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η σοβαρότητα του ατυχήματος, τόσο πιο σημαντική είναι η επίδραση των συνθηκών φωτισμού (Yannis et al. 2013). Πιο αναλυτικά, το έτος 2015 ο «**δείκτης σοβαρότητας**» των ατυχημάτων προκύπτει **3 με 7 φορές περισσότερο αυξημένος τη νύχτα** σε σχέση με την ημέρα. Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας, της νύχτας σε συνθήκες καλού οδικού φωτισμού εντός κατοικημένων περιοχών και αντίστοιχα σε συνθήκες πλήρους έλλειψης φωτισμού εκτός κατοικημένων περιοχών. (Διάγραμμα 1.4)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4 : Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων σε σχέση με τα επίπεδα φωτισμού εντός και εκτός κατοικημένων περιοχών

Πηγή: NRSO, 2017

1. Εισαγωγή

Παρότι είναι σαφές ότι ταυτόχρονα και άλλοι παράγοντες συμβάλλουν στον αυξημένο αριθμό των ατυχημάτων τις βραδινές ώρες, όπως η αυξημένη ταχύτητα λόγω χαμηλών φόρτων, η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ και η κούραση των οδηγών, **αξίζει να μελετηθεί** εκτενέστερα η **επιρροή της νύχτας** ως ξεχωριστός παράγοντας στα οδικά ατυχήματα.

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.

1. Εισαγωγή

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Συγκεκριμένα θα **εξεταστούν** ο βαθμός στον οποίο η οδήγηση τη νύχτα και μόνο, διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος σταθερά (οδήγηση υπό ευμενείς καιρικές συνθήκες, αστική οδός) αλλά σε συνάρτηση με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. οδηγική εμπειρία, ηλικία, φύλο κλπ.) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλουν στη μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής, της διακύμανσης 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 στόχο της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συλλεγούν μέσω της πειραματικής διαδικασίας σε προσομοιωτή οδήγησης.

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

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 οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά της οδηγικής συμπεριφοράς του και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

1. Εισαγωγή

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

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

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

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του τρόπου **συλλογής των στοιχείων**. Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα στον προσομοιωτή που 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 17.0).

Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στην ταχύτητα διαδρομής, στη διακύμανση της μέσης απόστασης 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 1.5).

1. Εισαγωγή



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5: 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 **1ο 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 σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση σχετικά με τα αίτια των οδικών ατυχημάτων καταλήγοντας στην επιρροή των επιπέδων φωτισμού στην οδική ασφάλεια.

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

1. Εισαγωγή

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 λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης καθώς και της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης. Ακολούθως, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλεται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS 17.0).

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται παρουσίαση των διαδικασιών της **συλλογής και επεξεργασίας** των στοιχείων, στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική Εργασία. Αρχικά, περιγράφεται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της πειραματικής διαδικασίας και δίνεται μια σύντομη περιγραφή του προσομοιωτή οδήγησης. Επιπρόσθετως, 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

1. Εισαγωγή

προηγούμενου κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, καταγράφονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας είτε με άλλες μεθόδους είτε με εξέταση πρόσθετων παραμέτρων και μεταβλητών.

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

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή της οδήγησης τη νύχτα στην οδηγική συμπεριφορά και την οδική ασφάλεια. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μια 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 επιρροής της νυχτερινής οδήγησης. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των οδηγών είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης. Στόχος είναι να εξετάσουν τη μεταβολή που επιφέρει η νυχτερινή οδήγηση στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας αλλά και της οδικής ασφάλειας.

2.2.1 Effects of lighting on frequency and severity of road accidents (2013)

Εισαγωγή

Οι **Yannis et al.** το 2013 στην προσπάθειά τους να διερευνήσουν τις επιδράσεις του οδικού φωτισμού στη συχνότητα αλλά και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων διεξήγαγαν έρευνα με ακριβώς αυτό το σκοπό.

Σκοπός

Σκοπός αυτής της έρευνας ήταν η **διερεύνηση της επιρροής του φωτισμού** αστικών και υπεραστικών οδών στην Ελλάδα **στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον, ο βαθμός στον οποίο τα διάφορα επίπεδα του φωτισμού των οδών σε συνδυασμό με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (ηλικία, φύλο), του οχήματος και του οδικού περιβάλλοντος (καιρικές συνθήκες) και του ατυχήματος, επηρεάζουν τον αριθμό νεκρών και τραυματιών.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Μεθοδολογία

Συνολικά αναλύθηκαν 358.485 ατυχήματα καταγεγραμμένα από την αστυνομία. Για τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στους αριθμούς των νεκρών, των βαριά τραυματιών και των ελαφριά τραυματιών, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της **μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**. Η εφαρμογή των μοντέλων αυτών οδήγησε στον προσδιορισμό της επιρροής του οδικού φωτισμού και άλλων παραμέτρων όπως οι καιρικές συνθήκες, ο τύπος του ατυχήματος, το είδος οχήματος κλπ. στον αριθμό των νεκρών και των τραυματιών. Πραγματοποιήθηκαν τρεις ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις για κάθε κατηγορία παθόντα, και για κάθε μια από αυτές εξετάστηκε η επιρροή του φωτισμού εντός και εκτός κατοικημένης περιοχής, αλλά και στο σύνολο των περιοχών ξεχωριστά.

Ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμούς νεκρών, αριθμός βαριά τραυματιών αριθμός ελαφριά τραυματιών) προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός της βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως εκείνα που παρουσιάζονται παρακάτω.

- ❖ **Η απουσία οδικού φωτισμού** τις νυχτερινές ώρες φαίνεται να **αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών**. Η αύξηση αυτή παρατηρείται ότι είναι μεγαλύτερη στις κατοικημένες περιοχές.
- ❖ **Η επιρροή της απουσίας φωτισμού** και της ύπαρξης αμυδρού φωτισμού **σχετίζεται με τη σοβαρότητα των ατυχημάτων**. Η επιρροή αυτών των μεταβλητών μειώνεται, όσο μειώνεται η σοβαρότητα των ατυχημάτων. Η επιρροή αυτή ενδεχομένως οφείλεται στον μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης των οδηγών (λόγω κακής ορατότητας), που έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη μείωση της ταχύτητας και σφοδρότερες συγκρούσεις.
- ❖ Διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των νεκρών, των βαριά τραυματιών και των ελαφριά τραυματιών εξαρτάται από τα **επίπεδα του οδικού φωτισμού**, τις καιρικές συνθήκες, τον τύπο του οχήματος και τον τύπο του ατυχήματος, τόσο εντός όσο και εκτός κατοικημένης περιοχής.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο φωτισμός κατά τη διάρκεια της νύχτας έχει μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης της ασφάλειας της κυκλοφορίας και μείωσης της σοβαρότητας του ατυχήματος, ειδικά για τα άτομα που θανατώνονται και τραυματίζονται σοβαρά.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.2.2 Effects of weather conditions, light conditions, and road lighting on vehicle speed (2016)

Εισαγωγή

Οι **Annika K. Jägerbrand και Jonas Sjöbergh** το 2016 διεξήγαγαν μια έρευνα σχετικά με την επιρροή των καιρικών συνθηκών, των συνθηκών φυσικού φωτισμού και του οδικού φωτισμού στην ταχύτητα του οχήματος. Οι συνθήκες φωτισμού είναι γνωστό ότι επηρεάζουν τον αριθμό των ατυχημάτων και μαλιστα ακόμα και των θανατηφόρων, αλλά η σχέση μεταξύ των συνθηκών φωτισμού και της ταχύτητας του οχήματος δεν είναι πλήρως κατανοητή. Παρεμφερείς έρευνες έχουν καταλήξει σε αντικρουόμενα αποτελέσματα με την ταχύτητα να αυξάνεται σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, την ταχύτητα να μειώνεται σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού αλλά και να παραμένει ίδια σε σχέση με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας. **Λόγω αυτών των μικτών αποτελεσμάτων από προηγούμενες μελέτες** δεν έχει ακόμη διαπιστωθεί κατά πόσο οι αυξημένες συνθήκες φωτισμού ή η φωτεινότητα γενικά επηρεάζουν την ταχύτητα του οχήματος και, εάν ναι, κατά πόσο και υπό ποιες συνθήκες αυξάνεται η ταχύτητα του οχήματος. Αυτές οι γνώσεις είναι σημαντικές για την κατανόηση του αυξημένου κινδύνου ατυχημάτων και έχουν επίσης μεγάλη σημασία για συστάσεις σχετικά με τα όρια ταχύτητας και τον οδικό φωτισμό προκειμένου να αυξηθεί η ασφάλεια της κυκλοφορίας.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν **να διερευνηθούν οι ακόλουθες υποθέσεις:**

- Η ταχύτητα του οχήματος είναι υψηλότερη σε συνθήκες φωτισμού ημέρας από ό,τι σε συνθήκες φωτισμού νύχτας.
- Οι επιδράσεις των συνθηκών φωτισμού εξαρτώνται από το υφιστάμενο όριο ταχύτητας.
- Οι επιδράσεις των συνθηκών φωτισμού εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες.

Μεθοδολογία

Η ταχύτητα των επιβατικών αυτοκινήτων σε διαφορετικές συνθήκες φωτός (φως ημέρας, σούρουπο, σκοτάδι, τεχνητό φως) και διαφορετικές καιρικές συνθήκες (καλές καιρικές συνθήκες, βροχή, χιόνι) προσδιορίστηκε με **δεδομένα κυκλοφορίας και καιρού** που συλλέχθηκαν σε ωριαία βάση για περίπου 2 χρόνια (Σεπτέμβριος 2012-31 Μαΐου 2014) σε 25 τοποθεσίες στη Σουηδία (17 με οδικό φωτισμό και 8 χωρίς). Συνολικά, τα δεδομένα περιλάμβαναν σχεδόν **60 εκατομμύρια περάσματα οχημάτων**. Τα δεδομένα προέκυψαν αφαιρώντας τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, μήνες οι οποίοι έχουν διαφορετικά μοντέλα κυκλοφορίας από ό,τι το υπόλοιπο του έτους. Μόνο δεδομένα από τις περιόδους 10:00 π.μ.- 04:00 μ.μ. και 06:00 μ.μ.-10:00π.μ. χρησιμοποιήθηκαν ούτως ώστε να μη ληφθεί υπόψη η κυκλοφορία κατά την ώρα αιχμής.

Η μέθοδος στατιστικής ανάλυσης που επιλέχθηκε για να εκτιμηθεί η συνολική επίδραση ανεξάρτητων μεταβλητών στην ταχύτητα του οχήματος ήταν η **ανάλυση multivariate additive regression splines (MARS)** καθώς η μέθοδος γραμμικής παλινδρόμησης δεν κρίθηκε

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

αποτελεσματική λόγω μεγάλης ανομοιογένειας ως προς τα όρια ταχύτητας στους διαφορετικούς τύπους δρόμων. Επιπλέον, εφαρμόστηκαν μη παραμετρικά στατιστικά τεστ για τη δοκιμή διαφορών ταχύτητας μεταξύ σούρουπου, χαμηλού φωτισμού και σκοταδιού, σε δρόμους με και χωρίς οδικό φωτισμό.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν ότι:

- ❖ Σε όλες τις μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι η **ταχύτητα του οχήματος ήταν υψηλότερη κατά τη διάρκεια της ημέρας** απ'ότι στο σκοτάδι σε καλές καιρικές συνθήκες όταν υπήρχε οδικός φωτισμός, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση.
- ❖ Ωστόσο, **προέκυψε το αντίθετο για δρόμους χωρίς οδικό φωτισμό**, όπου η μέση ταχύτητα του οχήματος ήταν υψηλότερη στο σκοτάδι απ'ότι στο φως της ημέρας.
- ❖ Αναλύοντας τη μέση ταχύτητα του οχήματος που βασίστηκε στον ίδιο δρόμο, τον ίδιο μήνα, διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές στην ταχύτητα του οχήματος ανάμεσα στο σκοτάδι και το φως της ημέρας ήταν **θετικές και αρνητικές**, ανάλογα με το δρόμο.
- ❖ Οι μέσες τιμές που βασίζονται σε κάθε δρόμο έδειξαν ότι η ταχύτητα του οχήματος ήταν γενικά κατά 1% υψηλότερη στο σκοτάδι σε δρόμους με οδικό φωτισμό, ενώ ελάχιστες διαφορές βρέθηκαν για δρόμους χωρίς οδικό φωτισμό.
- ❖ Σχετικά με τις καιρικές συνθήκες, η **ταχύτητα του οχήματος μειώθηκε λόγω βροχής ή χιονιού** και η μείωση ήταν υψηλότερη στους δρόμους χωρίς οδικό φωτισμό σε σχέση με τους δρόμους με οδικό φωτισμό.

Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι η ισχυρή συσχέτιση μεταξύ οδικών ατυχημάτων και σκοταδιού ή συνθήκες χαμηλού φωτισμού μπορεί να εξηγηθεί από τη δυσκολία των οδηγών να προσαρμόσουν την ταχύτητά τους στη μειωμένη ορατότητα σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.2.3 Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator (2013)

Εισαγωγή

Τα στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων αποδεικνύουν ότι πρέπει να δοθεί περισσότερη προσοχή στη νυχτερινή οδήγηση για να βελτιώσουμε τις γνώσεις μας σχετικά με τη συμπεριφορά των οδηγών σε συνθήκες που χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα φωτισμού. Ωστόσο, τα τρέχοντα κριτήρια γεωμετρικού σχεδιασμού οδών δεν λαμβάνουν υπόψη τη νυχτερινή οδήγηση. Επιπλέον, οι μελέτες που προτείνουν μοντέλα πρόβλεψης της ταχύτητας λειτουργίας εξετάζουν μόνο τις συνθήκες οδήγησης κατά τη διάρκεια της ημέρας. Σε αυτό το πλαίσιο κινήθηκε η έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους **Bella et al.** του πανεπιστημίου της Ρώμης (Roma Tre University) το 2013, με τη χρήση **προσομοιωτή οδήγησης**.

Σκοπός

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να **συγκρίνει τη συμπεριφορά της ταχύτητας του οδηγού κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νυχτερινής οδήγησης** και να διαμορφώσει τις ταχύτητες λειτουργίας και τις διαφορές ταχύτητας, προσδιορίζοντας σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα υπό διαφορετικές συνθήκες φωτισμού.

Μεθοδολογία

Η έρευνα διεξήχθη με **προσομοιωτή οδήγησης** σταθερής βάσης ειδικά σχεδιασμένο για την έρευνα σχετικά με την οδική ασφάλεια, για τμήμα υφιστάμενου αγροτικού δρόμου δύο λωρίδων που αποτελείται από 39 διαμορφώσεις ευθυγραμμία-στροφή. Τα προφίλ ταχύτητας **καταγράφηκαν για 40 οδηγούς**, 25 άντρες και 15 γυναίκες που κατείχαν δίπλωμα οδήγησης, είχαν τουλάχιστον τετραετή οδηγική εμπειρία και ετήσια διανυόμενη απόσταση σε επαρχιακούς δρόμους 3,000 χιλιόμετρα.

Μια σύντομη περιγραφή της συσκευής δόθηκε σε κάθε συμμετέχοντα πριν την έναρξη του πειράματος η οποία αποτελούταν από δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να εκτελέσουν μια δοκιμαστική διαδρομή για περίπου 15 λεπτά για να εξοικειωθούν με το χειρισμό ελέγχων στο προσομοιωτή. Η δεύτερη φάση περιελάμβανε οδήγηση τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας (Εικόνα 2.1). Ανάμεσα στα δύο σενάρια οδήγησης οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης σχετικά με τον τύπο και το επίπεδο της δυσφορίας που έγινε αντιληπτό κατά τη διάρκεια της οδήγησης (ναυτία, ζάλη, κόπωση) αλλά και την αντίληψη σχετικά με το οδικό περιβάλλον (αντίληψη ταχύτητας, αντίληψη του οδικού περιβάλλοντος και ρεαλισμός του σεναρίου).

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Παράδειγμα από το περιβάλλον του προσομοιωτή οδήγησης την ημέρα (αριστερά) και τη νύχτα (δεξιά)

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη μοντέλων για την πρόβλεψη της ταχύτητας λειτουργίας στις ευθυγραμμίες και τις στροφές αλλά και τη διαφορά ταχύτητας ήταν η **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση**. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε ευθυγραμμίας (μήκος και ποιότητα) και στροφής (ακτίνα, ρυθμός αλλαγής καμπυλότητας, γωνία εκτροπής και μήκος) θεωρήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Σταδιακά πραγματοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή σύμφωνα με διάφορα κριτήρια: υψηλός συντελεστής R^2 και φυσική σημασία κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής. Μεταξύ των προγνωστικών μοντέλων που πληρούσαν αυτά τα κριτήρια, το μοντέλο με την καλύτερη δυνατή προσαρμογή επιλέχθηκε για κάθε μεταβλητή.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως εκείνα που παρουσιάζονται παρακάτω.

- ❖ **Προτείνονται νέα μοντέλα πρόβλεψης ταχύτητας, διαφοροποιημένα** για οδήγηση κατά τη διάρκεια της **ημέρας και της νύχτας**, τα οποία υπογραμμίζουν τις επιδράσεις διαφορετικών γεωμετρικών παραμέτρων κάτω από διαφορετικές συνθήκες ορατότητας.
- ❖ Συγκεκριμένα, τα μοντέλα πρόβλεψης για την **ταχύτητα λειτουργίας** σε στροφές περιέλαβαν το αντίστροφο της ακτίνας και τη γωνία παραμόρφωσης της καμπύλης ως παραμέτρους και στα δυο σενάρια οδήγησης.
- ❖ Για τις διαφορές ταχύτητας με βάση το 85ο εκατοστημόριο για τη μέγιστη μείωση της ταχύτητας (85 MSR), διαπιστώσαμε ότι το αντίστροφο του πλησιέστερου μήκους ευθυγραμμίας και της ακτίνας καμπύλης (στροφής) εξηγούσε σημαντικά την εξαρτώμενη μεταβλητή και στις δύο περιπτώσεις, με μεγαλύτερη επιρροή της νυκτερινής ταχύτητας (85 MSR) στη γεωμετρία της καμπύλης παρά στο μήκος ευθυγραμμίας.
- ❖ Το μήκος ευθυγραμμίας είχε σημαντική επίδραση στην ταχύτητα λειτουργίας για ανεξάρτητες εφαιπόμενες μόνο για το μοντέλο της ημέρας, ενώ το αντίστροφο της

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

προηγούμενης ακτίνας επιβεβαιώθηκε ως σημαντική μεταβλητή για αμφότερες συνθήκες ορατότητας.

Η έρευνα αυτή μπορεί **να επηρεάσει τις εκτιμήσεις σχεδιασμού για τη νυχτερινή οδήγηση**, παρέχοντας αποδείξεις των επιπτώσεων των νυχτερινών συνθηκών στις επιλογές ταχύτητας του οδηγού και στην οδική ασφάλεια.

2.2.4 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 (2008)

Εισαγωγή

Τα οδικά ατυχήματα είναι η κύρια αιτία θανάτου των νέων στον ανεπτυγμένο κόσμο. Οι λόγοι που προκαλούν τα τροχαία ατυχήματα είναι πολυάριθμα. Ωστόσο, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι η έλλειψη οδηγικής εμπειρίας είναι ένας από τους κύριους συντελεστές που συμβάλλουν στο πρόβλημα αυτό. Επιπροσθέτως, έχει αποδειχθεί ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και της βροχής αυξάνει τον κίνδυνο συντριβής. Και οι δύο αυτοί παράγοντες μπορεί να σχετίζονται με τις ικανότητες των οδηγών, τεχνικές οπτικής αναζήτησης που γίνονται πιο αποτελεσματικές με αυξημένη εμπειρία. Σε αυτό το πλαίσιο κινήθηκε η έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους **Konstantopoulos et al.** του πανεπιστημίου του Nottingham (University of Nottingham) το 2008, με τη χρήση **προσομοιωτή οδήγησης**.

Σκοπός

Η παρούσα μελέτη είχε ως σκοπό τη **διερεύνηση της οπτικής προσοχής του οδηγού ως συνάρτηση της οδηγικής εμπειρίας και της ορατότητας, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης για οδήγηση τη μέρα, τη νύχτα και υπό βροχή**.

Μεθοδολογία

Οι **21 συμμετέχοντες** που έλαβαν μέρος στην έρευνα χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, μια ομάδα που αποτελούταν από 11 **εκπαιδευτές οδήγησης** και άλλη μία που αποτελούταν από 10 **μαθητευόμενους οδηγούς**. Αφού συμπλήρωσαν πρώτα ένα ερωτηματολόγιο με δημογραφικές ερωτήσεις, οι οδηγοί οδήγησαν τρεις προκαθορισμένες διαδρομές σε Faros GB3 προσομοιωτή οδήγησης. Οι διαδρομές οδήγησης ήταν γεωγραφικά ίδιες και η μόνη διαφορά μεταξύ των διαδρομών ήταν τα επίπεδα φωτισμού, δηλαδή έγιναν διαδρομές κατά τη διάρκεια της ημέρας, της νύχτας και σε συνθήκες βροχής (Εικόνα 2.2).

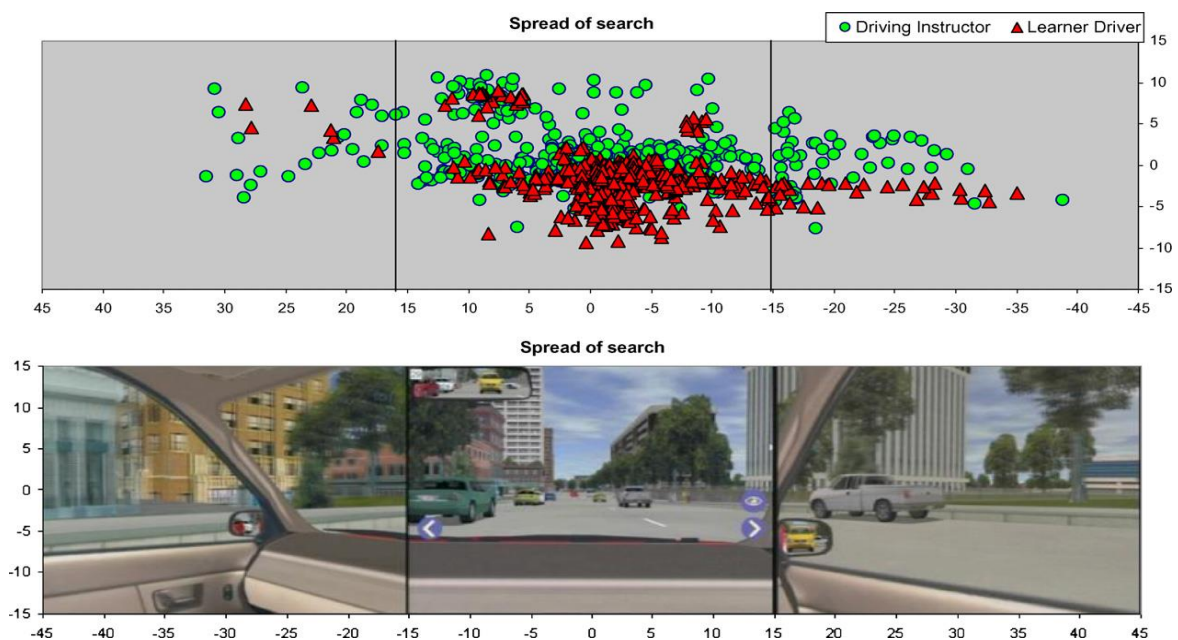
Και οι τρεις **διαδρομές περιλάμβαναν τμήμα αστικού δρόμου 4 λωρίδων** (2 λωρίδες ανά κατεύθυνση) με μέτρια κυκλοφορία που περιελάμβανε φανάρια, δεξιά και αριστερή στροφή, διασταυρώσεις, κ.λπ. Οι συνθήκες οδήγησης περιλάμβαναν άλλους χρήστες του οδικού δικτύου που μετακινούνταν κανονικά στο δρόμο, υπακούοντας στους νόμους περί κυκλοφορίας, και ήταν δυνατόν να προσπεράσουν τον οδηγό σε ορισμένες περιπτώσεις.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση



ΕΙΚΟΝΑ 2.2: Παράδειγμα από το περιβάλλον του προσομοιωτή οδήγησης την ημέρα, τη νύχτα και υπό συνθήκες βροχής

Οι κινήσεις των ματιών καταγράφηκαν από ένα ειδικό σύστημα βίντεο SMI iView XTM HED, 50 Hz. Η σταθεροποίηση υπολογίστηκε με αλγόριθμο με βάση την ταχύτητα και η ελάχιστη διάρκεια ήταν 100 ms.



ΕΙΚΟΝΑ 2.3: Παράδειγμα από τη διακύμανση της οπτικής γωνίας του εκπαιδευτή οδήγησης (πράσινο) σε σχέση με το μαθητευόμενο (κόκκινο).

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν ότι:

- ❖ Οι **εκπαιδευτές οδήγησης** είχαν αυξημένο δείκτη δειγματοληψίας, μικρότερο χρόνο επεξεργασίας και **ευρύτερη σάρωση του δρόμου** από τους μαθητευόμενους οδηγούς. Αυτή η ευρύτερη σάρωση του δρόμου θα μπορούσε ενδεχομένως να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι εκπαιδευτές κοιτούσαν περισσότερο τους πλαϊνούς καθρέπτες.
- ❖ Οι **συνθήκες κακής ορατότητας**, ιδιαίτερα στη βροχή, μειώνουν την αποτελεσματικότητα της οπτικής αναζήτησης των οδηγών.
- ❖ Η έλλειψη αλληλεπίδρασης μεταξύ της οδηγικής εμπειρίας και της ορατότητας υποδηλώνει ότι ορισμένες πτυχές της οπτικής αναζήτησης επηρεάζονται από τη γενική εμπειρία και όχι από την συγκεκριμένη κατάσταση της οδηγικής εμπειρίας.
- ❖ Υπάρχει **επίδραση της οδηγικής εμπειρίας** στην τροποποίηση των κινήσεων των ματιών (eye movement strategies).
- ❖ Ο **υψηλός κίνδυνος ατυχημάτων κατά τη νυχτερινή οδήγηση** και υπό συνθήκες βροχής μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει από τη μείωση της οπτικής αναζήτησης κατά τη διάρκεια οδήγησης υπό αυτές τις συνθήκες.
- ❖ Τέλος, υποστηρίζεται ότι η **χρήση προσομοιωτών οδήγησης** μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με την ασφάλεια οδήγησης.

2.2.5 Hazard Anticipation of Novice and Experienced Drivers: Empirical Evaluation on a Driving Simulator in Daytime and Nighttime Conditions (2007)

Εισαγωγή

Οι **Garay-Vega et al.** διεξήγαγαν μία έρευνα το 2007 σχετικά με το πόσο μπορεί η οδηγική εμπειρία να συμβάλλει στην πρόβλεψη κινδύνων κατά την οδήγηση την ημέρα και τη νύχτα. Σημαντικά στοιχεία από το πεδίο και τις εργαστηριακές μελέτες δείχνουν τώρα ότι μια μεγάλη **διαφορά μεταξύ αρχάριων και έμπειρων οδηγών είναι ο βαθμός στον οποίο «σαρώνουν» το οδικό περιβάλλον μπροστά τους**. Ένας δείκτης είναι ότι οι έμπειροι οδηγοί κάνουν πιο οριζόντιες κινήσεις των ματιών από ότι οι αρχάριοι. Επιπλέον, η διαφορά στις κινήσεις των ματιών μεταξύ αρχαρίων και έμπειρων οδηγών σε προσομοιωτή οδήγησης δεν είναι μόνο ένα παγκόσμιο πρότυπο συμπεριφοράς, δεδομένου ότι οι έμπειροι οδηγοί έχουν περισσότερες πιθανότητες να εξετάσουν συγκεκριμένες περιοχές της οπτικής απεικόνισης που θα μπορούσαν είτε να περιέχουν έναν πιθανό κίνδυνο είτε ένα σημάδι ότι μια πιθανώς επικίνδυνη κατάσταση έρχεται.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να **να διερευνηθεί η διαφορά στην πρόβλεψη κινδύνου μεταξύ αρχάριων και έμπειρων οδηγών** μέσω εμπειρικής αξιολόγησης σε προσομοιωτή οδήγησης **κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας**.

Μεθοδολογία

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Για την επίτευξη της έρευνας χρησιμοποιήθηκε **προσομοιωτής οδήγησης**. Τα σενάρια οδήγησης που επιλέχθηκαν ήταν τα εξής:

- Οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα σημάδια κατά μήκος της διαδρομής που σηματοδότησαν πιθανό κίνδυνο.
- Οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα σημάδια κατά μήκος της διαδρομής που σηματοδότησαν πιθανό κίνδυνο.
- Οδήγηση και στα δύο περιβάλλοντα με προφανείς πλέον υποδείξεις των επερχόμενων κινδύνων

Αποτελέσματα

Τα δεδομένα υποδεικνύουν ότι καμία αλλαγή στις συνθήκες φωτισμού δεν μείωσε το πλεονέκτημα για έμπειρους οδηγούς, παρόλο που το **απόλυτο επίπεδο απόδοσης** άλλαξε και για τις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα:

- **Μειώθηκε κατά τις νυχτερινές συνθήκες** και
- Βελτιώθηκε στις διαδρομές όπου υπήρχαν προφανείς υποδείξεις.

Έτσι, φαίνεται ότι η εμπειρογνωμοσύνη των έμπειρων οδηγών που τους ωθεί να παρακολουθήσουν περιοχές όπου ενδέχεται να εμφανιστούν δυνητικοί κίνδυνοι εφαρμόζεται σε αρκετά ευρύ φάσμα καταστάσεων.

Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι η πρόκληση αυτής της τεχνογνωσίας σε νέους οδηγούς μέσω της κατάρτισης μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στα ποσοστά των οδικών ατυχημάτων.

2.2.6 Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night (2002)

Εισαγωγή

Οι **S. Plainis και I. J. Murray** διεξήγαγαν το 2002 μία έρευνα σχετικά με την επίδραση της οπτικής ικανότητας στο χρόνο αντίδρασης κατά τη νυχτερινή οδήγηση. Σύμφωνα λοιπόν με την έρευνά τους, όταν αναλύονται τα αίτια των οδικών ατυχημάτων, υπάρχουν αναπόφευκτα πολλοί παράγοντες που συμβάλλουν. Εκτός από ελαττωματικούς δρόμους και οχήματα, και απρόσεκτη οδήγηση, κοινή παρατήρηση είναι το υψηλό ποσοστό των σφαλμάτων αντίληψης που έγιναν από τους οδηγούς. Φαίνεται πιθανό, αν και το σημείο δεν έχει έχει διαπιστωθεί κατά τρόπο αδιαμφισβήτητο, ότι τα **σφάλματα αντιλήψεως** είναι ακόμη πιο συχνά υπό συνθήκες χαμηλού φωτισμού, όταν δηλαδή μειώνεται η ορατότητα.

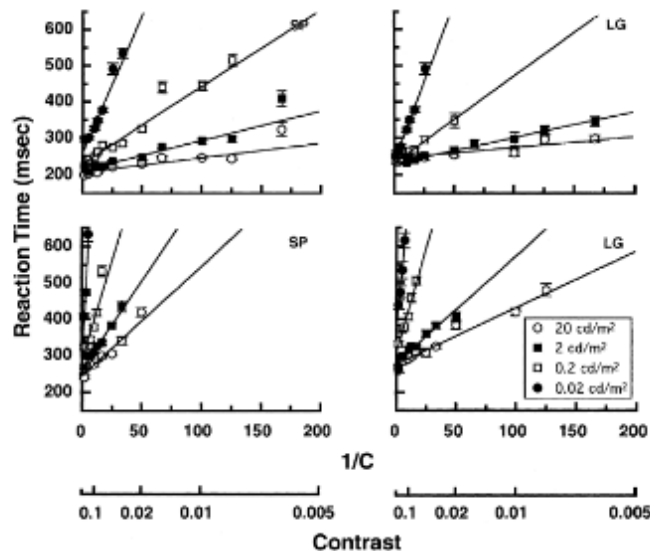
Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η **διερεύνηση της ανταπόκρισης του** ανθρώπινου **οπτικού συστήματος** σε **συνθήκες χαμηλού φωτισμού** και η συσχέτισή της με το χρόνο αντίδρασης.

Μεθοδολογία

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η προσομοίωση έγινε σε μία ειδικά διαμορφωμένη έγχρωμη οθόνη, Barco CCID7651 Calibrator όπου γινόταν η προβολή κάθετων ημιτονοειδών εσχάρων που αποτελούνταν από ξεχωριστά κόκκινα και πράσινα μοτίβα. Χρησιμοποιήθηκαν 3 συμμετέχοντες στους οποίους εξετάστηκαν οι χρόνοι αντίδρασης υπό διαφορετικές κάθε φορά συνθήκες φωτισμού, αντιθέσεων και χωρικών συχνοτήτων. Στην εικόνα 2.4 φαίνονται τα αποτελέσματα από κάποιες δοκιμές.



ΕΙΚΟΝΑ 2.4: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με την αντίθεση φωτεινότητας

Αποτελέσματα

Από την παρούσα έρευνα προέκυψε ότι:

- Ο **χρόνος αντίδρασης** κυμαίνονταν από **200 ms** σε **βέλτιστες συνθήκες ορατότητας**, που συνήθως συναντώνται κατά τη διάρκεια της οδήγησης την ημέρα (δηλαδή υψηλή αντίθεση, υψηλή φωτεινότητα), σε περίπου **600 ms** σε **μη βέλτιστες συνθήκες** ορατότητας που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της νυκτερινής οδήγησης (δηλαδή χαμηλή φωτεινότητα, χαμηλός φωτισμός)
- Οι χρόνοι αντίδρασης μπορούν να μεταφραστούν σε **αποστάσεις ασφαλείας**, γεγονός που θα μπορούσε να συμβάλλει σημαντικά στην οδική ασφάλεια.

Speed (mph)	Optimal conditions		Non-optimal night-time conditions		
	Thinking distance	Stopping distance	Thinking distance	Stopping distance	Additional distance
30	9.0	22.6	14.3	27.9	5.3
50	15.0	52.9	23.9	61.8	8.9
60	18.0	72.7	28.7	83.4	10.7
70	21.0	95.4	33.4	107.8	12.4
80	24.0	121.2	38.2	135.4	14.2

ΕΙΚΟΝΑ 2.5: Αποστάσεις ασφαλείας υπό καλές και κακές συνθήκες ορατότητας

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

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

- ❖ Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας επιφέρει αναμφίβολα **μεταβολή στη συμπεριφορά 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.
- ❖ Ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την οδηγική συμπεριφορά τη νύχτα αποτελεί αναμφισβήτητα η **έλλειψη ορατότητας**-κακή ορατότητα σε σχέση με την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- ❖ Οι συνθήκες κακής ορατότητας, ιδιαίτερα στη βροχή, **μειώνουν την αποτελεσματικότητα της οπτικής αντίληψης** του οδικού περιβάλλοντος των οδηγών με αποτέλεσμα τον υψηλό κίνδυνο ατυχημάτων κατά τη νυχτερινή οδήγηση.
- ❖ Οι **έμπειροι οδηγοί** φαίνεται να είναι πιο ικανοί να προβλέψουν ένα πιθανό ατύχημα σε σχέση με τους άπειρους οδηγούς, παρόλο που το **απόλυτο επίπεδο απόδοσης μειώνεται κατά τις νυχτερινές συνθήκες**.
- ❖ Σχετικά με την **ταχύτητα οδήγησης**, τα αποτελέσματα δεν είναι σαφή καθώς παρατηρείται ότι οι διαφορές στην ταχύτητα του οχήματος ανάμεσα στην ημέρα και τη νύχτα είναι **θετικές και αρνητικές**, ανάλογα με τον τύπο της οδού.
- ❖ Συγκεκριμένα, οι μέσες τιμές που βασίζονται **σε κάθε οδό ξεχωριστά** έδειξαν ότι η ταχύτητα του οχήματος ήταν γενικά κατά 1% υψηλότερη τη νύχτα σε οδούς με οδικό φωτισμό, ενώ ελάχιστες διαφορές βρέθηκαν για οδούς χωρίς οδικό φωτισμό.
- ❖ Επιπλέον, **προτείνονται νέα μοντέλα πρόβλεψης ταχύτητας, διαφοροποιημένα** για οδήγηση κατά τη διάρκεια **της ημέρας και της νύχτας**, τα οποία υπογραμμίζουν τις επιδράσεις διαφορετικών γεωμετρικών παραμέτρων κάτω από διαφορετικές συνθήκες ορατότητας.
- ❖ Ο **χρόνος αντίδρασης αυξάνεται** σε σημαντικό βαθμό κατά τη νυχτερινή οδήγηση, όταν δηλαδή επικρατούν συνθήκες χαμηλής φωτεινότητας και αντίθεσης.
- ❖ Η **απουσία οδικού φωτισμού** τις νυχτερινές ώρες φαίνεται να αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των **θανατηφόρων ατυχημάτων**. Η αύξηση αυτή παρατηρείται ότι είναι μεγαλύτερη στις κατοικημένες περιοχές.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

- ❖ Η **επιρροή της απουσίας φωτισμού** και της ύπαρξης αμυδρού φωτισμού σχετίζεται με τη **σοβαρότητα των ατυχημάτων**. Η επιρροή αυτών των μεταβλητών αυξάνεται, όσο αυξάνεται η σοβαρότητα των ατυχημάτων.
- ❖ Τέλος, η **μεθοδολογία** που ακολουθήθηκε στις περισσότερες έρευνες περιλάμβανε τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης, προσομοιωτή σε συνδυασμό με ερωτηματολόγια ή συλλογή δεδομένων από οδήγηση σε πραγματικές συνθήκες.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, που αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, παρουσιάζεται η θεωρία στην οποία βασίζεται η στατιστική ανάλυση της Διπλωματικής Εργασίας. Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι η εξαρτημένη μεταβλητή του προβλήματος (ταχύτητα διαδρομής) αφενός λαμβάνει συνεχείς τιμές και αφετέρου ακολουθεί κανονική κατανομή. Ένας πρόσθετος λόγος που οδήγησε στη χρήση της μεθόδου αυτής είναι ότι πρόκειται περί 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. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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:

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

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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:

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

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 :

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

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

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

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

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

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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 $x=0$.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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

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 $Var(\epsilon_i) = \sigma_\epsilon^2$

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. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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:

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

όπου:

y_i : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$: είναι οι

συντελεστές μερικής παλινδρόμησης $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN}$: είναι οι

ανεξάρτητες μεταβλητές

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πολύπλοκη μορφή:

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

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

3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που περιγράφονται στο κεφάλαιο αυτό ισχύει η προϋπόθεση ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής. Εντούτοις, στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (όπως το ενδεχόμενο να συμβεί κάποιο ατύχημα) χρησιμοποιείται η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και ταξινόμησης. Είναι δυνατή η έκβαση μιας κατηγορικής μεταβλητής με 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:

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

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

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

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

$$(P/(1 - P)) = e^{B_0 + B_i X_i} = e^{B_0} e^{B_i X_i}$$

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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:

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

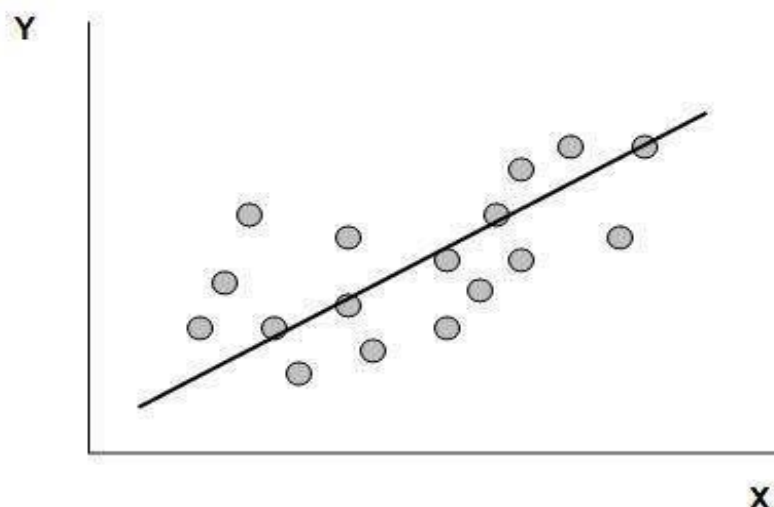
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/(1-P_i)$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή e^{B_i} .

3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

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

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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:

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

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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

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

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.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
80	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

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 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 :

$$R^2 = SSR/SST$$

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

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

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από 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

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

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 $\text{Var}(\epsilon_i) = \sigma_\epsilon^2 = c$ και
- Να έχει μηδενική συσχέτιση, $\rho(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0 \quad \forall \quad i \neq j$

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 πιθανοφάνειών (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 \times (L(\hat{\beta}) - L(0))$, όπου $L(\hat{\beta}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$, ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, είναι μεγαλύτερη από την τιμή του 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

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

λογιστικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται ως εξής: $\rho^2 = 1 - (L(b)/L(0))$ όπου $L(b)=L$ (μοντέλο με τις p μεταβλητές) ενώ $L(0)=L$ (μοντέλο χωρίς τις p μεταβλητές). Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του ρ^2 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.

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.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

• **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης, μία εκ των οποίων είναι η γραμμική (**Linear**) που επιλέξαμε για την ανάλυση των δεδομένων μας. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί.

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

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

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο σκέλος, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Πρέπει να αναφερθεί ότι λίγες συναφείς έρευνες φαίνεται να 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 οδήγηση τη νύχτα, 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:

- i. την οδό, οδήγηση σε αστική οδό υπό χαμηλές συνθήκες κυκλοφορίας (κανονικός φόρτος) και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (αυξημένος φόρτος)
- ii. τις ειδικές συνθήκες οδήγησης, οδήγηση σε καλές καιρικές συνθήκες, την ημέρα και τη νύχτα.

4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Αποφασίστηκε η έρευνα να εστιάσει στη μελέτη της συμπεριφοράς **νέων οδηγών**. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι η ομάδα του δείγματος έπρεπε να είναι συμπαγής, με συγκεκριμένο μέγεθος και ήταν πιο εύκολο να αναζητηθούν νέοι οδηγοί. Επιπροσθέτως, είναι γνωστό από στατιστικά στοιχεία ότι ο κίνδυνος ατυχήματος σχετίζεται με την ηλικία του οδηγού. Οι νέοι ηλικιακά οδηγοί, εκτός του ότι έχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής ικανότητάς τους και παρατηρείται μια αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα. Για 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 4 έτη. Όλοι τους ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ενώ έγινε προσπάθεια το δείγμα μας να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό της ελληνικής πραγματικότητας με ποικιλία στο μορφωτικό και κοινωνικό επίπεδο των συμμετεχόντων.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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.



ΕΙΚΟΝΑ 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. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΕΙΚΟΝΕΣ 4.2, 4.3: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης 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 4.4).

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη, χωρίς προειδοποίηση διάβαση πεζού από διασταύρωση.

Οι επιλογές αυτές ρυθμίζονται στο λογισμικό του προσομοιωτή, μέσω ενός **ειδικού πληκτρολογίου ελέγχου** (Εικόνα 4.5). Το πλήκτρο **Mode** χρησιμοποιείται για την περιήγηση σε διαφορετικούς καταλόγους επιλογών του κύριου προγράμματος και για την αλλαγή στις επιλογές στο εσωτερικό ενός συγκεκριμένου καταλόγου, ενώ το πλήκτρο **Line** δίνει τη δυνατότητα περιήγησης εντός των επιλογών κάθε καταλόγου.



ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Πληκτρολόγιο ελέγχου

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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 4.6).



ΕΙΚΟΝΑ 4.6: 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 4.7).

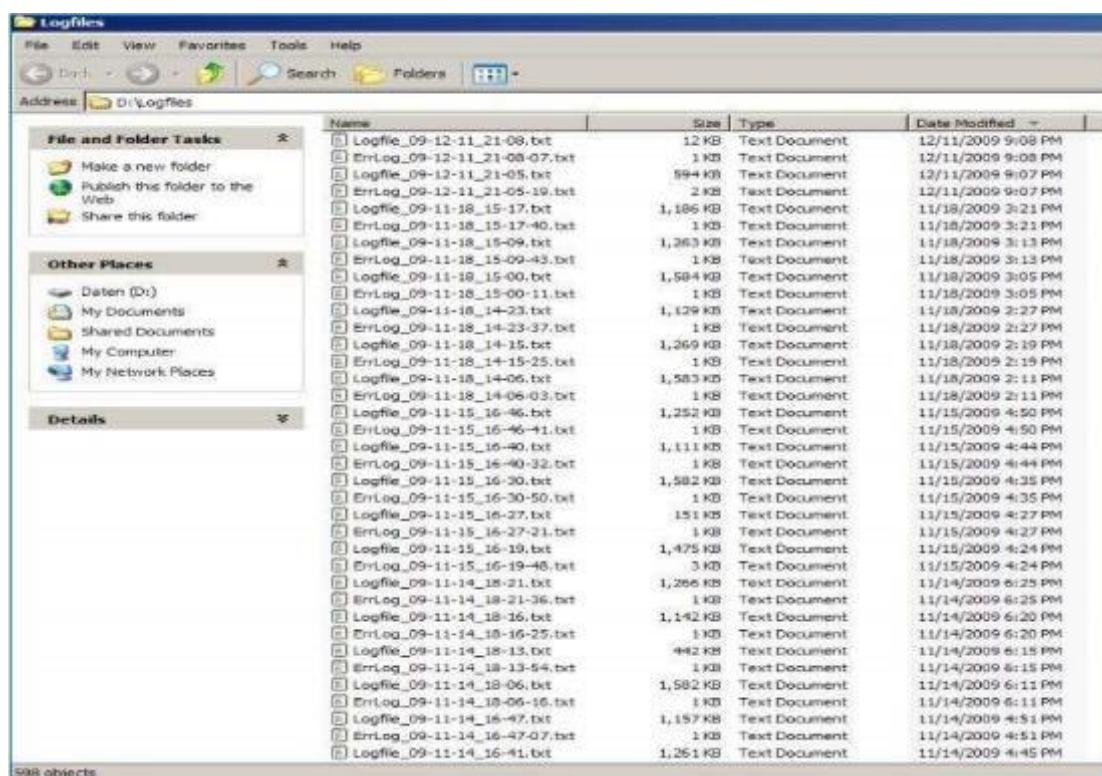


ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Κατάλογος προκαθορισμένων σεναρίων – Επιλογή σεναρίου οδήγησης

Η αποθήκευση των δεδομένων των πειραμάτων πραγματοποιείται αυτόματα στο τέλος της διαδικασίας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο φάκελο D:\Logfiles σε μορφή κειμένου(*txt) (Εικόνα 4.8). Για να μετακινηθεί κάποιος από την οθόνη λειτουργίας του προσομοιωτή στην επιφάνεια εργασίας σε περιβάλλον Windows, αρκεί να πατήσει το πλήκτρο Alt-Win δεξιά

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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.



ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή οδήγησης.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών. Πηγή: DR-ING.REINER
FOERST GMBG

1	Time	current real-time in milliseconds since start of the drive.
2	x-pos	x-position of the vehicle in m.
3	y-pos	y-position of the vehicle in m.
4	z-pos	z-position of the vehicle in m.
5	road	road number of the vehicle in [int].
6	richt	direction of the vehicle on the road in [BOOL] (0/1).
7	rdist	distance of the vehicle from the beginning of the drive in m.
8	rspur	track of the vehicle from the middle of the road in m.
9	ralpha	direction of the vehicle compared to the road direction in degrees.
10	dist	driven course in meters since begin of the drive.
11	speed	actual speed in km/h.
12	brk	brake pedal position in percent.
13	acc	gas pedal position in percent.
14	clutch	clutch pedal position in percent.
15	gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
16	rpm	motor revolution in 1/min.
17	hway	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
18	dleft	Distance to the left road board in meter.
19	dright	Distance to the right road board in meter.
20	wheel	Steering wheel position in degrees.
21	thead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds.
22	ttl	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds.
23	ttc	time to collision (all obstacles), in seconds.
24	acclat	acceleration lateral, in m/s ²
25	acclon	acceleration longitudinal, in m/s ²
26	evvis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
27	evdist	event-distance in m.
28	errlno	number of the most important driving failure since the last data set
29	errlval	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
30	err2no	number of the next driving failure (maybe empty).
31	err2val	additional date to failure 2.
32	err3no	number of a further driving failure (maybe empty).
33	err3val	additional date to failure 3.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Συγκεκριμένα, εστιάζει στην οδήγηση τη νύχτα σε αστικό περιβάλλον και έγινε προσπάθεια αυτό να πλησιάζει κατά το δυνατόν το **καθημερινό** περιβάλλον με το οποίο έρχονται σε επαφή οι συμμετέχοντες στο πείραμα. Επιπλέον για να πραγματοποιηθεί το πείραμα σε όσο το δυνατόν πιο αληθοφανείς συνθήκες, κατά την οδήγηση του σεναρίου τη νύχτα, στο χώρο του πειράματος αξίζει να σημειωθεί πως υπήρχε **παντελής έλλειψη φωτισμού** ούτως ώστε οι συμμετέχοντες να αισθάνονται ότι οδηγούν σε πραγματικές συνθήκες νύχτας. (Εικόνα 4.9)



***ΕΙΚΟΝΑ 4.9:** Διαμόρφωση χώρου πειράματος για οδήγηση τη νύχτα*

4.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής, ως εργαλείο για τη διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα, 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 **αστικό περιβάλλον μεγάλης πόλης** μήκους περίπου 1,67km με όριο ταχύτητας τα 50km/h.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Το αστικό περιβάλλον περιλάμβανε σηματοδότες ελέγχου της κυκλοφορίας, κινήσεις πεζών, κυκλικό κόμβο, καταστήματα με βιτρίνες και επερχόμενη κυκλοφορία. Η οδός αρχικά είχε δύο λωρίδες κυκλοφορίας, μία ανά κατεύθυνση, χωρίς διαχωριστική νησίδα μεταξύ τους, ενώ περίπου από την Χ.Θ +720m και μέχρι το τέλος της διαδρομής παρέμενε με δύο λωρίδες κυκλοφορίας αλλά πλέον δύο ανά κατεύθυνση και με διαχωριστική νησίδα μεταξύ τους. Η διαδρομή αποτελούνταν από δύο μεγάλες ευθείες με έξι διασταυρώσεις, ενώ δεν υπήρχε πουθενά κατά μήκος κλίση.

Και στα τέσσερα σενάρια οι καιρικές συνθήκες οδήγησης που επιλέχθηκαν ήταν οδήγηση υπό καλό καιρό ώστε να μην επιβαρυνθεί και με άλλους παράγοντες απόσπασης οδηγού. Ο πρώτος διαχωρισμός σχετικά με τα σενάρια οδήγησης σχετίζεται με το εάν **η οδήγηση θα γινόταν την ημέρα ή τη 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 αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια ημέρας με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια ημέρας με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια νύχτας με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια νύχτας με 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 τη διερεύνηση της επιρροής της νύχτας στην οδηγική συμπεριφορά των συμμετεχόντων. Πρέπει να σημειωθεί ότι, λόγω του τρόπου με τον οποίο είχαν προγραμματιστεί τα συγκεκριμένα σενάρια, αυτά που αφορούσαν σε οδήγηση στο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας (με υψηλό/χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο) εκτελούνταν διαδοχικά, χωρίς ανάπαυλα μεταξύ τους. Αντίστοιχα, διαδοχικά εκτελούνταν και τα σενάρια που αφορούσαν οδήγηση στο αστικό 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 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 4.10, 4.11, 4.12, 4.13)

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΕΙΚΟΝΑ 4.10: Σενάριο οδήγησης σε αστικό περιβάλλον την ημέρα– Κυκλικός κόμβος



ΕΙΚΟΝΑ 4.10: Επικίνδυνα γεγονότα την ημέρα – Απότομη, χωρίς προειδοποίηση εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΕΙΚΟΝΑ 4.11: Επικίνδυνα γεγονότα τη νύχτα – Απότομη, χωρίς προειδοποίηση διάβαση πεζού από διασταύρωση.



ΕΙΚΟΝΑ 4.12: Επικίνδυνα γεγονότα την ημέρα – Απότομη εμφάνιση παιδιού πίσω από σταθμευμένο όχημα.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.2.6 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Ιουνίου και μέσα Ιουλίου 2017. Οι 35 συμμετέχοντες πήραν μέρος στην έρευνα εθελοντικά, οδήγησαν τέσσερις φορές ο καθένας στον προσομοιωτή οδήγησης ενώ προηγουμένως 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 στην 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:

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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 υπεραστικής 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 αστικής οδού, στην οποία θα πραγματοποιείτο το πείραμα και θα λαμβάνονταν οι μετρήσεις, ενώ επιλεγόταν να είναι από το σενάριο «Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον την ημέρα 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.

2^η ΦΑΣΗ - ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ ΥΠΟ ΧΑΜΗΛΟ/ΥΨΗΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟ

Σε αυτή τη φάση του πειράματος ο οδηγός καλείτο να οδηγήσει διαδοχικά, χωρίς ανάπαυλα δύο φορές την **προκαθορισμένη διαδρομή** εντός του αστικού περιβάλλοντος, μία υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο και μία υπό υψηλό (με ποιο από τα δύο σενάρια κυκλοφοριακού φόρτου θα ξεκινούσε καθοριζόταν αποκλειστικά από το συντονιστή). Ήταν υποχρεωμένος να μην ομιλεί και να οδηγεί συγκεντρωμένος, όπως οδηγεί κανονικά στην καθημερινότητά του. Μετά την ολοκλήρωση της 2^{ης} φάσης του πειράματος ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας, η οποία καθοριζόταν από τον οδηγό ανάλογα με την κόπωση που είχε αισθανθεί.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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.

3^η ΦΑΣΗ - ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗ ΝΥΧΤΑ ΥΠΟ ΧΑΜΗΛΟ/ΥΨΗΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟ

Η τρίτη φάση του πειράματος προσομοίωσης ήταν πανομοιότυπη με τη δεύτερη, καθώς η μόνη διαφορά ήταν ότι ο οδηγός τώρα θα οδηγούσε δύο φορές την ίδια διαδρομή, μία φορά υπό χαμηλό φόρτο και μία υπό υψηλό κατά τη διάρκεια 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 πρώτα στην προηγούμενη φάση του πειράματος. Δηλαδή, αν ο συμμετέχων είχε οδηγήσει στη δεύτερη φάση πρώτα το σενάριο «Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο», τότε στην τρίτη φάση θα ξεκινούσε πρώτα με το σενάριο «Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο». Πρέπει να σημειωθεί ότι εδώ ορίστηκαν ως τρίτη φάση οι διαδρομές με την ύπαρξη του παράγοντα 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.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

ΕΝΤΥΠΟ 4.1: Ερωτηματολόγιο πριν την έναρξη του πειράματος

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1.

Ημερομηνία πειράματος :

2.

Α/Α συμμετέχοντα:

3.

Ηλικία :

ετών

4.

Φύλο :

Άνδρας:

Γυναίκα:

5.

Οδηγική εμπειρία (έτη) :

1 έως 3:

4 έως 6:

> 7:

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

6.

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

km

7.

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

km

8.

Σας αρέσει η οδήγηση ;

Ναι

Όχι

9.

Έχετε προβλήματα όρασης ;

Ναι

Όχι

☐ Αν ναι, κατά την οδήγηση φοράτε :

☐ Διορθωτικά γυαλιά

☐ Φακούς επαφής

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

10.

Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες, ενώ οδηγείτε :

	Εντός πόλης	
Μέρα		
Νύχτα		

11.

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

	Εντός πόλης	
Μέρα		
Νύχτα		

12.

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	

13.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Θα αποφεύγατε να οδηγήσετε τη νύχτα ;

	Ναι	Όχι
Εντός πόλης		

14.

Κατά την εκκίνηση της οδήγησης τη νύχτα ;

Λαμβάνετε υπόψη τη φυσική και ψυχική σας κατάσταση	
Βεβαιώνετε για την καλή λειτουργία φωτών 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	

15.

Κατά πόσο θεωρείτε ότι αλλάζει η οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε τη νύχτα :

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πολύ
Εντός πόλης					
Εκτός πόλης					

16.

Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε τη νύχτα :

Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά	
---	--

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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	

17.

Κατά πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν οδηγείτε τη νύχτα :

	Καθόλου	0-20	>20
Εντός πόλης			

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 φύλο.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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 εντός πόλης στην αντίστοιχη στήλη τοποθετήθηκε 1 (καταφατική απάντηση), αλλιώς 0 (αρνητική απάντηση). 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).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
AGE	Η ηλικία του συμμετέχοντα 1: [20-24], 2: [25-27], 3: [28-30]	ORDINAL
SEX	Το φύλο του συμμετέχοντα [ΑΝΔΡΑΣ], 2: [ΓΥΝΑΙΚΑ]	NOMINAL
DRV_EXP	Η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα σε έτη [1-3], 2: [4-6], 3: [>7]	ORDINAL
WEEK_DIST	Τι απόσταση διανύει περίπου ο οδηγός εβδομαδιαίως με Ι.Χ. όχημα εντός πόλης ; Π.χ. 60 km	SCALE
DRV_ENJ	Αν αρέσει η οδήγηση στο συμμετέχοντα [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
VIS_PROB	Αν έχει προβλήματα οράσεως ο συμμετέχων [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
ACC_VICT_D	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με παθόντες την ημέρα σε αστική οδό 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
ACC_VICT_N	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με παθόντες τη νύχτα σε αστική οδό 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
ACC_DAM_D	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές την ημέρα σε αστική οδό 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
ACC_DAM_N	Αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές τη νύχτα σε αστική οδό 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/TΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
MDANG_LIMVIS	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την περιορισμένη ορατότητα 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_BADRD	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την κακή κατάσταση οδοστρώματος 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_LIMLT	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τον ελλιπή ή ανύπαρκτο φωτισμό οδού 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_BADW	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τις κακές καιρικές συνθήκες 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_ALCOH	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα υπό την επήρεια αλκοόλ 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_BLINDFOC	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα το φαινόμενο της στιγμιαίας "τύφλωσης" των αντίθετα διερχόμενων οχημάτων 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_BURNLT	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τα μονόφθαλμα ή "τυφλά" οχήματα 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_TIRED	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την αυξημένη κούραση 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
MDANG_REALDIST	Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
AVOID_DRV	Αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγήσει τη νύχτα 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
STARTDRV_STATE	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, λαμβάνει υπόψιν του τη φυσική και ψυχική του κατάσταση 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
STARTDRV_HEADLT	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, βεβαιώνεται για την καλή λειτουργία φωτών πορείας και προβολέων 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
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
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
STARTDRV_WAIT	Αν κατά την εκκίνηση της οδήγησής του τη νύχτα, ο συμμετέχων, περιμένει 1-2 λεπτά για να συνθηθίσουν τα μάτια του το σκοτάδι 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
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

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

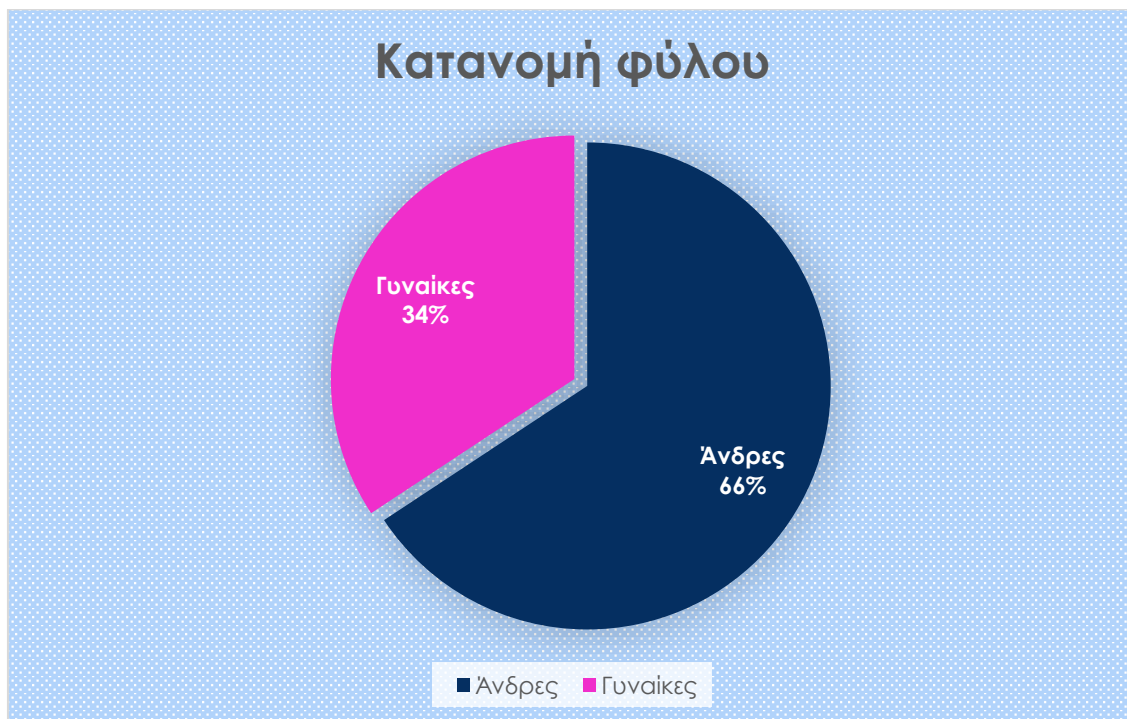
ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
DRVBEH_REDSP	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Μειώνει ταχύτητα και οδηγεί πιο προσεκτικά 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
DRVBEH_SIDERD	Με ποιόν τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων, ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά όταν οδηγεί τη νύχτα: Οδηγεί στην άκρη του δρόμου 0: [OXI], 1: [NAI]	NOMINAL
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
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
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
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
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
RED_SPEED	Κατά πόσο μειώνει ο συμμετέχων, την ταχύτητά του όταν οδηγεί τη νύχτα 1: ΚΑΘΟΛΟΥ, 2: [0-20], 3: [>20]	ORDINAL

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου

ΑΤ	ΒΛ	ΒΛ'	ΒΛ''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''	ΒΛ'''
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Τέλος, στα γραφήματα που ακολουθούν, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών του φύλου και τα ποσοστά των ερωτηθέντων σχετικά το αν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές μόνο, εντός πόλης για τους 35 συμμετέχοντες (Γραφήματα 4.1, 4.2)



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: Ποσοστό συμμετεχόντων σχετικά με το αν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές τη νύχτα

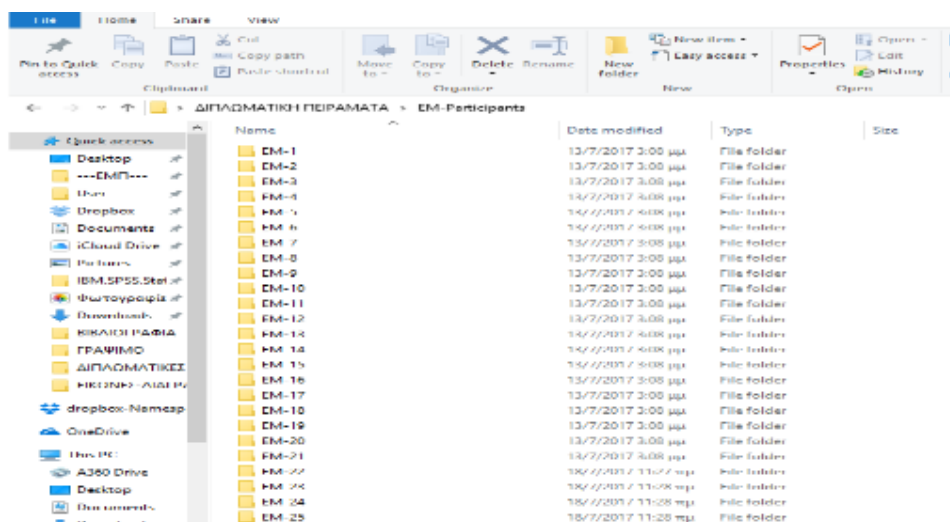
4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

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.

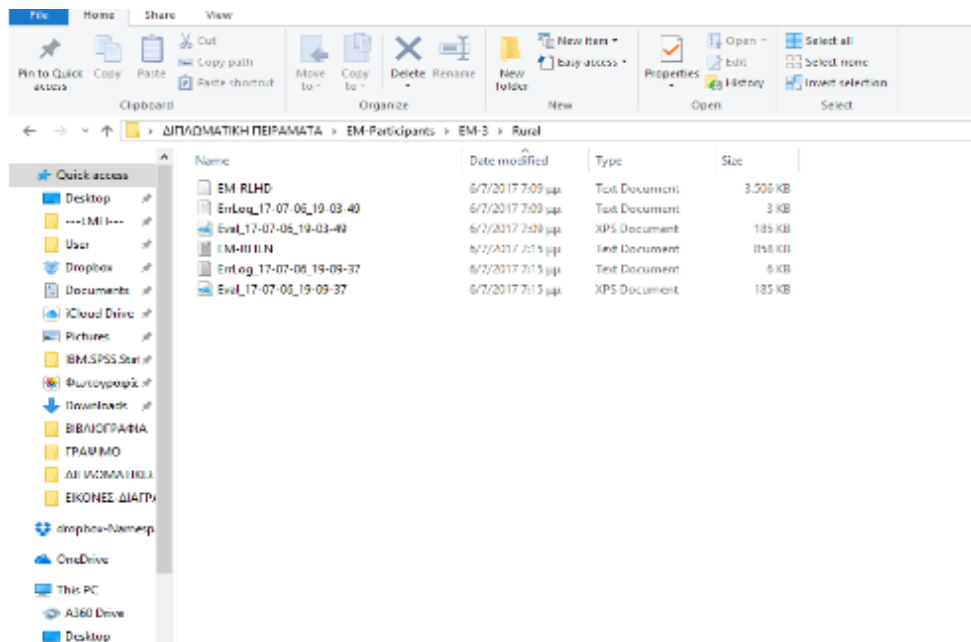
4.3.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

Για κάθε διαδρομή κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα διαφορετικό φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές (ημέρα και νύχτα) στη φάση προσομοίωσης του πειράματος αποθηκεύτηκαν στον ίδιο φάκελο για κάθε οδηγό για λόγους ασφαλείας και ομαδοποίησης. (Εικόνα 4.13) 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 4.14)



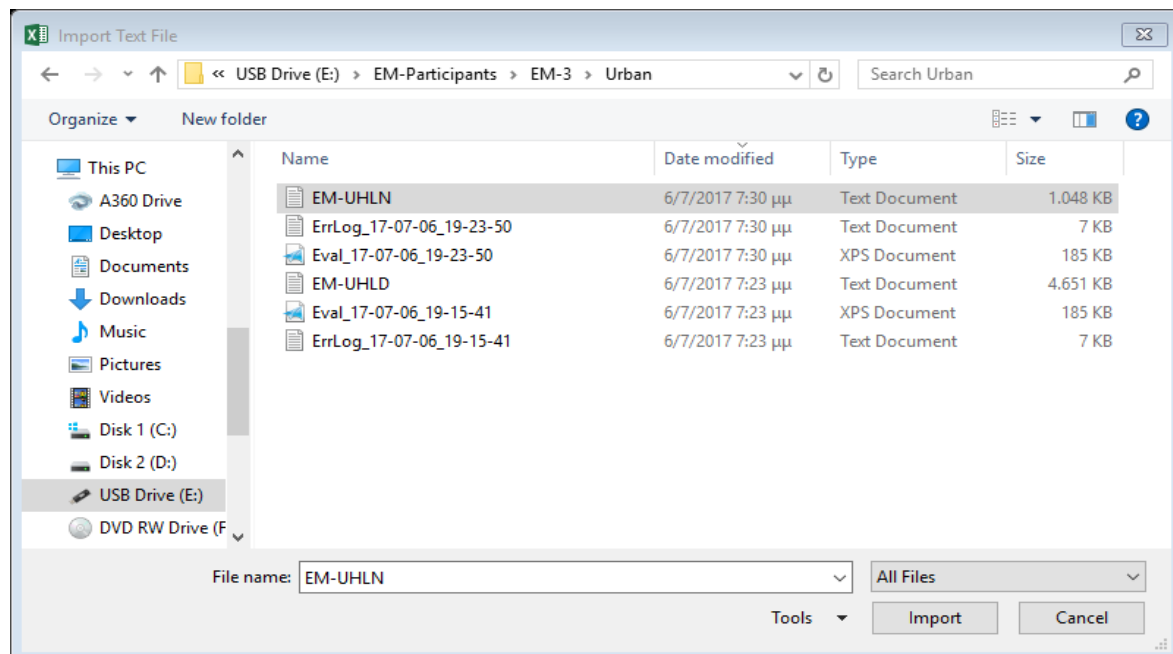
ΕΙΚΟΝΑ 4.13 : Αρχεία οδηγιών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΕΙΚΟΝΑ 4.14: Αρχεία δεδομένων διαδρομών οδηγών 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 4.15, 4.16).



ΕΙΚΟΝΑ 4.15: Εισαγωγή εξωτερικών δεδομένων στο Excel

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

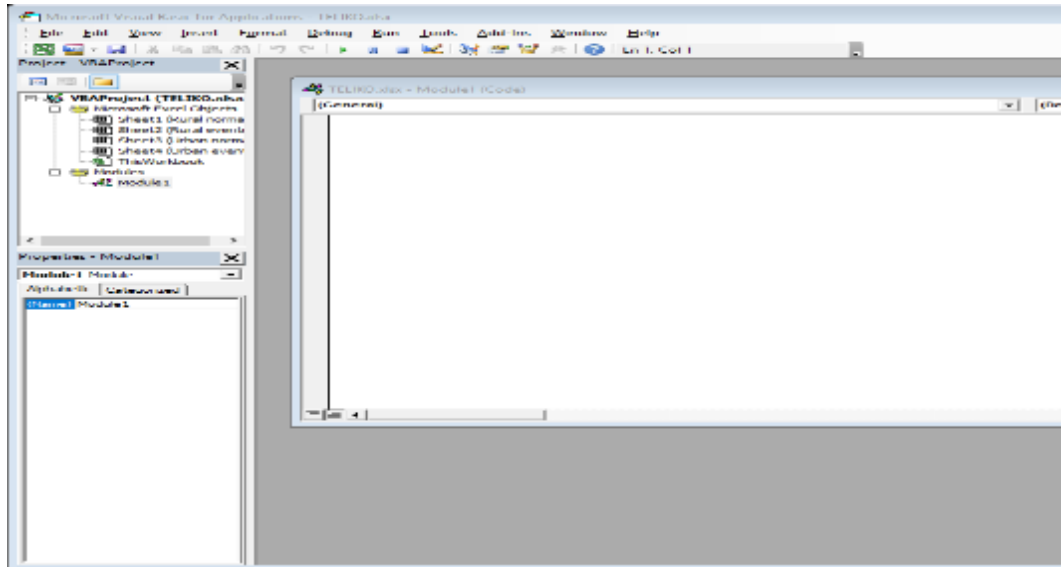
The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet. The spreadsheet contains a large table of data with multiple columns and rows. The data appears to be related to measurements or calculations, with some cells highlighted in green. The spreadsheet is titled 'Urban normal' and has a tab labeled 'Urban normal' at the bottom. The data is organized into columns, with some columns containing numerical values and others containing text or formulas. The rows are numbered, and the data is presented in a structured format.

ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel

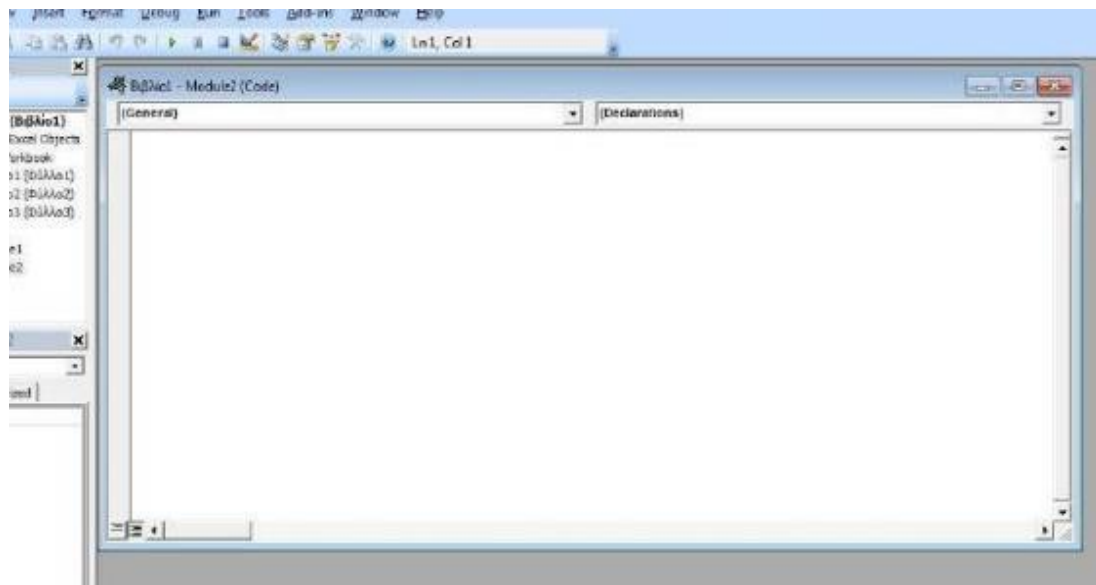
4.3.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ VISUAL BASIC

Παρατηρώντας τα στοιχεία που παρέιχε ο προσομοιωτής οδήγησης για την κάθε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε, αναγνωρίστηκε η ανάγκη για περαιτέρω 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 πραγματοποιείτο μέσω της εντολής Προγραμματιστής >Visual Basic (Εικόνα 4.17) >Insert >Module (Εικόνα 4.18). Έπειτα, αφού δημιουργήθηκε το script σε αρχείο της μορφής .txt (Εικόνα 4.19), εισαγόταν στο περιβάλλον της Visual Basic (Εικόνα 4.20) 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.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



EIKONA 4.17: Εντολή Insert Module



ΕΙΚΟΝΑ 4.18: Περιβάλλον Visual Basic εισαγωγής μοντέλου

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

[illegible]

ΕΙΚΟΝΑ 4.23: Ημέρα ή νύχτα

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 4.24) δύο «queries» με τα οποία «έτρεχαν» τα δεδομένα και τελικά αυτά εξάγονταν υπό μορφή εύκολα επεξεργάσιμη και κατανοητή.

The screenshot shows the Microsoft Access 2010 interface. The 'All Access Objects' task pane on the left lists various objects, including 'tblPersonID'. The main window displays the 'tblPersonID' table with the following data:

ID	PersonID	Trial	Traffic	Extractor	State	Junction	Time	X-pos	Y-pos
558239	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	23	365	880
558240	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	30	365	880
558241	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	66	365	880
558242	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	81	365	880
558243	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	100	365	880
558244	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	138	365	880
558245	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	216	365	880
558246	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	231	365	880
558247	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	250	365	880
558248	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	300	365	880
558249	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	318	365	880
558250	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	333	365	880
558251	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	350	365	880
558252	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	365	365	880
558253	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	383	365	880
558254	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	400	365	880
558255	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	418	365	880
558256	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	431	365	880
558257	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	450	365	880
558258	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	468	365	880
558259	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	484	365	880
558260	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	506	365	880
558261	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	515	365	880
558262	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	533	365	880
558263	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	550	365	880
558264	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	566	365	880
558265	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	581	365	880
558266	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	600	365	880
558267	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	614	365	880
558268	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	631	365	880
558269	EM1	1	L	D	SPEED-0	No Junction	650	365	880

EIKONA 4.24: Εντολή εκτέλεσης «queries» στην Microsoft Office Access

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Με την εφαρμογή του πρώτου από τα «queries» (Εικόνα 4.25) 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 οδηγούσαν ημέρα ή νύχτα) 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.

Area	TrialNumber	Traffic	Distractor	TimeRun	DistanceCar	LateralPosition	StddevLateralPosition	AverageSpeed	StddevAverage	RspurAverage
1	1	L	D	03:52	99,98	2,96647961247862	1,79068846350542	38,3828347578348	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	N	00:44	99,94	2,94879761015684	1,68511700784243	48,2769977595221	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	D	05:44	99,97	2,62581257544169	1,77437715543076	32,5404165466935	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	N	01:24	99,96	2,43535810205908	1,60402892925122	32,3889847118776	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	H	N	01:01	99,99	3,22250134770889	1,84797796049464	36,1087870619546	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	D	03:34	99,98	3,34896456086206	1,7462842590747	39,634930662558	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	D	06:05	99,98	2,99416505742454	1,89028322654432	29,1786897113382	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	L	N	01:15	99,97	3,1817564167088	1,70368525704704	37,0432953549518	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	D	05:06	100	2,53270529637058	1,63791719140429	29,1861767562318	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	N	01:06	99,95	3,33906909090697	1,91555947083018	33,4296296296297	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	D	06:38	99,99	3,17848804841907	1,64505869142545	26,6644036849533	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	N	01:47	100	2,40673455006179	1,65630458105799	25,5452181987001	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	H	D	05:10	99,98	1,45213897582308	0,63473219284469	27,9229745555199	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	N	01:08	99,99	3,71511037827353	1,17455779023413	31,8091658583899	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	N	01:35	99,95	2,97500983090838	1,91570680503199	28,4391530718501	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	L	D	05:50	99,98	3,36749303919469	0,409344399398633	30,8865754726981	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	H	D	04:10	99,97	1,72786411609501	1,21365977089234	31,7116490765172	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	D	04:06	100	1,21745276638379	0,64154080275131	34,7874983250703	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	N	00:56	100	1,14312426729191	0,661951678982081	38,1855803048066	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	N	01:30	99,85	1,33874476987446	0,847933202923693	29,5884926470588	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	H	D	04:56	100	2,98394152048223	1,67896885168203	29,853320683112	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	L	D	04:50	99,99	2,41524106787092	1,57677875481296	36,6040700318325	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	H	N	01:00	99,91	3,24693030384389	1,99303442499715	36,1851627137942	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	D	03:38	99,99	3,17308613891419	1,94539152928016	39,6265724598119	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	D	05:51	100	2,86096209912534	1,54027609666378	29,379975545523	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	L	N	01:14	99,98	3,19115562403699	1,90095695864091	37,035429011126	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	D	03:48	99,99	3,042469278389	1,84814143964965	37,968555732539	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	L	N	00:49	99,98	2,65810033444816	1,73474483094215	43,5230100334448	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	D	05:11	99,98	2,71788298130613	1,8933397260653	34,8734486050705	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	2	H	N	01:30	99,97	3,05147334147334	1,422319249192	30,314416392243	0,0000000000000000	0,0000000000000000
1	1	H	D	04:50	99,98	3,0611291789568	1,58792683406767	30,4860359335911	0,0000000000000000	0,0000000000000000

ΕΙΚΟΝΑ 4.25: Απόσπασμα πίνακα κατόπιν της εφαρμογής του πρώτου από τα «queries»

Με την εφαρμογή του δεύτερου από τα «queries» (Εικόνα 4.26) 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.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

WheelAver	StdWheelAv	TheadAvera	StdTheadAv	TTIAverage	StdTTIAver	TTCAverage	StdTTCAver	RespTime	NumOfCrash
								166	0
								400	0
								566	0
		55,66						133	0
		3,975						50	0
								66	0
								17	0
		10,6375						134	0
								267	0
								17	0
								67	0
						15,9		17	0
-1				5521				0	0
0	0			35,35				0	0
								67	0
								0	0
						9,8		117	0
								0	0
								166	0
								67	0
								33	0
						21		67	0
0	0							1683	0
						4,55		133	0
								217	0

ΕΙΚΟΝΑ 4.26: Απόσπασμα πίνακα κατόπιν της εφαρμογής του δεύτερου από τα «queries»

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 4.27)

PersonID	Age	TrialsNumber	Trials	Distance	TimeRun	DistanceCar	LateralPosition	SteeringPosition	AverageSpeed	SteeringAverageSpeed	ResponseTime	SteeringResponseTime	ResponseTime
IM1	25	1	H	N	00:09	2055.35	0,791728277	0,273694041	49,95237638	38,89208373	1,679167057	0,209956139	0,013990834
IM1	25	1	L	D	00:29	2058.42	0,664754342	0,272957962	67,89000908	37,1930475	1,713229339	0,207113381	0,013330818
IM1	25	2	H	D	04:23	2055.35	0,681817336	0,238386951	53,49515521	39,87620158	1,718217921	0,242113381	0,012537532
IM1	25	2	L	N	00:59	2076.96	0,684178251	0,381658579	58,73828379	36,14488748	1,715128986	0,299650333	0,013818188
IM2	26	1	H	D	04:41	2041.58	0,566873328	0,173223113	49,88464794	32,74462335	1,814647921	0,173366911	0,005401252
IM2	30	1	L	N	00:55	2045.25	0,532606359	0,198712756	60,33060505	34,96789523	1,843028971	0,197781042	0,013547905
IM2	30	2	H	N	00:29	2017.3	0,490274774	0,180888345	50,83231128	39,21204555	1,881790974	0,165084031	0,012981039
IM2	30	2	L	D	00:47	2041.4	0,591705886	0,211174861	59,72513444	31,83924555	1,788511329	0,238138886	0,004666816
IM3	26	1	H	D	04:24	2056.99	0,685727307	0,222992428	52,78214529	33,38949527	1,514163134	0,228383839	0,012517246
IM3	26	1	H	N	00:09	2029.1	0,524003804	0,26331541	56,2105088	33,35814087	1,469988702	0,208272536	0,006093471
IM3	26	2	L	D	00:49	2032.85	1,042987175	0,288601899	58,98244601	34,35347865	1,334835721	0,285581388	0,015394821
IM3	26	2	L	N	00:52	2034.26	0,583736259	0,27288887	61,58738536	32,13802862	1,43543904	0,271134543	0,018944978
IM3	26	1	H	N	00:29	2024.73	0,882242525	0,193728521	43,6838289	6,58885768	1,499096545	0,102625751	0,013481742
IM3	26	1	L	D	00:42	2025.3	0,813174819	0,186648184	40,25347682	8,757219517	1,57551478	0,188073318	0,01433875
IM3	26	2	H	D	00:35	2021.9	0,84132313	0,219348134	41,18823101	8,88882375	1,541386385	0,219939347	0,012368588
IM3	26	2	L	N	00:23	2017.36	0,594889948	0,186333266	41,7623254	7,83586782	1,447234286	0,188151635	0,01388397
IM3	26	1	H	D	00:04	2029.25	0,792235834	0,3323236813	44,37511386	39,80493018	1,588113329	0,312178894	0,013175132
IM3	26	1	L	N	00:29	2026.44	0,850403385	0,265532483	39,5955521	8,738488944	1,51951875	0,268047172	0,01438544
IM3	26	2	H	N	00:04	2024.97	0,822728489	0,332113877	45,28518219	8,795457031	1,557288337	0,310211849	0,012818485
IM3	26	2	L	D	00:29	2017.32	0,533758812	0,324675771	43,48666667	8,614308704	1,423448481	0,325027636	0,012476306
IM3	27	1	H	N	00:25	2050.88	1,020161828	0,385786815	45,67555376	31,8030364	1,367581889	0,302273616	0,015575564
IM3	27	1	L	D	00:40	2042.88	0,871814212	0,29521255	48,68818452	31,89389862	1,580482918	0,292788857	0,014387754
IM3	27	2	H	D	04:44	2026.51	0,897881613	0,3253721293	46,43879581	31,41881131	1,488142885	0,315151396	0,016800889
IM3	27	2	L	N	00:33	2036.72	0,940502919	0,351005493	47,28662449	31,87951345	1,466669679	0,348857593	0,015413504
IM3	26	1	H	D	04:31	2026.97	0,855322328	0,254948955	50,58951148	31,25934882	1,525248127	0,349011444	0,011805743
IM3	30	1	L	N	00:08	2026.41	0,808087889	0,213388355	50,13860522	14,8780138	1,579082349	0,238473779	0,013068701
IM3	30	2	H	N	00:04	2017.9	0,793205688	0,28880808	51,29591129	32,94259933	1,585625682	0,319518822	0,013884701
IM3	30	2	L	D	04:07	2026.47	0,860628932	0,2751717521	54,66725885	32,46528885	1,517171793	0,268573036	0,014893036

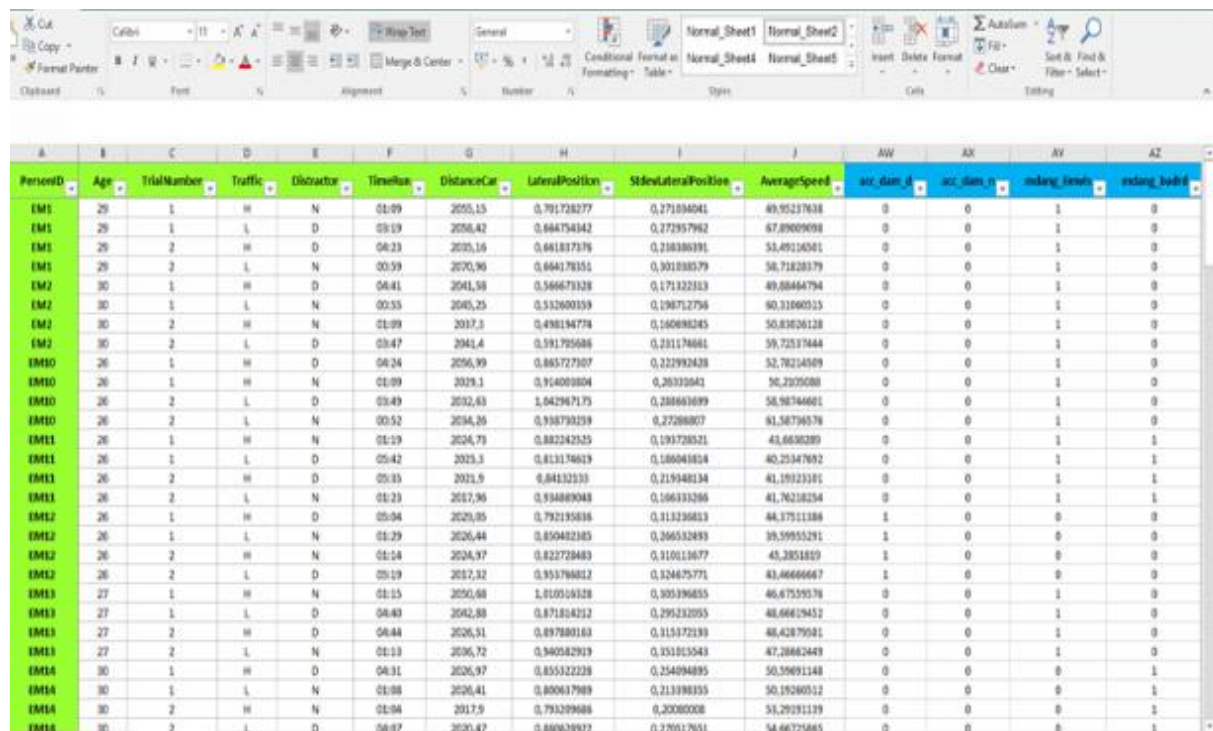
ΕΙΚΟΝΑ 4.27: Απόσπασμα πίνακα τελικής βάσης μετρήσεων προσομοιωτή.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σκοπό αυτής της παραγράφου αποτελεί η **περιγραφή της τελικής βάσης δεδομένων**. Στις παραγράφους 4.3.1 και 4.3.2 περιγράφηκαν οι πίνακες δεδομένων 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 δημιουργήθηκε μία ενιαία βάση δεδομένων για τη διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού. (Εικόνα 4.28)



PersonID	Age	TrialNumber	Traffic	Director	TimeRun	DistanceCar	LateralPosition	SteerLateralPosition	AverageSpeed	acc_data_d	acc_data_n	ending_data_d	ending_data_n
EM1	29	1	H	N	01:09	2055,13	0,791728277	0,271894041	49,95237638	0	0	1	0
EM1	29	1	L	D	03:19	2058,42	0,644754342	0,272957962	67,89009098	0	0	1	0
EM1	29	2	H	D	04:23	2025,16	0,641837376	0,288386391	51,49114041	0	0	1	0
EM1	29	2	L	N	00:59	2070,96	0,464178355	0,301885379	58,71828379	0	0	1	0
EM2	30	1	H	D	04:41	2041,58	0,546673128	0,171322353	49,88444794	0	0	1	0
EM2	30	1	L	N	00:55	2045,25	0,552600159	0,196712756	60,31680515	0	0	1	0
EM2	30	2	H	N	01:09	2017,3	0,438114774	0,146886245	50,83826128	0	0	1	0
EM2	30	2	L	D	03:47	2041,4	0,591795686	0,281174661	59,72517444	0	0	1	0
EM10	26	1	H	D	04:24	2056,99	0,865727307	0,222992438	52,78214509	0	0	1	0
EM10	26	1	H	N	01:09	2028,1	0,914081804	0,26333842	54,23050801	0	0	1	0
EM10	26	2	L	D	03:49	2032,63	1,042967175	0,288661899	56,98744661	0	0	1	0
EM10	26	2	L	N	00:52	2034,26	0,918738239	0,27288807	61,58794576	0	0	1	0
EM11	26	1	H	N	01:19	2024,73	0,882242525	0,193728521	43,6638289	0	0	1	1
EM11	26	1	L	D	05:42	2023,3	0,813174619	0,186041854	40,25347692	0	0	1	1
EM11	26	2	H	D	05:35	2021,9	0,84132135	0,21948134	41,19323181	0	0	1	1
EM11	26	2	L	N	01:23	2012,96	0,934889048	0,166333286	41,76218254	0	0	1	1
EM12	26	1	H	D	05:04	2020,85	0,793135836	0,313236813	44,37511386	1	0	0	0
EM12	26	1	L	N	01:29	2026,44	0,850482185	0,266532493	39,59955291	1	0	0	0
EM12	26	2	H	N	01:54	2024,97	0,822728463	0,310113677	45,2851819	1	0	0	0
EM12	26	2	L	D	05:19	2012,32	0,953768812	0,324675771	43,46464647	1	0	0	0
EM13	27	1	H	N	01:15	2050,68	1,010504328	0,305396855	46,67559576	0	0	1	0
EM13	27	1	L	D	04:40	2042,88	0,871814212	0,295232055	48,64619452	0	0	1	0
EM13	27	2	H	D	04:44	2026,51	0,897880163	0,315372139	48,42879981	0	0	1	0
EM13	27	2	L	N	01:13	2036,72	0,940582919	0,35185543	47,28682449	0	0	1	0
EM14	30	1	H	D	04:31	2026,97	0,855122228	0,25494895	50,59691348	0	0	0	1
EM14	30	1	L	N	01:08	2026,41	0,800637989	0,213388355	50,19280512	0	0	0	1
EM14	30	2	H	N	01:04	2017,9	0,793239986	0,20080008	51,29191139	0	0	0	1
EM14	30	2	L	D	04:37	2020,67	0,880828922	0,270317651	54,66725865	0	0	0	1

ΕΙΚΟΝΑ 4.28: Απόσπασμα τελικής βάσης δεδομένων

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά οδήγησης ανά σενάριο οδήγησης

	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Ημέρα	Νύχτα	Ημέρα	Νύχτα
Ταχύτητα οδήγησης (km/h)	36,11	37,22	31,00	31,50
Πλευρική απόσταση (m)	2,30	2,41	2,39	2,30
Χρόνος αντίδρασης (ms)	755,55	929,19	809,11	852,62
Απόσταση από προπορευόμενο όχημα (m)	90,79	87,44	43,11	44,04

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Πίνακας με το συνολικό αριθμό ατυχημάτων ανά σενάριο οδήγησης

	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Ημέρα	Νύχτα	Ημέρα	Νύχτα
Αριθμός ατυχημάτων	0	1	2	7

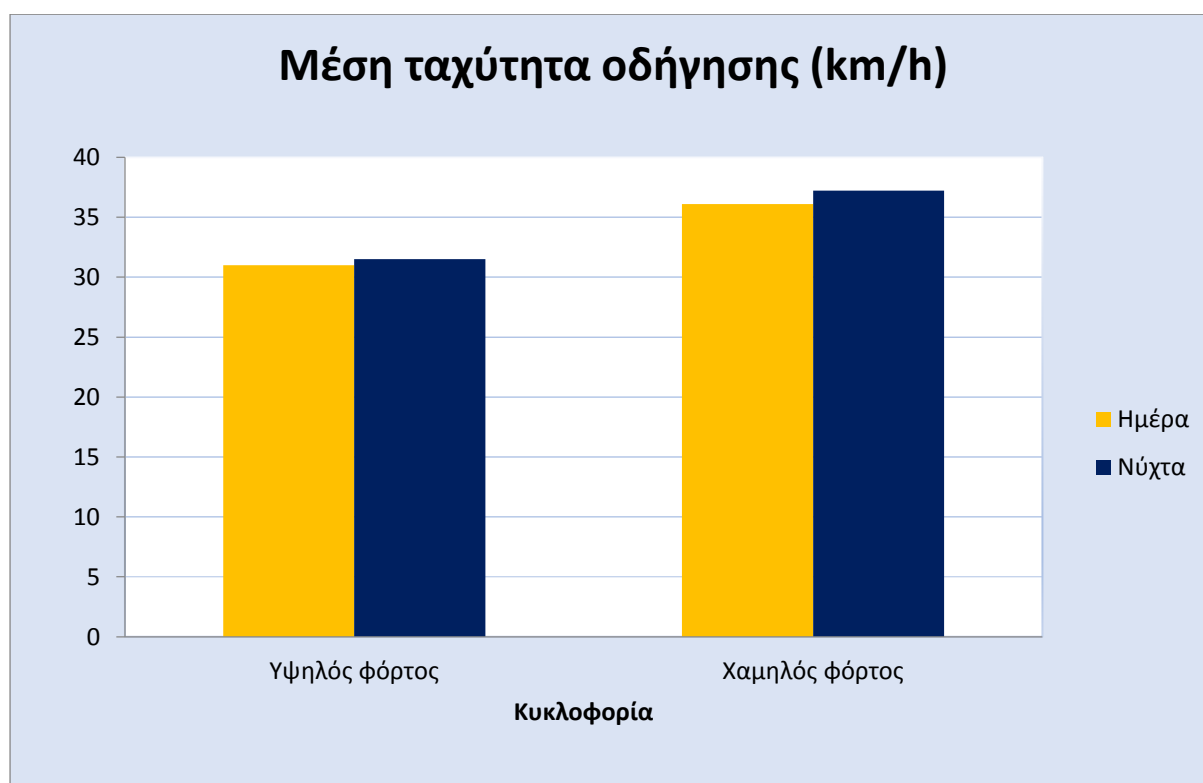
Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Για τις ίδιες συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου οι συμμετέχοντες στα σενάρια στα οποία υπήρχε ο παράγοντας νύχτα είχαν την τάση να οδηγούν με ελαφρώς υψηλότερη ταχύτητα.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

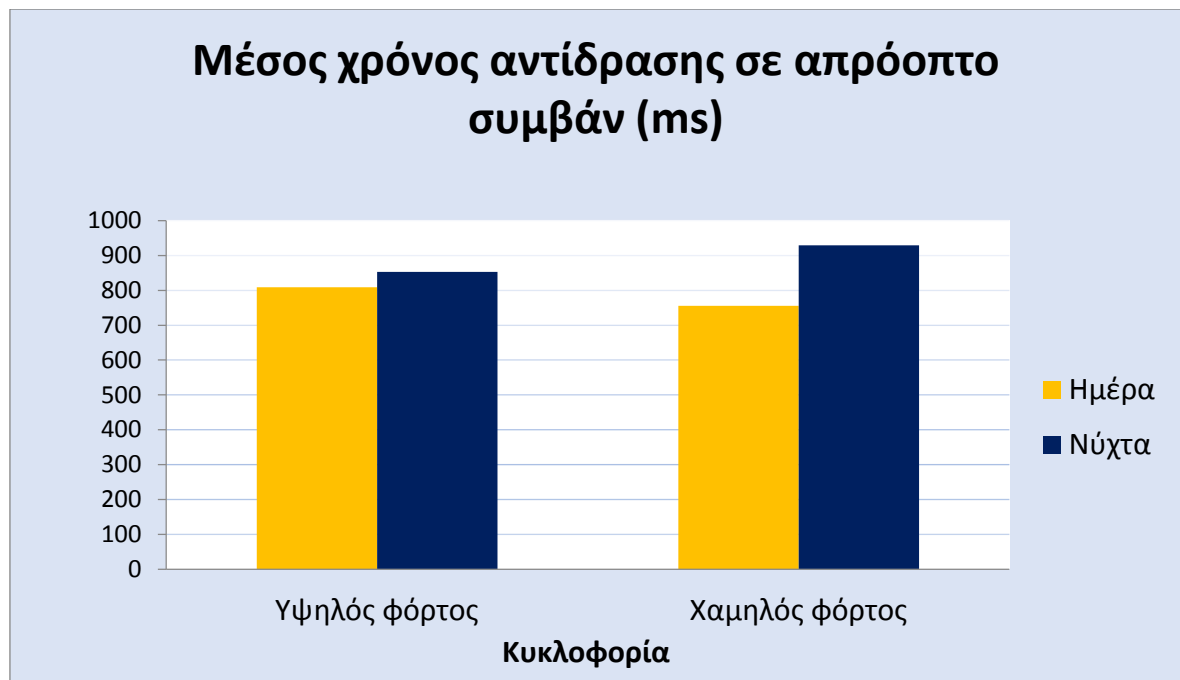
- Επίσης, στα σενάρια οδήγησης κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι οδηγοί παρουσίαζαν λίγο μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτα συμβάντα.
- Όσον αφορά στην πλευρική απόσταση αλλά και την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα που διατηρούσαν οι οδηγοί, σε αυτή την αρχική προσέγγιση δεν μπορούμε να εξάγουμε ασφαλές συμπέρασμα για το αν επηρέασε η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Τέλος, παρατηρούμε ότι και στα δύο σενάρια κυκλοφοριακού φόρτου υπάρχει αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων κατά την οδήγηση τη νύχτα.

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

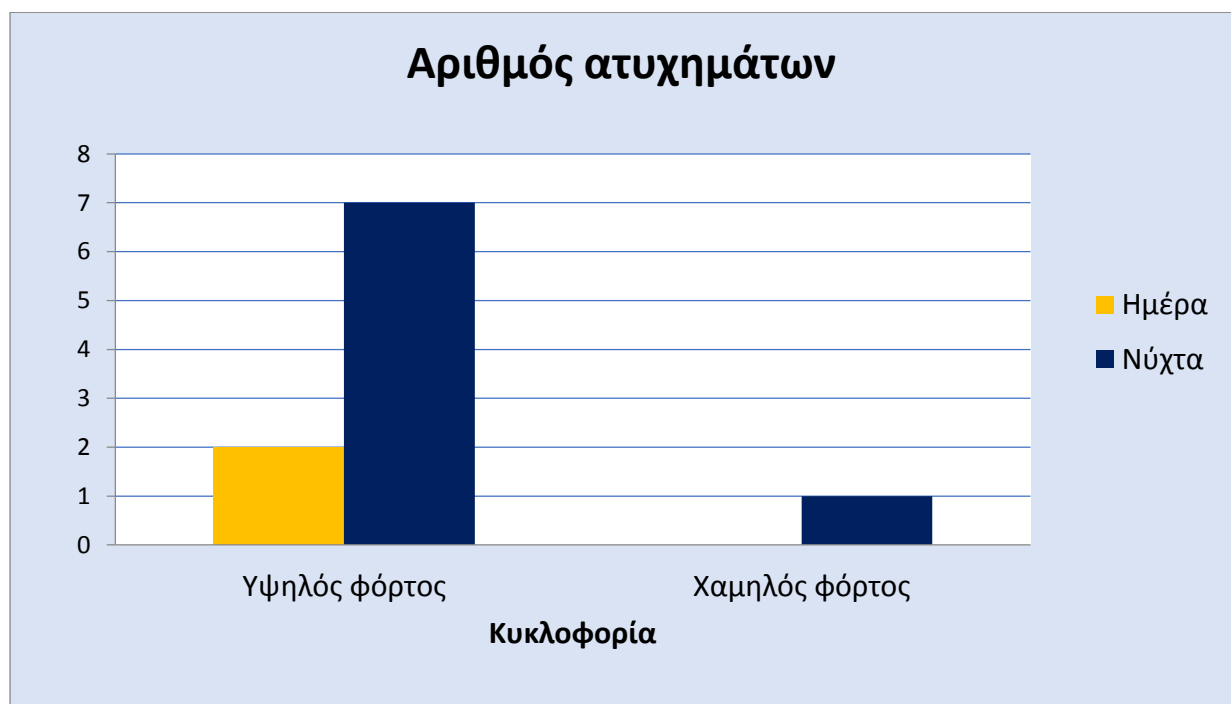


ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3: Μέση ταχύτητα οδήγησης ανά σενάριο οδήγησης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4: Χρόνος αντίδρασης οδηγών σε απρόσμενο συμβάν ανά σενάριο οδήγησης



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.5: Αριθμός ατυχημάτων που πραγματοποιήθηκαν ανά σενάριο οδήγησης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

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

Επισημαίνεται ότι το πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες με λιγότερα από 8 ψηφία και όλες οι στήλες αποτελούνται από αριθμούς και όχι από κείμενο. Για το λόγο αυτό, κατά την αντιγραφή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό επιλέχθηκε η εντολή ειδική επικόλληση (paste special) >τιμές (values) ώστε να μεταφερθούν μόνο οι τιμές των κελιών. Επιπλέον, σε περίπτωση που λείπει κάποια τιμή, στη θέση της εισάγεται ειδική σταθερά (9999,000) η οποία 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** (analyze >regression >binary logistic). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter, που σημαίνει ότι, στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που περιγράφονται εκεί.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Η εφαρμογή των όσων περιγράφηκαν στο εδάφιο αυτό, παρουσιάζεται στις επόμενες εικόνες. (Εικόνες 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37)

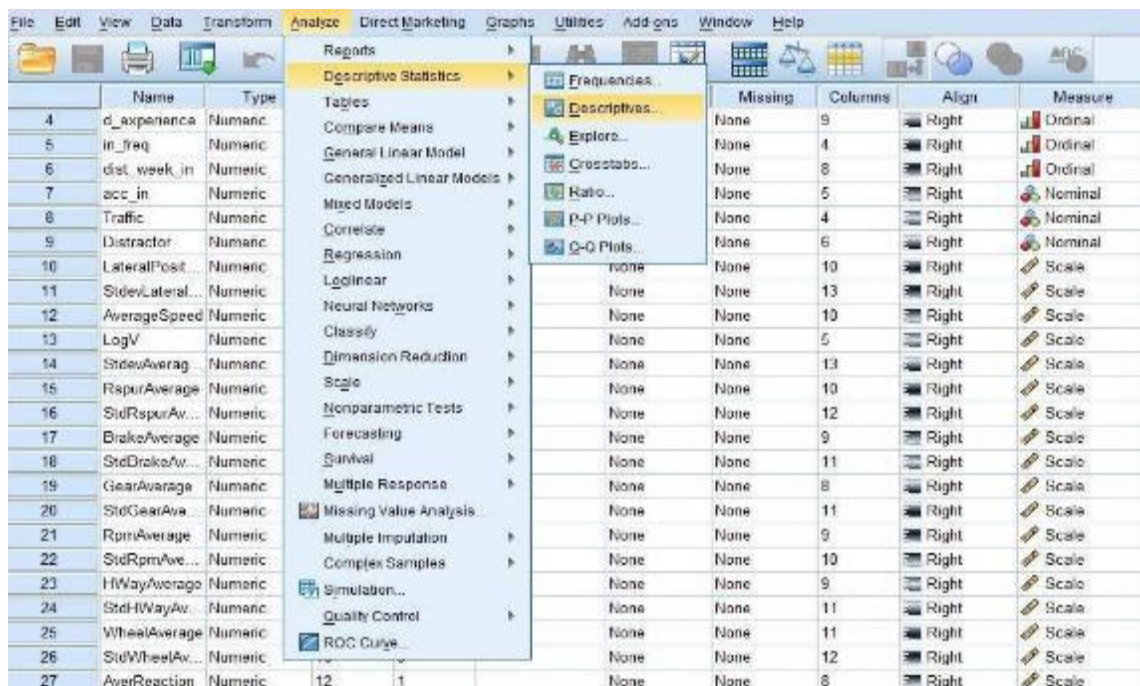
	Person ID	Age	InstNumber	Traffic	Distractor	InstCar	LogLateralPosition	LateralPosition	SpeedLateralPosition	log
1	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
2	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
3	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
4	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
5	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
6	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
7	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
8	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
9	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
10	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
11	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
12	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
13	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
14	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
15	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
16	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
17	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
18	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
19	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
20	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
21	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
22	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
23	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
24	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
25	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
26	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
27	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
28	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0
29	PM1	25.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15.0000000000000	15.0000000000000	15.0000000000000	1.0

ΕΙΚΟΝΑ 4.29: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

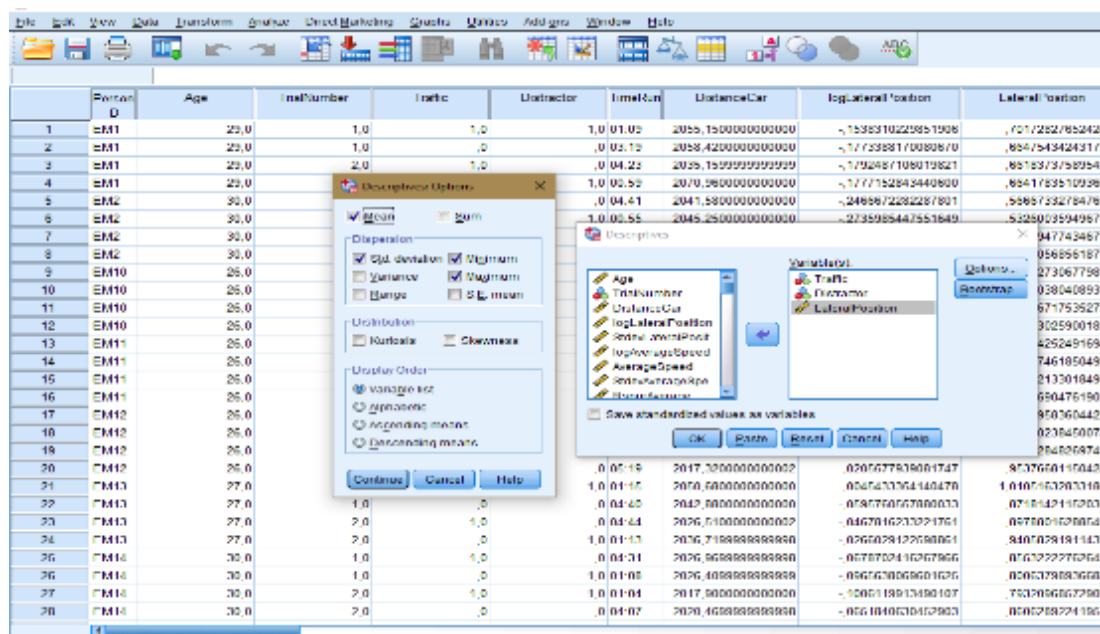
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Column	Align	Measure	Role
1	PersonID	Nominal	4	0		None	None	4	Left	Nominal	Input
2	Age	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Scale	Input
3	InstNumber	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
4	Traffic	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
5	Distractor	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
6	InstCar	Nominal	4	0		None	None	4	Left	Nominal	Input
7	DistanceCar	Numeric	14	12		None	None	14	Right	Scale	Input
8	LogLateralPos...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
9	LateralPositi...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
10	SpeedLateral...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
11	LogAverageSp...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
12	AverageSpeed	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
13	StdDevAverag...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
14	RapAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
15	StdDevRapAve...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
16	RapAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
17	StdDevRapAve...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
18	LogBrakeAver...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
19	BrakeAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
20	StdDevBrakeA...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
21	GearAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
22	StdDevGearAve...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
23	RpmAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
24	StdDevRpmAve...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
25	HWVayAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
26	StdDevHWVayA...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
27	HWVayAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
28	StdDevHWVayA...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
29	HWVayAverage	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input
30	StdDevHWVayA...	Numeric	17	18		None	None	17	Right	Scale	Input

ΕΙΚΟΝΑ 4.30: Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

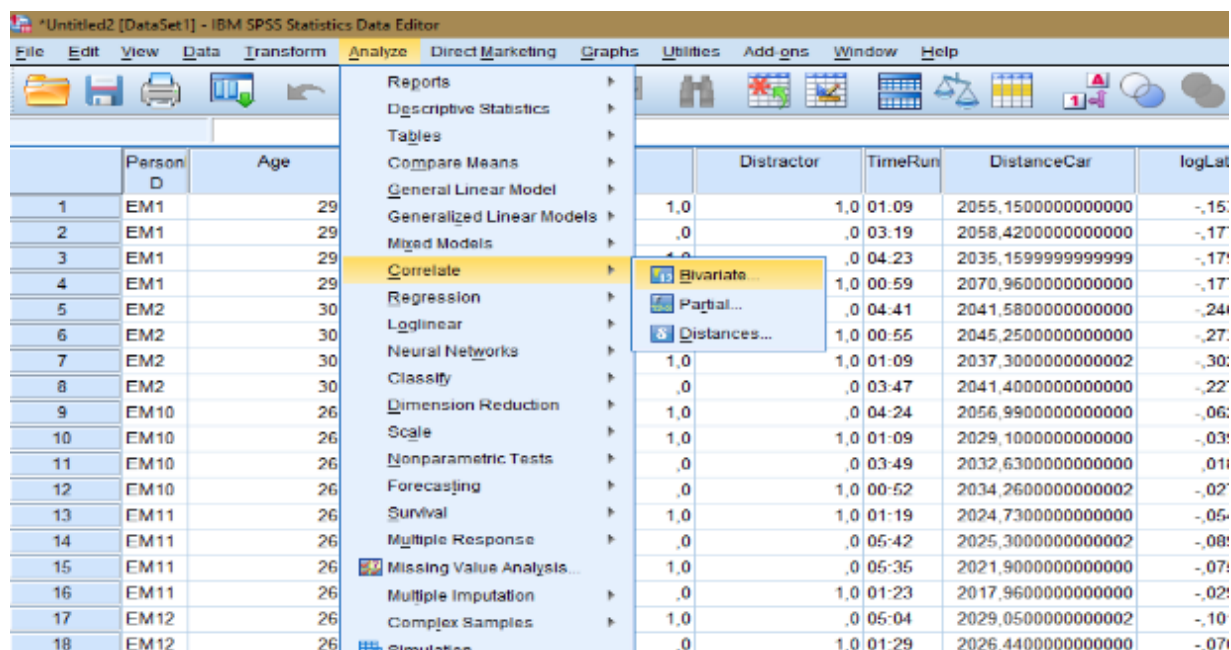


ΕΙΚΟΝΑ 4.31: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

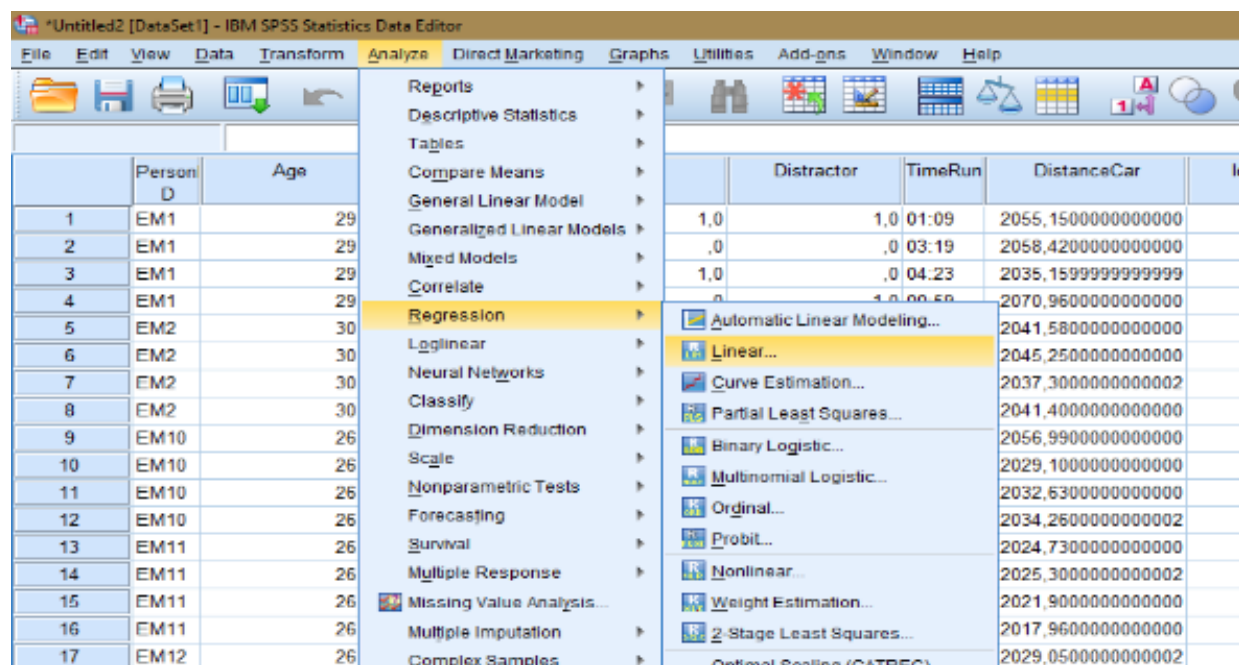


ΕΙΚΟΝΑ 4.32: Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

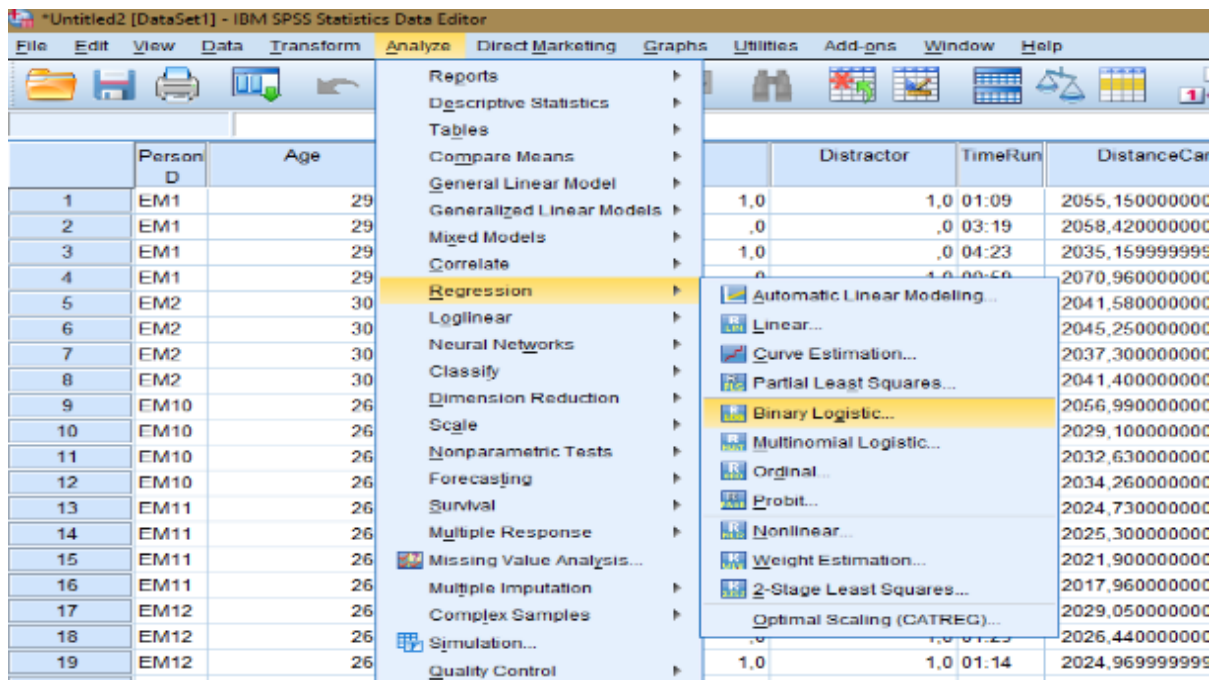


ΕΙΚΟΝΑ 4.33: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής

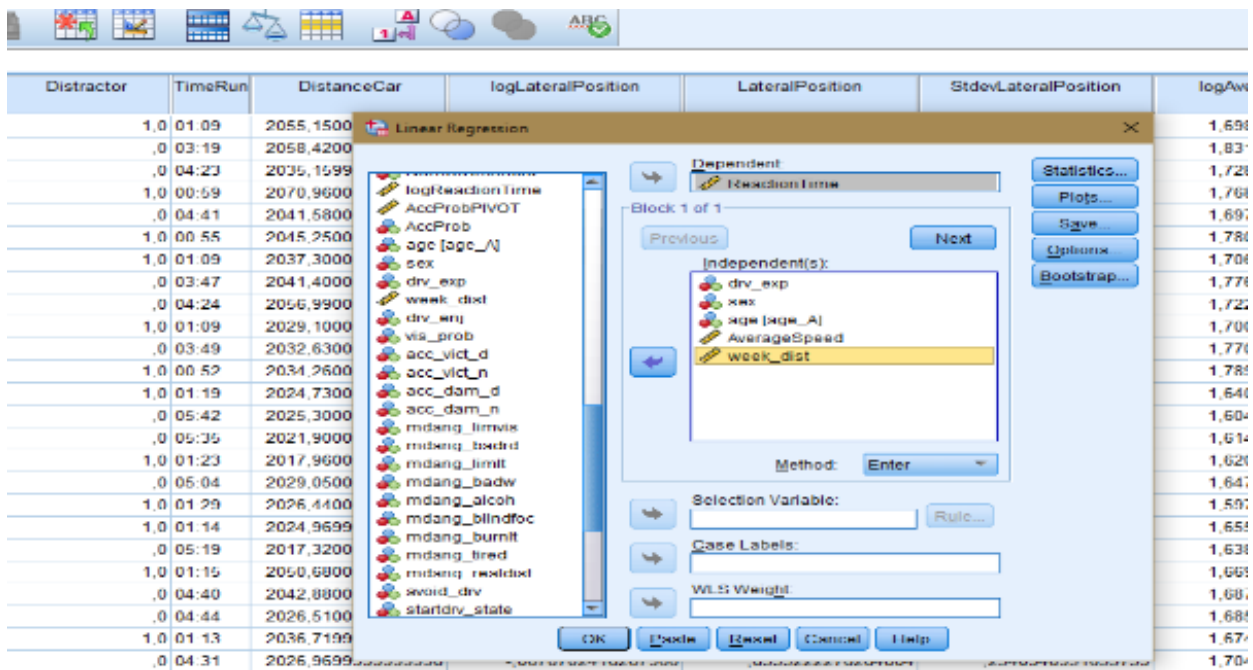


ΕΙΚΟΝΑ 4.34: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

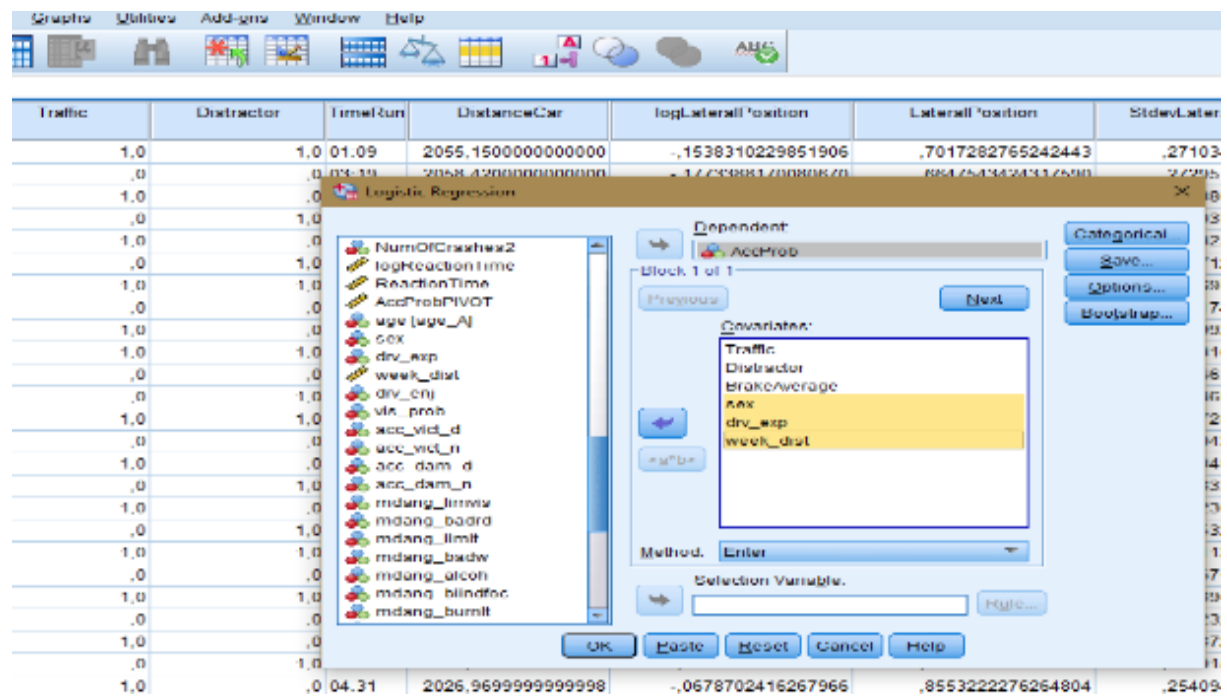


ΕΙΚΟΝΑ 4.35: Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



ΕΙΚΟΝΑ 4.36: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων



ΕΙΚΟΝΑ 4.37: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυση

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

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

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε με 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 διακύμανσης 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 οδήγησης τη νύχτα σε αστικό 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**,

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 διερευνηθεί η επιρροή της οδήγησης τη νύχτα σε αυτή. 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 4.1 και 4.2. 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:

LogAv.Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος (20-30)

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

RspurAverage: μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

HWayAverage: μέση απόσταση οχήματος από το προπορευόμενο όχημα σε μέτρα

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

acc_dam_d: αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές την ημέρα σε αστική οδό (0= όχι , 1= ναι)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές LogAv.Speed, Age, RspurAverage και HWayAverage ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές Distractor, Traffic, gender, avoid_drn και acc_dam_d ορίστηκαν ως διακριτές (nominal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν για όλες οι τιμές 0 και 1 με εξαίρεση τη μεταβλητή gender όπου αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 1 και 2.

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 >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 **LogAv.Speed** (μέση ταχύτητα οδήγησης), **Age** (η ηλικία του συμμετέχοντος), **RspurAverage** (μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα) και **HWayAverage** (μέση απόσταση οχήματος από το προπορευόμενο όχημα σε μέτρα). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Age	138	20.0	30.0	25.478	2.8928
LogAv.Speed	138	1.4018	1.7243	1.5251	0.0669
RspurAverage	138	1.8801	4.5908	3.0456	0.7286
HWayAverage	138	18.0655	144.6793	66.0388	32.1189
Valid N (listwise)	138				

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης

		Correlations					
		Distractor	Traffic	avoid_drv	acc_dam_d	red_speed	change_drvbeh
Distractor	Pearson Correlation	1	.015	.008	-.016	.016	.019
	Sig. (2-tailed)		.864	.926	.852	.852	.824
	N	138	138	138	138	138	138
Traffic	Pearson Correlation	.015	1	-.008	.016	.013	-.006
	Sig. (2-tailed)	.864		.926	.852	.879	.945
	N	138	138	138	138	138	138
avoid_drv	Pearson Correlation	.008	-.008	1	-.358**	-.056	.151
	Sig. (2-tailed)	.926	.926		.000	.514	.078
	N	138	138	138	138	138	138
acc_dam_d	Pearson Correlation	-.016	.016	-.358**	1	.054	.082
	Sig. (2-tailed)	.852	.852	.000		.527	.341
	N	138	138	138	138	138	138
red_speed	Pearson Correlation	.016	.013	-.056	.054	1	.449**
	Sig. (2-tailed)	.852	.879	.514	.527		.000
	N	138	138	138	138	138	138
change_drvbeh	Pearson Correlation	.019	-.006	.151	.082	.449**	1
	Sig. (2-tailed)	.824	.945	.078	.341	.000	
	N	138	138	138	138	138	138

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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

		Correlations				
		Distractor	Traffic	gender	acc_dam_d	avoid_drv
Distractor	Pearson Correlation	1	.015	.010	-.016	.008
	Sig. (2-tailed)		.864	.908	.852	.926
	N	138	138	138	138	138
Traffic	Pearson Correlation	.015	1	.021	.016	-.008
	Sig. (2-tailed)	.864		.805	.852	.926
	N	138	138	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	.021	1	-.118	.361**
	Sig. (2-tailed)	.908	.805		.169	.000
	N	138	138	138	138	138
acc_dam_d	Pearson Correlation	-.016	.016	-.118	1	-.358**
	Sig. (2-tailed)	.852	.852	.169		.000
	N	138	138	138	138	138
avoid_drv	Pearson Correlation	.008	-.008	.361**	-.358**	1
	Sig. (2-tailed)	.926	.926	.000	.000	
	N	138	138	138	138	138

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης

		Correlations					
		Age	LogAv.Speed	RspurAverage	HWayAverage	TheadAverage	BrakeAverage
Age	Pearson Correlation	1	-.092	.052	.134	.044	-.408**
	Sig. (2-tailed)		.283	.548	.116	.612	.000
	N	138	138	138	138	138	138
LogAv.Speed	Pearson Correlation	-.092	1	-.427**	.450**	.384**	.602**
	Sig. (2-tailed)	.283		.000	.000	.000	.000
	N	138	138	138	138	138	138
RspurAverage	Pearson Correlation	.052	-.427**	1	-.130	-.138	-.286**
	Sig. (2-tailed)	.548	.000		.127	.105	.001
	N	138	138	138	138	138	138
HWayAverage	Pearson Correlation	.134	.450**	-.130	1	.758**	-.005
	Sig. (2-tailed)	.116	.000	.127		.000	.953
	N	138	138	138	138	138	138
TheadAverage	Pearson Correlation	.044	.384**	-.138	.758**	1	.037
	Sig. (2-tailed)	.612	.000	.105	.000		.664
	N	138	138	138	138	138	138
BrakeAverage	Pearson Correlation	-.408**	.602**	-.286**	-.005	.037	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.001	.953	.664	
	N	138	138	138	138	138	138

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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

Correlations					
		Age	LogAv.Speed	RspurAverage	HWayAverage
Age	Pearson Correlation	1	-.092	.052	.134
	Sig. (2-tailed)		.283	.548	.116
	N	138	138	138	138
LogAv.Speed	Pearson Correlation	-.092	1	-.427**	.450**
	Sig. (2-tailed)	.283		.000	.000
	N	138	138	138	138
RspurAverage	Pearson Correlation	.052	-.427**	1	-.130
	Sig. (2-tailed)	.548	.000		.127
	N	138	138	138	138
HWayAverage	Pearson Correlation	.134	.450**	-.130	1
	Sig. (2-tailed)	.116	.000	.127	
	N	138	138	138	138

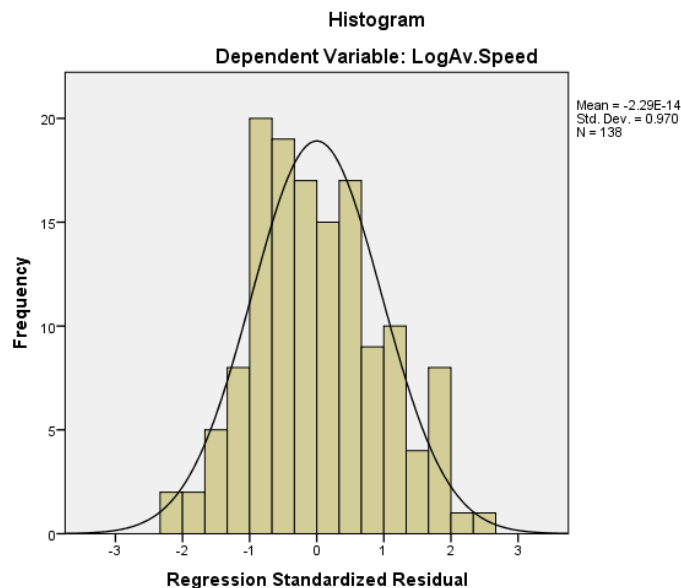
Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίστηκε, **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01. 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 τη διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1: Ιστογράμμο 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.

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. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 στην περίπτωση αυτή 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 (LogAv.Speed).

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. 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.

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

Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.689	.042		39.982	.000
	Distractor	.011	.008	.086	1.506	.134
	Traffic	-.069	.008	-.519	-9.071	.000
	Age	-.002	.002	-.100	-1.511	.133
	avoid_drv	-.046	.010	-.288	-4.372	.000
	acc_dam_d	.022	.009	.167	2.497	.014
	RspurAverage	-.024	.006	-.265	-4.119	.000
	week_dist	-4.227E-006	.000	-.006	-.091	.928

a. Dependent Variable: LogAv.Speed

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

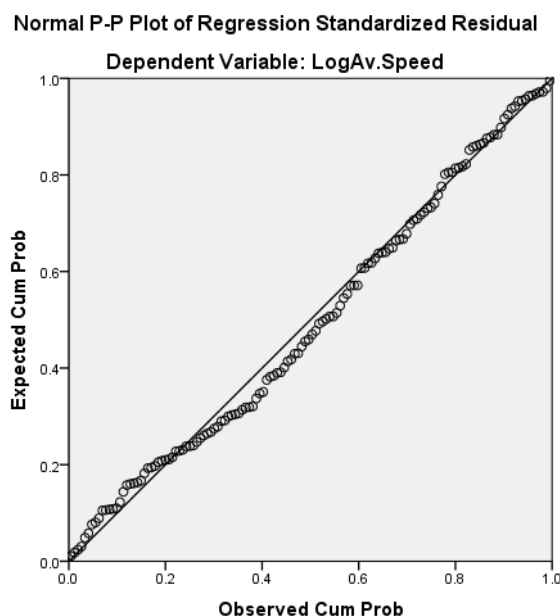
Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.784 ^a	.615	.591	.0428224

a. Predictors: (Constant), HWayAverage, acc_dam_d, Distractor, sex, Age, RspurAverage, avoid_drv, Traffic

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.682	.042		39.849	.000
	Distractor	.012	.007	.090	1.703	.093
	Traffic	-.044	.011	-.328	-4.030	.000
	gender	-.018	.009	-.128	-2.127	.035
	Age	-.004	.001	-.159	-2.764	.007
	RspurAverage	-.019	.006	-.207	-3.231	.002
	HWayAverage	.001	.000	.265	3.121	.002
	avoid_drv	-.047	.011	-.297	-4.299	.000
	acc_dam_d	.023	.008	.170	2.855	.005

a. Dependent Variable: LogAv.Speed



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,615 στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t** **μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
- Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει τον παράγοντα ημέρα ή νύχτα αντίστοιχα

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

- iv. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
- v. 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.

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

$$\text{LogAv.Speed} = 1,682 + 0,012*\text{Distractor} - 0,044*\text{Traffic} - 0,004*\text{Age} - 0,018*\text{gender} - 0,019*\text{RspurAverage} + 0,001*\text{HWayAverage} - 0,047*\text{avoid_drv} + 0,023*\text{acc_dam_d}$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$\text{Av.Speed} = 10(1,682 + 0,012*\text{Distractor} - 0,044*\text{Traffic} - 0,004*\text{Age} - 0,018*\text{gender} - 0,019*\text{RspurAverage} + 0,001*\text{HWayAverage} - 0,047*\text{avoid_drv} + 0,023*\text{acc_dam_d})$$

Όπου:

LogAv.Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος (20-30)

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

RspurAverage: μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

HWayAverage: μέση απόσταση οχήματος από το προπορευόμενο όχημα σε μέτρα

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

acc_dam_d: αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές την ημέρα σε αστική οδό (0= όχι , 1= ναι)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης εμφανίζεται θετικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση σε αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας), έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι, όταν οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν τη νύχτα σε ένα αστικό περιβάλλον το οποίο είχε καλά επίπεδα οδικού φωτισμού, αυτό τους έδινε τη δυνατότητα να αντισταθμίσουν τη μειωμένη ορατότητα κατά τη νυχτερινή οδήγηση με αποτέλεσμα να νιώθουν πιο άνετοι στο να αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,703 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 αστική οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 1 της μεταβλητής) η ταχύτητα ήταν χαμηλότερη από όταν στην οδό επικρατούσε χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται λογικό, καθώς χαμηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει συνήθως λιγότερα οχήματα στην οδό, οπότε και ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι αν στην ίδια οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 4,030 επιβεβαιώνοντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Age», συνεπάγεται ότι αύξηση της τιμής της συνεχούς αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση της τιμής** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogAv.Speed». Με άλλα λόγια παρατηρείται ότι όσο πιο μικρή η ηλικία του συμμετέχοντος τόσο πιο αυξημένη ήταν η ταχύτητα που ανέπτυξε κατά την οδήγηση. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι νεαροί οδηγοί συνήθως παρουσιάζουν μια πιο ριψοκίνδυνη οδηγική συμπεριφορά σε σχέση με τις άλλες ηλικιακές ομάδες. Συνεπώς στα πλαίσια αυτής της οδηγικής συμπεριφοράς ανήκουν και οι υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσουν κατά τη διάρκεια της οδήγησής τους.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,764.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **μειώνεται η μέση ταχύτητα**. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν χαμηλότερη ταχύτητα από εκείνη των ανδρών (τιμή 1 της μεταβλητής). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας, που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και να οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες σε σύγκριση με τους άνδρες.

Η τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας είναι 2,127 γεγονός που πιστοποιεί τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Η συνεχής μεταβλητή «RspurAverage» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο της μέσης ταχύτητας με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται **μείωση της μέσης ταχύτητας** του οδηγού. Συνεπώς, η αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον κεντρικό άξονα της οδού επιφέρει μείωση της ταχύτητας. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι, οι πιο επιθετικοί οδηγοί βρίσκονται κοντά στον άξονα της οδού και αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες, ενώ οι πιο δειλοί και ανασφαλείς οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες πιο κοντά στη δεξιά οριογραμμή και απομακρύνονται από τον άξονα της οδού, που αποτελεί πιθανή αιτία σύγκρουσης με τα οχήματα από το αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας. Αυτή η σχέση ενδεχομένως εξηγείται και από το ότι, καθώς μειώνεται η απόσταση από τον άξονα της οδού, ο οδηγός έχει μεγαλύτερη απόσταση από πλευρικά εμπόδια (π.χ. σταθμευμένα οχήματα) και έτσι έχει περισσότερη άνεση στην οδήγηση με αποτέλεσμα να αναπτύσσει μεγαλύτερες ταχύτητες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «RspurAverage» είναι 3,231.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Η συνεχής μεταβλητή «HWayAverage» 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 μέσης απόστασης του οχήματος από το προπορευόμενο όχημα επιφέρει αύξηση της ταχύτητας. Το πιο πάνω αποτέλεσμα κρίνεται εύλογο καθώς οι οδηγοί που διατηρούν μεγάλη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα συνήθως έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν υψηλότερες ταχύτητες δεδομένου ότι έχουν περισσότερο χώρο μπροστά τους και είναι απαλλαγμένοι από το φόβο της πρόσκρουσης με κάποιο προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 3,121.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΘΑ ΑΠΕΦΕΥΓΕ ΝΑ ΟΔΗΓΗΣΕΙ 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 συμμετέχων θα απέφευγε να οδηγήσει νύχτα σε αστικό περιβάλλον. Στο μοντέλο παρουσιάζεται με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο περισσότερο αυξάνει η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1, τόσο **μειώνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogAv.Speed». Συνεπώς παρατηρήθηκε ότι όσοι απάντησαν θετικά στην ερώτηση είναι εκείνοι που παρουσιάζουν πιο μειωμένη ταχύτητα. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι οδηγοί οι οποίοι νιώθουν φόβο και ανασφάλεια κατά την οδήγηση τη νύχτα μειώνουν την ταχύτητά τους με σκοπό να εξασφαλίσουν καλύτερο έλεγχο του οχήματός τους αλλά και να ανακτήσουν το αίσθημα της ασφάλειας κατά την οδήγηση σε ένα περιβάλλον μη οικείο για αυτούς.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «avoid_drv» είναι 4,299.

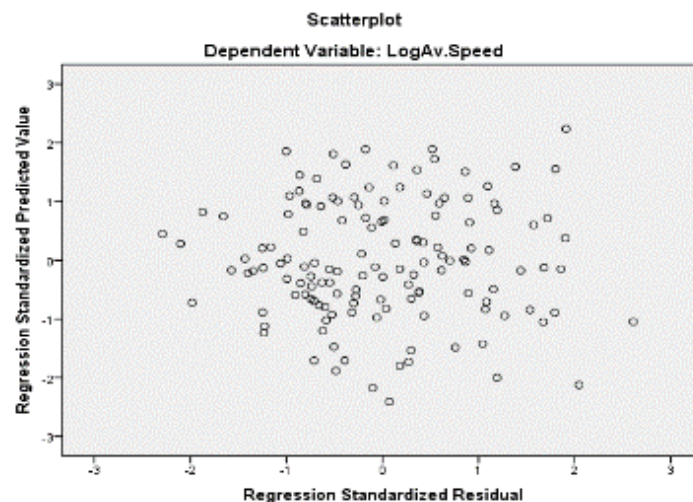
ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ ΣΕ ΑΤΥΧΗΜΑ ΜΕ ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ

Η μεταβλητή «acc_dam_d» προέκυψε από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες πριν τη διαδικασία του πειράματος και αναφέρεται στο εάν έχουν εμπλακεί ποτέ στο παρελθόν σε ατύχημα με υλικές ζημιές κατά τη διάρκεια της ημέρας οδηγώντας σε αστική περιοχή. Στο μοντέλο η μεταβλητή αυτή παρουσιάζεται με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο περισσότερο αυξάνει η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1, τόσο **αυξάνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogAv.Speed». Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί λαμβάνοντας υπόψη ότι, όσοι οδηγοί έχουν εμπλακεί σε ατύχημα, πιθανόν αυτό να οφειλόταν σε δική τους ριψοκίνδυνη οδηγική συμπεριφορά γεγονός που επιβεβαιώνουν και οι αυξημένες ταχύτητες.

Η τιμή του δείκτη t -test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας είναι 2,855 γεγονός που πιστοποιεί τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 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:

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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

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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης ταχύτητας οδήγησης

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νύχτα	+0,012	+1.703	+0,004	+1,00
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,044	-4.030	-0,015	-3,75
Ηλικία	-0,004	-2.764	-0,067	-16,75
Φύλο	-0,018	-2.127	-0,016	-4,00
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,019	-3.231	-0,038	-9,50
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	+0,001	+3.121	+0,043	+10,75
Αποφυγή οδήγησης τη νύχτα	-0,047	-4.299	-0,007	-1,75
Εμπλοκή σε ατύχημα με υλικές ζημιές	+0,023	+2.855	+0,007	+1,75

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη ei^* 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:

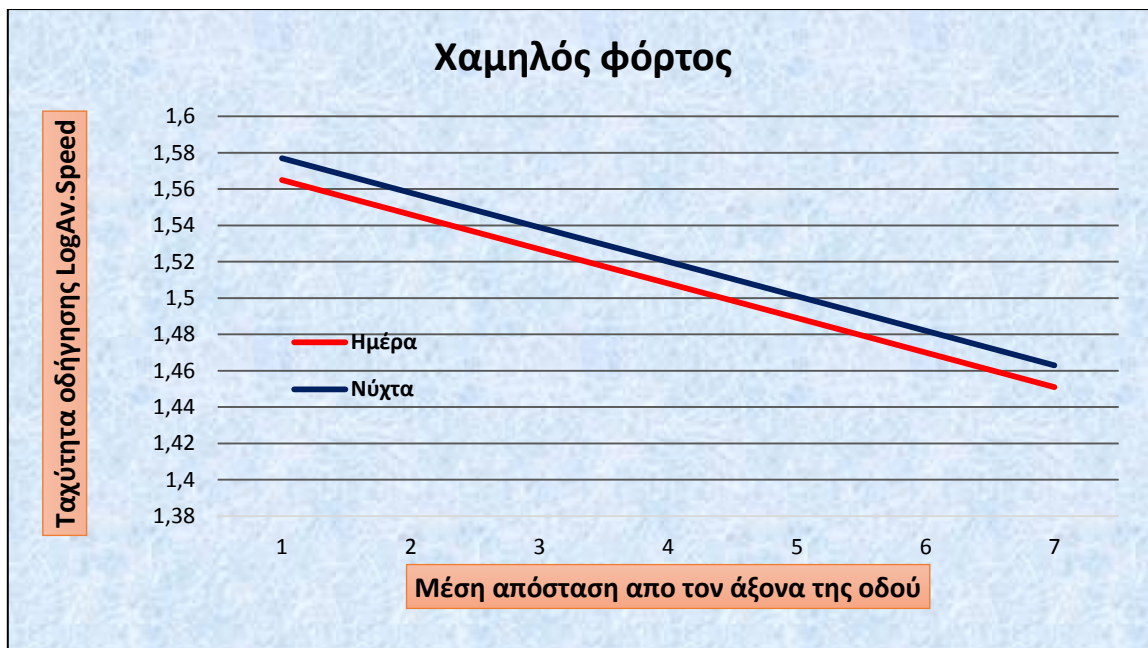
- Η μεταβλητή **«Νύχτα»** εμφανίζει τη **μικρότερη επιρροή** στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή $ei = +0,004$.
- Την **αμέσως μικρότερη επιρροή** στο λογάριθμο της ταχύτητας εμφάνισαν οι μεταβλητές **«Εμπλοκή σε ατύχημα»**, **«Αποφυγή οδήγησης τη νύχτα»**, **«Κυκλοφοριακές συνθήκες»** και **«Φύλο»** με επιρροή 1,75, 1,75, 3,75, και 4,00 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή **«Νύχτα»**.
- Η μεταβλητή **«Ηλικία»** έχει τη **μεγαλύτερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Έχει **16,75 φορές** μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή **«Νύχτα»** ενώ **1,57 και 2,65 φορές** μεγαλύτερη από τις μεταβλητές **«Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα»**, **«Απόσταση από τον άξονα της οδού»** που είναι η **δεύτερη και τρίτη** σε τάξη **επιρροή** στη μέση ταχύτητα.
- Η μεταβλητή **«Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα»** επηρεάζει σημαντικά τη μέση ταχύτητα οδήγησης και μάλιστα κατά **10,75 φορές** περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή **«Νύχτα»**. Επίσης, επηρεάζει **6,14 φορές** περισσότερο το μοντέλο από τη μεταβλητή **«Εμπλοκή σε ατύχημα»**, και **1,13 φορές** από τη μεταβλητή **«Απόσταση από τον άξονα της οδού»**.
- Τέλος, η μεταβλητή **«Απόσταση από τον άξονα της οδού»** εμφανίζει **9,50** μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο σε σχέση με τη μεταβλητή **«Νύχτα»** και **2,38 φορές** μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή **«Φύλο»**.

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.

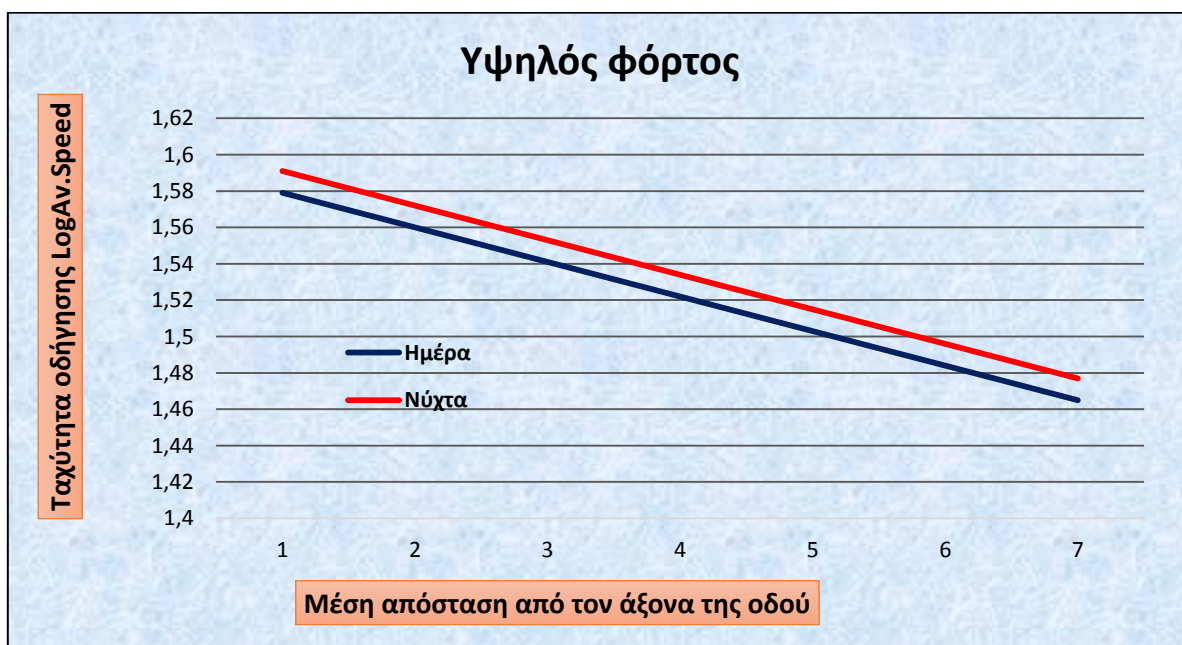
Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού για χαμηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

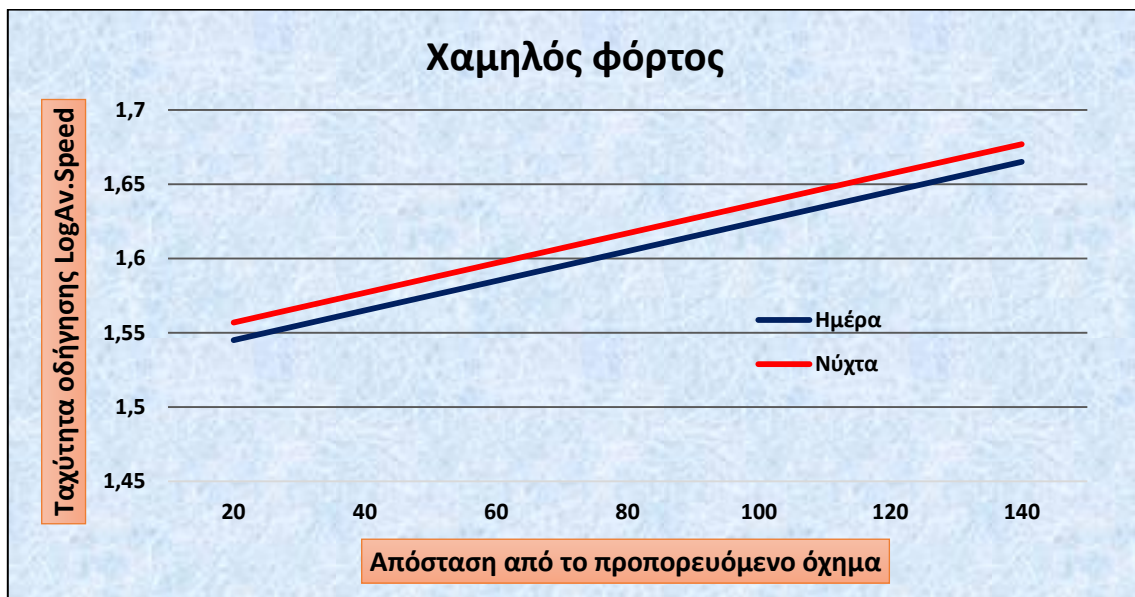
(Age=25, gender=1, HWayAverage=60, avoid_drv=0, acc_dam_d=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού για υψηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

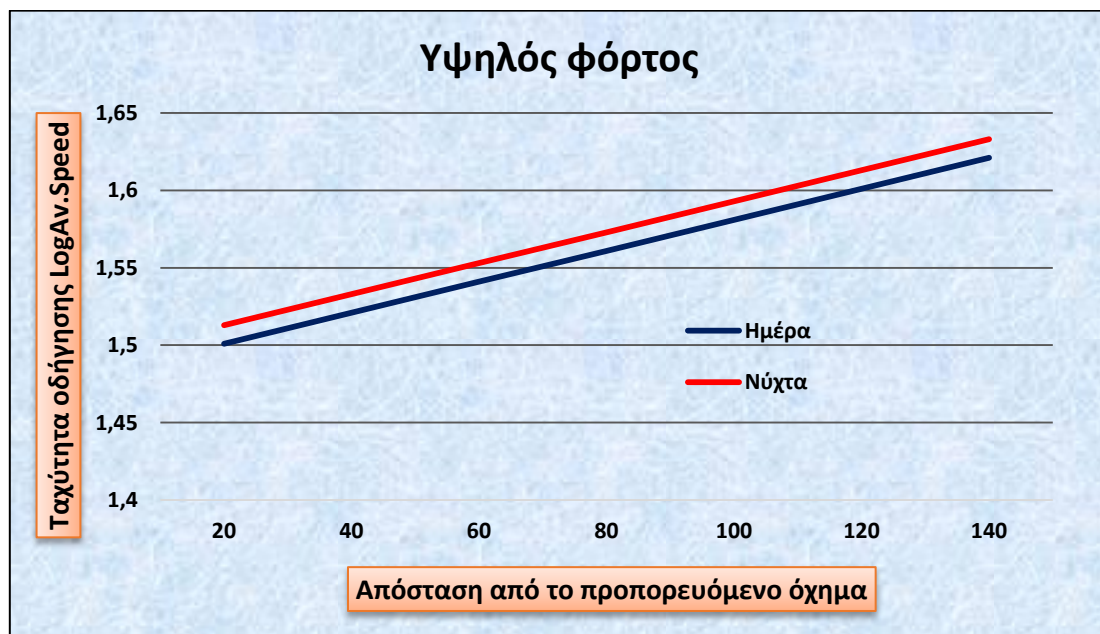
(Age=25, gender=1, HWayAverage=60, avoid_drv=0, acc_dam_d=0)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα για χαμηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

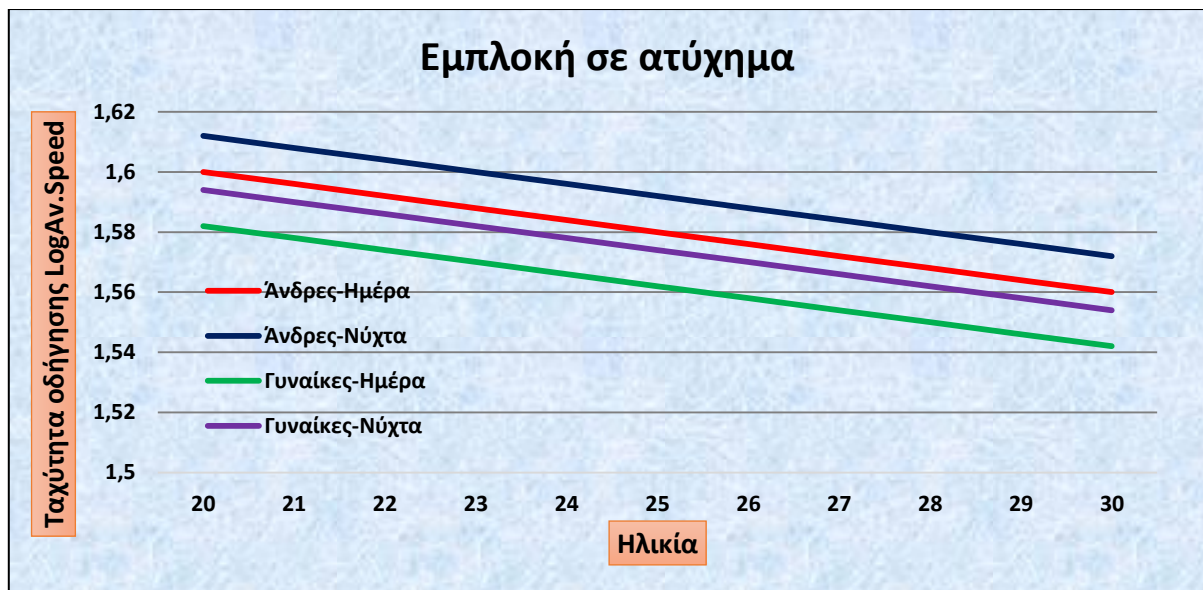
(Age=25, gender=1, RspurAverage=3, avoid_drv=0, acc_dam_d=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα για υψηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

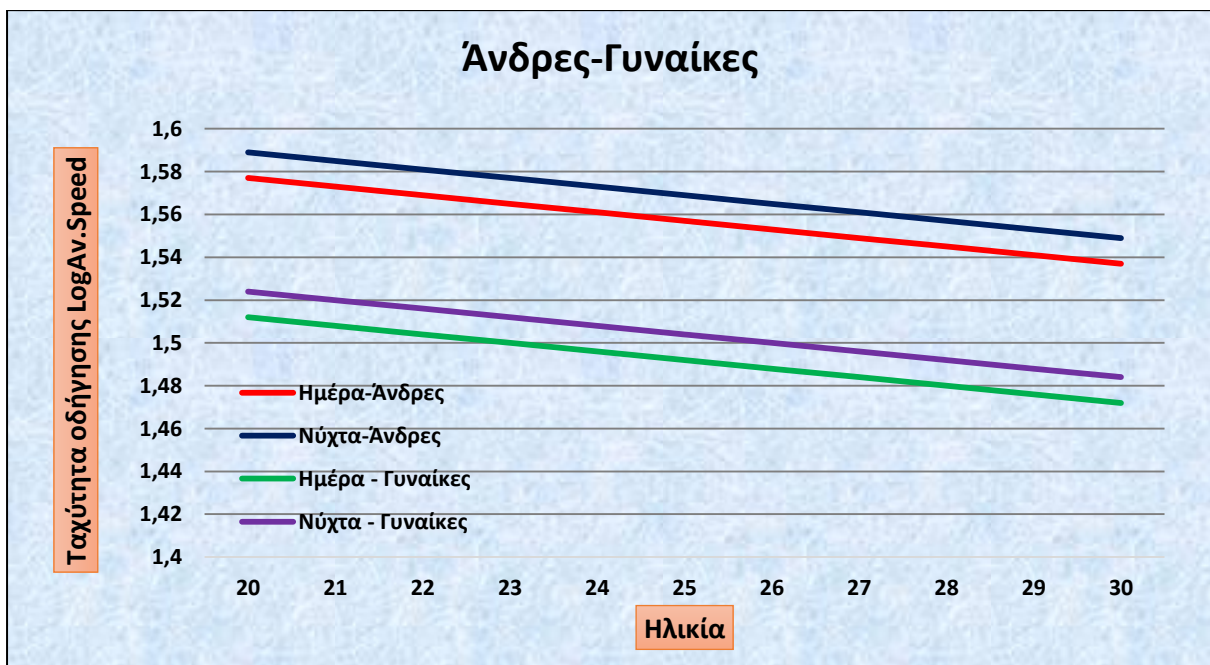
(Age=25, gender=1, RspurAverage=3, avoid_drv=0, acc_dam_d=0)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με την ηλικία για οδηγούς(άνδρες και γυναίκες)που έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές την ημέρα

(traffic=0, RspurAverage=3, HWayAverage=50 avoid_drv=0, acc_dam_d=1)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με την ηλικία για οδηγούς(άνδρες και γυναίκες)που δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές την ημέρα

(traffic=0, RspurAverage=3, HWayAverage=50 avoid_drv=0, acc_dam_d=0)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 οδηγούσαν με υψηλότερη ταχύτητα τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα ανεξαρτήτως του φύλου και των κυκλοφοριακών συνθηκών.
- ❖ Οδηγοί νεαρότερης ηλικίας, πιθανώς λόγω πιο ριψοκίνδυνης οδηγικής συμπεριφοράς, φαίνεται να οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα, ανεξάρτητα από το είδος της διαδρομής.
- ❖ Οι οδηγοί οι οποίοι φαίνεται να διατηρούσαν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, ήταν και αυτοί οι οποίοι είχαν αναπτύξει τη μεγαλύτερη ταχύτητα τόσο στις διαδρομές με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο όσο και με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- ❖ Οι συμμετέχοντες οι οποίοι διατηρούσαν μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της οδού, οδηγούσαν και με μικρότερη ταχύτητα ανεξάρτητα από τις συνθήκες κυκλοφορίας που επικρατούσαν, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι οι πιο επιθετικοί οδηγοί είναι αυτοί οι οποίοι συγκλίνουν στον άξονα της οδού.
- ❖ Οι άνδρες οδηγοί φαίνεται να ήταν αυτοί οι οποίοι οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με τις γυναίκες οδηγούς, ανεξάρτητα από τις συνθήκες κυκλοφορίας που υπήρχαν. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε τόσο στις διαδρομές κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και σε αυτές κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- ❖ Όσοι από τους συμμετέχοντες έχουν εμπλακεί σε ατύχημα την ημέρα σε αστικό περιβάλλον φαίνεται να είναι και αυτοί οι οποίοι οδηγούσαν με υψηλότερη ταχύτητα, σε σχέση με αυτούς που δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα. Και οι δύο παραπάνω κατηγορίες οδηγών ελάττωναν την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν κατά τη διάρκεια της ημέρας σε σχέση με τη νύχτα.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** και θα διερευνηθεί η επιρροή της οδήγησης τη νύχτα σε αυτή. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1 και 4.2. 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:

StdHWay: η διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

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

LateralPosition: πλευρική απόσταση του οχήματος από το οδόστρωμα σε μέτρα

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές StdHWay και LateralPosition ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές Distractor, Traffic και gender ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών Distractor και Traffic διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1, ενώ αντίστοιχα στη διακριτή μεταβλητή gender αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 1 και 2.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 >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 **StdHWay** (διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα) και **LateralPosition** (πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
StdHWay	138	13.96348521	74.40298846	42.72428705	15.02270136
LateralPosition	138	1.143124267	3.472903700	2.347716591	.6995764788
Valid N (listwise)	138				

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

δεν ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους, παρουσιάζονται παρακάτω μαζί με τους πίνακες τελικών μεταβλητών.

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

Correlations		Distractor	Traffic	gender	vis_prob
Distractor	Pearson Correlation	1	.015	.010	-.018
	Sig. (2-tailed)		.864	.908	.833
	N	138	138	138	138
Traffic	Pearson Correlation	.015	1	.021	.018
	Sig. (2-tailed)	.864		.805	.833
	N	138	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	.021	1	.216*
	Sig. (2-tailed)	.908	.805		.011
	N	138	138	138	138
vis_prob	Pearson Correlation	-.018	.018	.216*	1
	Sig. (2-tailed)	.833	.833	.011	
	N	138	138	138	138

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών μοντέλου διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Correlations		Distractor	Traffic	gender
Distractor	Pearson Correlation	1	.015	.010
	Sig. (2-tailed)		.864	.908
	N	138	138	138
Traffic	Pearson Correlation	.015	1	.021
	Sig. (2-tailed)	.864		.805
	N	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	.021	1
	Sig. (2-tailed)	.908	.805	
	N	138	138	138

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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

Correlations					
		LateralPosition	AverageSpeed	RspurAverage	StdHWay
LateralPosition	Pearson Correlation	1	.438**	-.967**	-.101
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.241
	N	138	138	138	138
AverageSpeed	Pearson Correlation	.438**	1	-.419**	.329**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000
	N	138	138	138	138
RspurAverage	Pearson Correlation	-.967**	-.419**	1	.125
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.144
	N	138	138	138	138
StdHWay	Pearson Correlation	-.101	.329**	.125	1
	Sig. (2-tailed)	.241	.000	.144	
	N	138	138	138	138

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

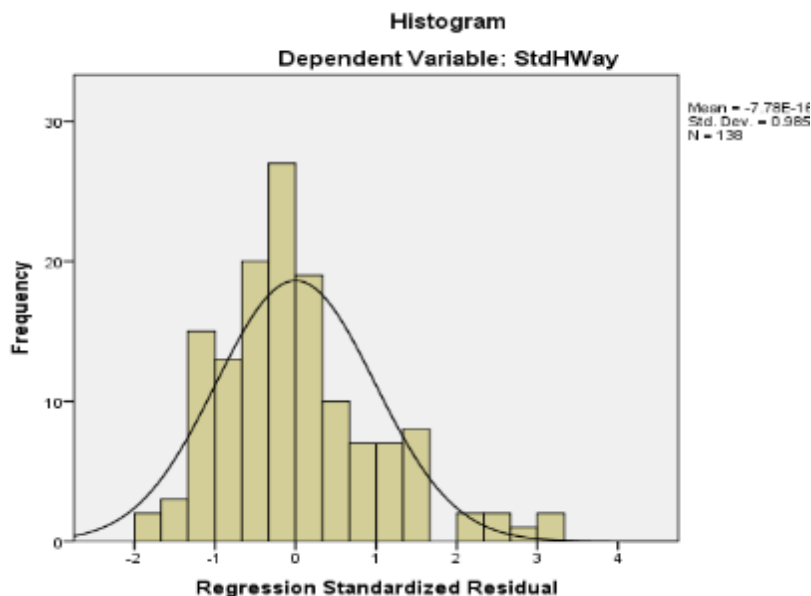
Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίστηκε, δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Συνεπώς, οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στο τελικό μοντέλο της διακύμανσης 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 τη διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω του μοντέλου της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (StdHWay). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι η **κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

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.

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.

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1,7$). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθενται παρακάτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη γραμμική παλινδρόμηση

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	48.988	10.804		4.534	.000
	Distractor	2.976	1.777	.099	1.675	.096
	gender	3.766	1.932	.117	1.949	.053
	Traffic	-21.726	1.852	-.726	-11.731	.000
	RspurAverage	1.664	1.317	.081	1.263	.209
	RpmAverage	-.003	.004	-.059	-8.69	.387

a. Dependent Variable: StdHWayAverage

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.736 ^a	.542	.529	10.31429103

a. Predictors: (Constant), Lateral.Position, Distractor, gender, Traffic

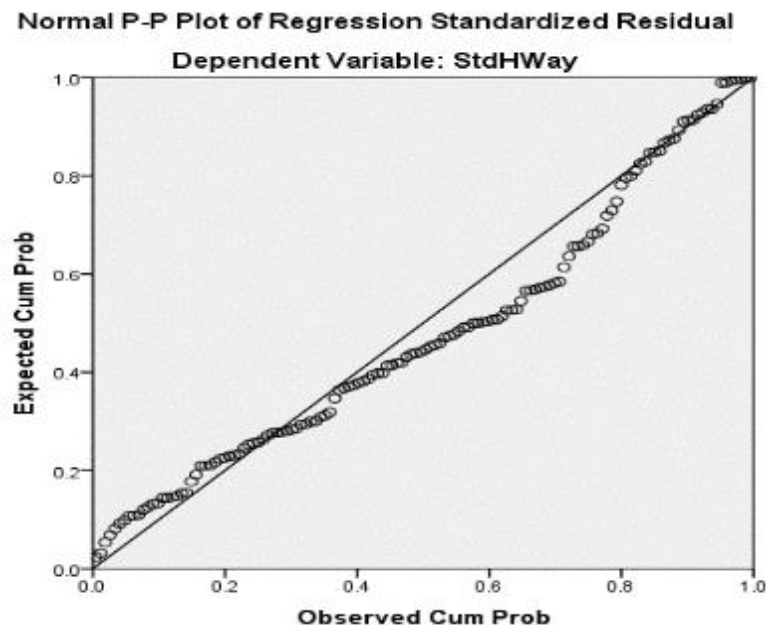
b. Dependent Variable: StdHWay

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	51.342	3.778		13.589	.000
	Distractor	3.030	1.758	.101	1.723	.087
	gender	4.122	1.889	.128	2.182	.031
	Traffic	-20.899	1.767	-.698	-11.830	.000
	Lateral.Position	-3.414	1.649	-.123	-2.071	.040

a. Dependent Variable: StdHWay

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.10: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,529 στο μοντέλο της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα
- ii. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
- iii. Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την οδήγηση την ημέρα και τη νύχτα αντίστοιχα
- iv. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
- v. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο διάγραμμα 5.10 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 διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

$$\text{StdHWay} = 51.342 + 3.030 \cdot \text{Distractor} - 20.899 \cdot \text{traffic} + 4.122 \cdot \text{gender} - 3.414 \cdot \text{LateralPosition}$$

Όπου:

- StdHWay:** η διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα
- Distractor:** συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)
- Traffic:** οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)
- gender:** το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=2)
- LateralPosition:** πλευρική απόσταση του οχήματος από το οδόστρωμα σε μέτρα

ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο της διακύμανσης 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 αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας), έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της διακύμανσης της μέσης απόστασης** από το προπορευόμενο όχημα. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι, όταν οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν σε ένα αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας ενδεχομένως να είχαν πιο «νευρική» συμπεριφορά, πιθανώς λόγω της μειωμένης ορατότητας, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονταν να διατηρήσουν σταθερή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,723.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Traffic» στο μοντέλο συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **μείωση της τιμής** της διακύμανσης της μέσης απόστασης του οδηγού από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, όταν στην αστική οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 1 της μεταβλητής), η διακύμανση των αποστάσεων μεταξύ των οχημάτων ήταν μικρότερη από όταν στην οδό επικρατούσε χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς σε συνθήκες υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός που παραπέμπει σε πολλά οχήματα στην οδό, ο οδηγός δεν έχει τη δυνατότητα να αυξομειώσει σε μεγάλο βαθμό την απόστασή του από το προπορευόμενο όχημα σε αντίθεση με την περίπτωση του χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 11,830 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται η διακύμανση της απόστασης** που διατηρεί ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα. Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν μεγαλύτερη διακύμανση στην απόσταση που διατηρούν από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους άνδρες (τιμή 1 της μεταβλητής). Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί ενδεχομένως από τη γενικότερη διαφορά που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Δηλαδή οι γυναίκες εμφανίζονται περισσότερο «νευρικές», ίσως και φοβισμένες στην οδήγηση με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται περισσότερο από τους άντρες να διατηρήσουν σταθερή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα είναι 2,182.

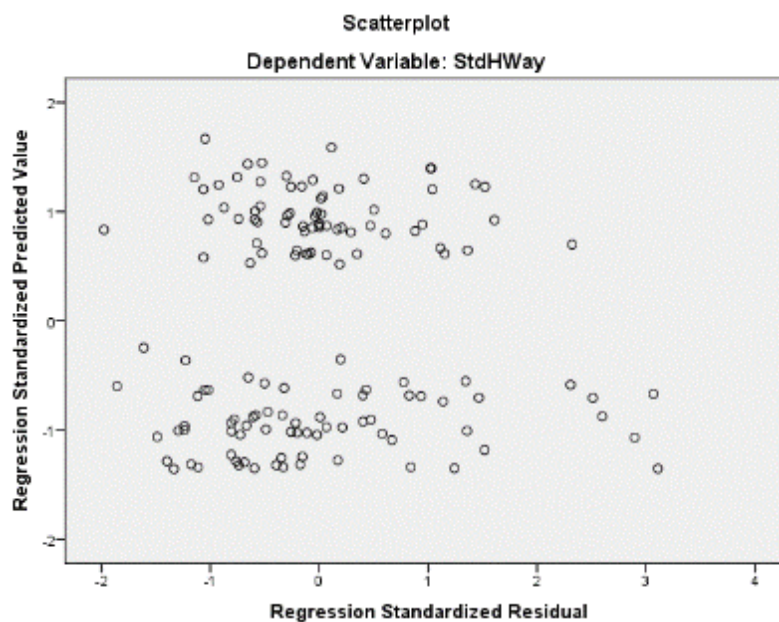
ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της συνεχούς μεταβλητής «**LateralPosition**» στο μοντέλο της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζεται αρνητικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1, έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση της διακύμανσης της μέσης απόστασης** από το προπορευόμενο όχημα. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι διατηρούσαν μεγαλύτερη πλευρική απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή είναι και εκείνοι οι οποίοι παρουσιάζουν μικρή διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι οι οδηγοί που τείνουν να βρίσκονται στον άξονα της οδού εμφανίζονται με περισσότερη αυτοπεποίθηση ως προς τις οδηγικές τους ικανότητες και έτσι είναι ικανοί να διατηρήσουν μια απόσταση με λιγότερες αυξομειώσεις από το προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,071.

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.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.11: 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, σύμφωνα και με τα όσα ειπώθηκαν στην προηγούμενη αντίστοιχη παράγραφο, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Διακύμανση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νύχτα	+3,030	+1,723	+0,04	+1,00
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-20,899	-11,830	-0,38	-9,50
Φύλο	+4,122	+2,182	+0,15	+3,75
Πλευρική απόσταση οχήματος	-3,414	-2,071	-0,14	-3,50

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.

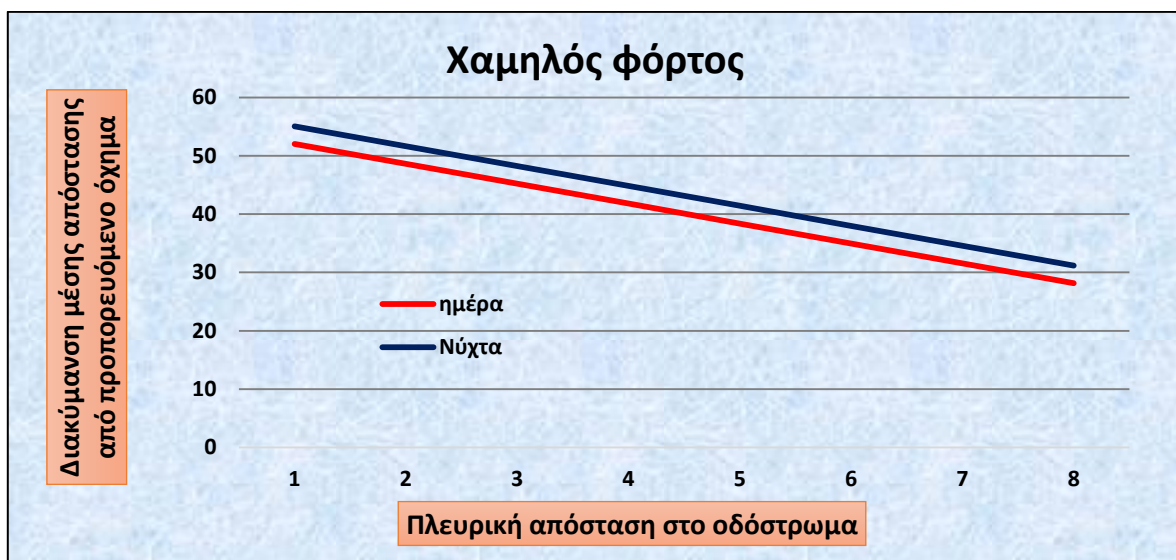
Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών **του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή «**Νύχτα**» παρουσιάζει τη **μικρότερη σχετική επιρροή** στην εξαρτημένη μεταβλητή συγκριτικά με τις υπόλοιπες με $e_i = +0,04$.
- Την **αμέσως μικρότερη επιρροή** στη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα εμφάνισε η μεταβλητή «**Πλευρική απόσταση οχήματος**» με επιρροή 3,50 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Νύχτα**».
- Η μεταβλητή «**Φύλο**» έχει παρόμοια επιρροή με τη μεταβλητή «**Πλευρική απόσταση οχήματος**» καθώς εμφανίζεται με επιρροή 3,75 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Νύχτα**».
- Τέλος, η μεταβλητή «**Κυκλοφοριακές συνθήκες**» εμφανίζει τη **μεγαλύτερη επιρροή** από όλες τις μεταβλητές στο μοντέλο της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με επιρροή 9,50 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Νύχτα**» και επιρροή 2,53 και 2,71 μεγαλύτερη σε σχέση με τις μεταβλητές «**Φύλο**» και «**Πλευρική απόσταση οχήματος**» αντίστοιχα.

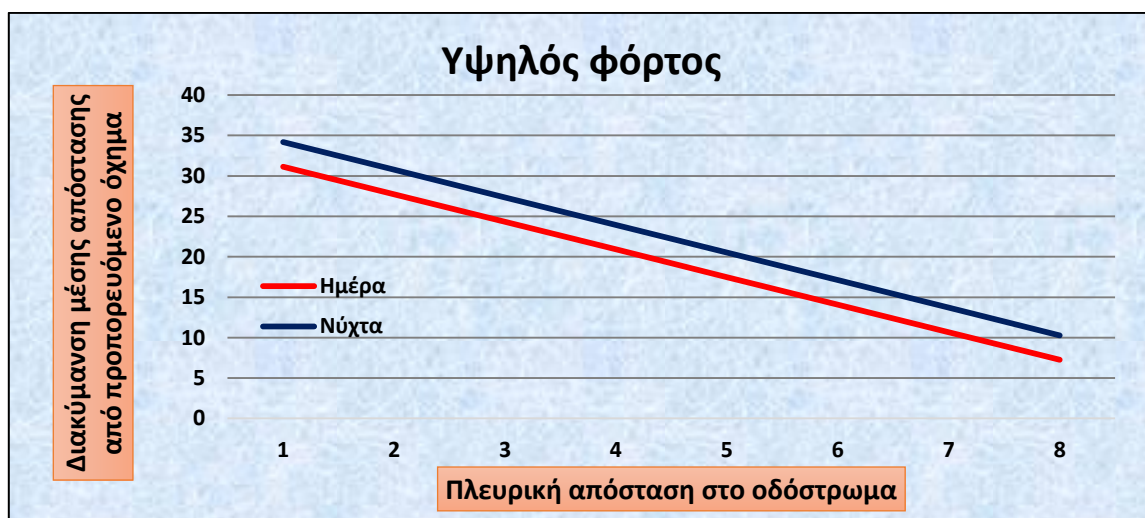
5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 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.

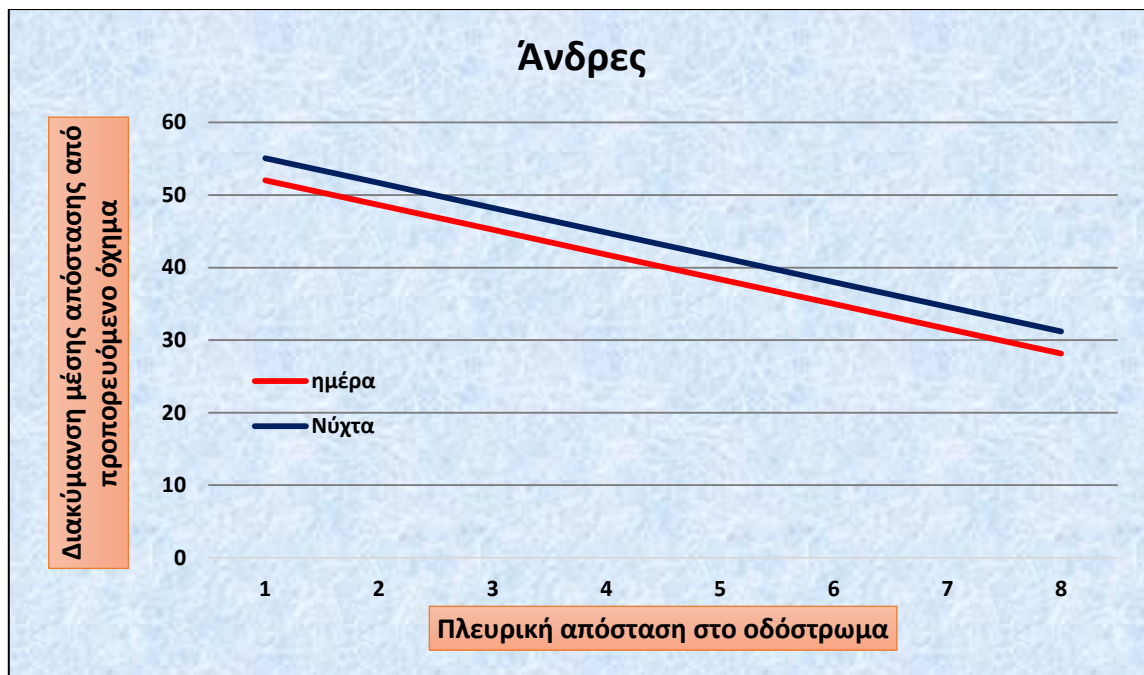


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12: Συσχέτιση διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την πλευρική απόσταση για χαμηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

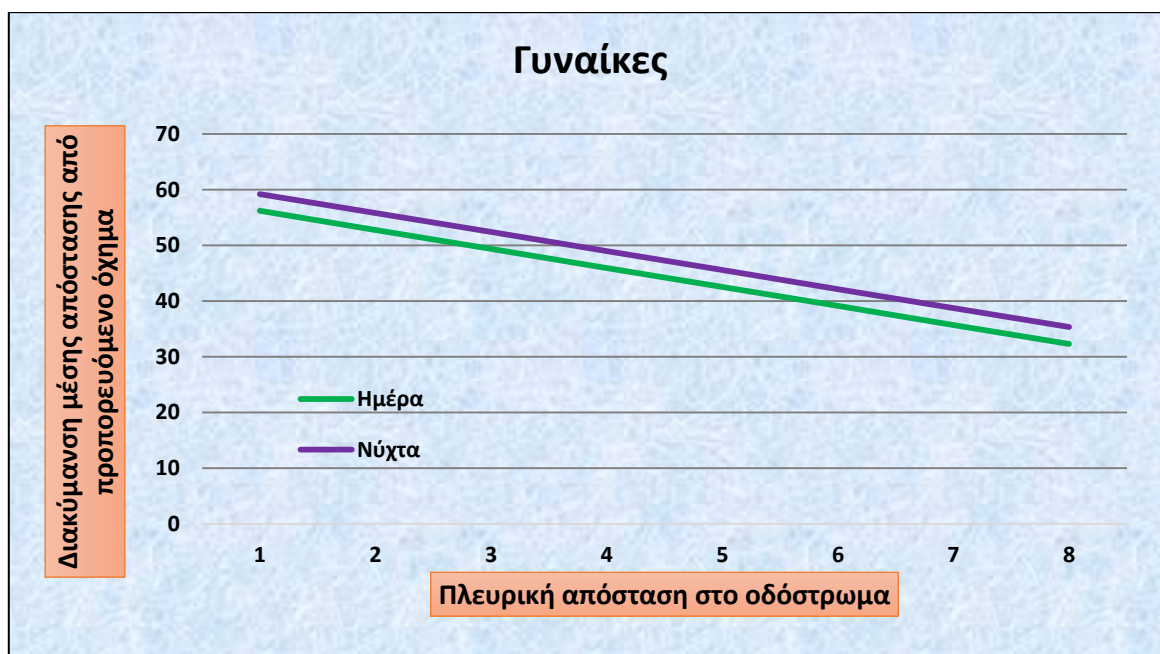


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.13: Συσχέτιση διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την πλευρική απόσταση για υψηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

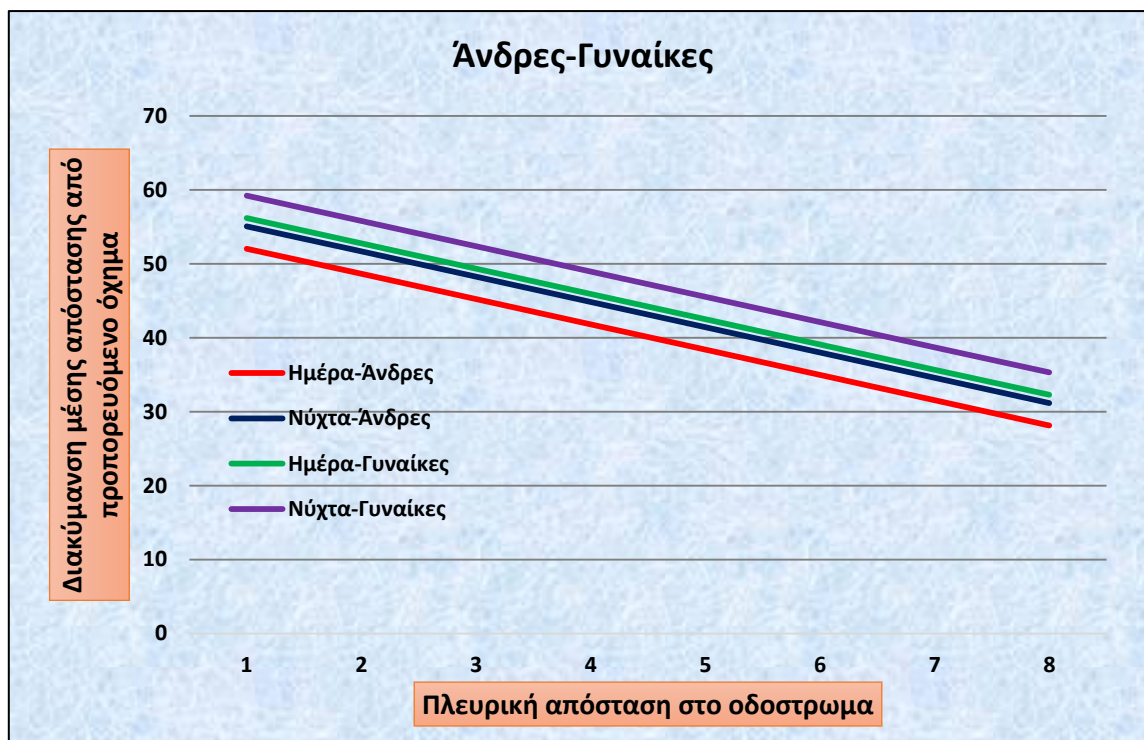


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.14: Συσχέτιση διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την πλευρική απόσταση για τους άνδρες κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.15: Συσχέτιση διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την πλευρική απόσταση για τις γυναίκες κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.16: Συσχέτιση διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την πλευρική απόσταση για τους άνδρες και τις γυναίκες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

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 εμφάνισαν μεγαλύτερη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα όταν οδηγούσαν τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα ανεξαρτήτως του φύλου και των κυκλοφοριακών συνθηκών.
- ❖ Οι γυναίκες οδηγοί φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους άντρες τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενδεχομένως λόγω πιο «νευρικής» οδήγησης.
- ❖ Τόσο οι γυναίκες οδηγοί όσο και οι άνδρες που διατηρούσαν μεγαλύτερη πλευρική απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή φαίνεται να παρουσιάζουν μικρότερη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα τόσο σε χαμηλό φόρτο κυκλοφορίας όσο και σε υψηλό.
- ❖ Οι συμμετέχοντες εμφάνισαν μεγαλύτερη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα όταν οδηγούσαν σε συνθήκες χαμηλού φόρτου κυκλοφορίας σε σχέση με τις συνθήκες υψηλού φόρτου, καθώς τα λιγότερα αυτοκίνητα στο οδόστρωμα τους προσέφεραν αυτή τη δυνατότητα.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 απρόσμενο συμβάν** και θα διερευνηθεί η επιρροή της οδήγησης τη νύχτα σε αυτή. 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 του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1 και 4.2. 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:

ReactionTime: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

StdAv.Speed: η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

red_speed: κατά πόσο μειώνει ο συμμετέχων, την ταχύτητά του όταν οδηγεί τη νύχτα (1:καθόλου, 2: [0-20], 3: [>20])

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές ReactionTime και StdAv.Speed ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές Distractor και gender ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) και τέλος, η μεταβλητή red_speed ορίστηκε ως διακριτή έχοντας την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές της διακριτής μεταβλητής Distractor διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1, αντίστοιχα της διακριτής μεταβλητής gender οι τιμές 1 και 2 ,ενώ για τη μεταβλητή red_speed οι δυνατές τιμές ήταν από 1 έως 3.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 **ReactionTime** (μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν) και **StdAv.Speed** (διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης).

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
StddevAv.Speed	138	7.476769678	22.17826842	13.37319379	2.679680607
ReactionTime	84	450.0	2583.0	842.506	381.6802
Valid N (listwise)	84				

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**

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

μεγάλο αριθμό δοκιμών. Μερικά αποτελέσματα που παρουσίαζαν υψηλή συσχέτιση, άρα δεν ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους, παρουσιάζονται παρακάτω μαζί με τους πίνακες τελικών μεταβλητών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

		Correlations				
		Distractor	gender	red_speed	drv_exp	acc_dam_n
Distractor	Pearson Correlation	1	.010	.016	-.016	.010
	Sig. (2-tailed)		.908	.852	.852	.908
	N	138	138	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	1	.118	-.504**	.066
	Sig. (2-tailed)	.908		.169	.000	.443
	N	138	138	138	138	138
red_speed	Pearson Correlation	.016	.118	1	-.096	-.382**
	Sig. (2-tailed)	.852	.169		.265	.000
	N	138	138	138	138	138
drv_exp	Pearson Correlation	-.016	-.504**	-.096	1	-.133
	Sig. (2-tailed)	.852	.000	.265		.120
	N	138	138	138	138	138
acc_dam_n	Pearson Correlation	.010	.066	-.382**	-.133	1
	Sig. (2-tailed)	.908	.443	.000	.120	
	N	138	138	138	138	138

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

		Correlations		
		Distractor	gender	red_speed
Distractor	Pearson Correlation	1	.010	.016
	Sig. (2-tailed)		.908	.852
	N	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	1	.118
	Sig. (2-tailed)	.908		.169
	N	138	138	138
red_speed	Pearson Correlation	.016	.118	1
	Sig. (2-tailed)	.852	.169	
	N	138	138	138

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations					
		StdevAv. Speed	BrakeAverage	TheadAverage	ReactionTime
StdevAv.Speed	Pearson Correlation	1	.704**	.024	-.376**
	Sig. (2-tailed)		.000	.784	.000
	N	138	138	138	84
BrakeAverage	Pearson Correlation	.704**	1	.037	-.297**
	Sig. (2-tailed)	.000		.664	.006
	N	138	138	138	84
TheadAverage	Pearson Correlation	.024	.037	1	.130
	Sig. (2-tailed)	.784	.664		.237
	N	138	138	138	84
ReactionTime	Pearson Correlation	-.376**	-.297**	.130	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.006	.237	
	N	84	84	84	84

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations			
		StdevAv. Speed	ReactionTime
StdevAv.Speed	Pearson Correlation	1	-.376**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	138	84
ReactionTime	Pearson Correlation	-.376**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	84	84

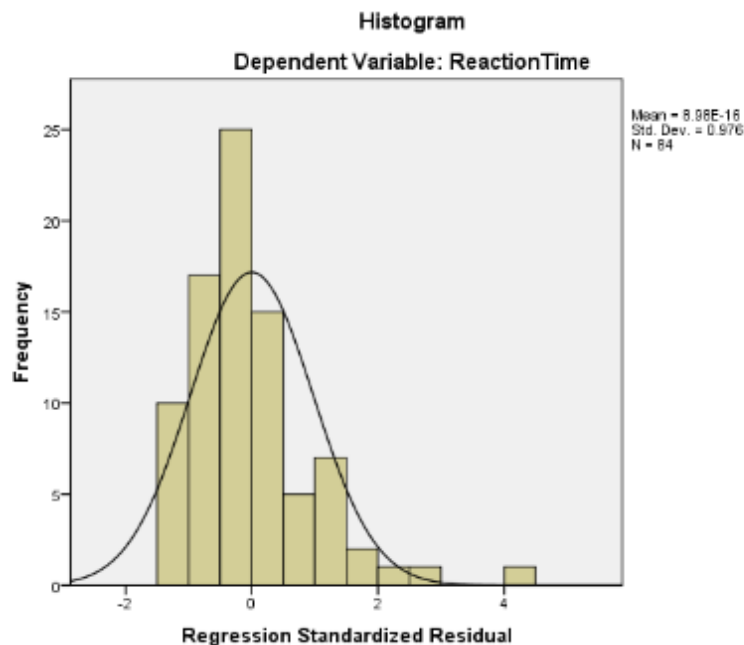
Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίστηκε **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Συνεπώς, 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 τη διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Η επιρροή της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά 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 απρόσμενο συμβάν (ReactionTime). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.17: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του μέσου χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο 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.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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.

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. 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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22: Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη γραμμική παλινδρόμηση

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1521.483	262.813		5.789	.000
	Distractor	158.057	74.182	.207	2.131	.036
	gender	182.784	76.102	.232	2.402	.019
	StdevAv.Speed	-56.018	17.194	-.351	-3.258	.002
	red_speed	-192.202	73.515	-.251	-2.614	.011
	LateralPosition	5.642	57.876	.010	.097	.923

a. Dependent variable: ReactionTime

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.539 ^a	.290	.254	329.5696

a. Predictors: (Constant), red_speed, gender, Distractor, StdevAverageSpeed

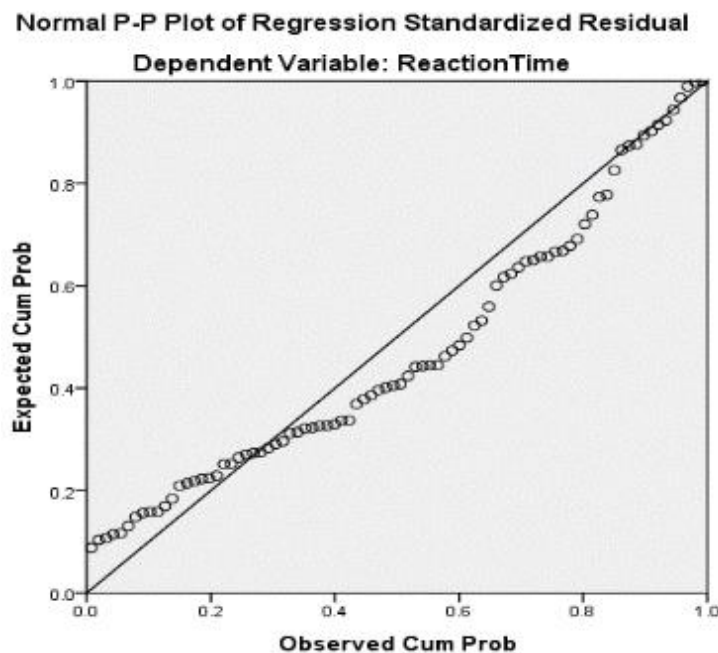
b. Dependent Variable: ReactionTime

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1526.670	255.752		5.969	.000
	Distractor	157.475	73.476	.207	2.143	.035
	gender	182.622	75.606	.232	2.415	.018
	StdevAverageSpeed	-55.343	15.638	-.347	-3.539	.001
	red_speed	-192.357	73.035	-.252	-2.634	.010

a. Dependent Variable: ReactionTime

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.18: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,290 στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.
- ii. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7**, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- iii. Στο μοντέλο **εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια ημέρας ή νύχτας.
- iv. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του.
- v. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο διάγραμμα 5.18 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 το μέσο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{ReactionTime} = 1526.670 + 157.475 * \text{Distractor} + 182.622 * \text{gender} - 55.343 * \text{StdevAverSpeed} - 192,357 * \text{red_speed}$$

Όπου:

ReactionTime: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

StdAv.Speed: η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

red_speed: κατά πόσο μειώνει ο συμμετέχων, την ταχύτητά του όταν οδηγεί τη νύχτα (1:καθόλου, 2: [0-20], 3: [>20])

ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν εμφανίζεται θετικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση σε αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας), έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης**. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα ενδεχομένως να εξηγείται από το ότι, η ορατότητα τη νύχτα, παρά το γεγονός ότι αφορά σε καλά φωτισμένο οδικό δίκτυο, είναι μειωμένη σε σχέση με την ημέρα με αποτέλεσμα οι οδηγοί να μη βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα. Επιπρόσθετα, η σχέση αυτή πιθανώς να ερμηνεύεται από το ότι η οδήγηση τη νύχτα συνδέεται επίσης με υψηλότερο βαθμό σφαλμάτων αντίληψης, όπως απόσπαση της συγκέντρωσης αλλά και έλλειψη προσοχής με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών σε απρόοπτο συμβάν.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,143 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται ο μέσος χρόνος αντίδρασης**. Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης από εκείνο των ανδρών (τιμή 1 της μεταβλητής). Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί ενδεχομένως από τη γενικότερη αντίθεση που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Συνεπώς οι άνδρες εμφανίζονται με γρηγορότερα αντανακλαστικά και κατ'επέκταση με χαμηλότερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτα συμβάντα.

Η τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας είναι 2,415 γεγονός που πιστοποιεί τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η συνεχής μεταβλητή «StdAv.Speed» παρουσιάζεται στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι αύξηση της διακύμανσης της μέσης ταχύτητας οδήγησης οδηγεί σε **μείωση του χρόνου αντίδρασης** του οδηγού. Το πιο πάνω αποτέλεσμα θα μπορούσε να εξηγηθεί ενδεχομένως από το γεγονός ότι οι οδηγοί που αυξομειώνουν την ταχύτητά τους, δηλαδή παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση, και την προσαρμόζουν κάθε φορά στις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος, έχουν τη δυνατότητα να αντιδράσουν πιο άμεσα σε κάποιο απρόσμενο συμβάν και έτσι να έχουν καλύτερο (μικρότερο) χρόνο αντίδρασης.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 3,539.

ΜΕΙΩΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

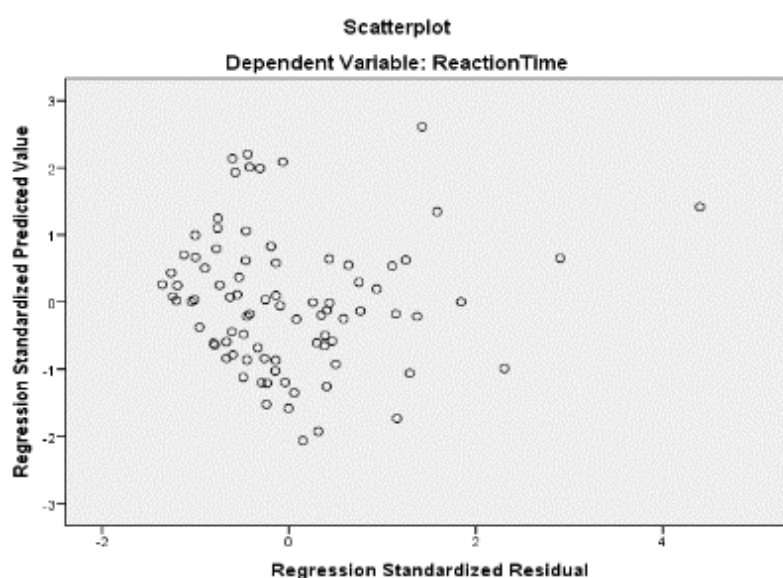
Η διακριτή μεταβλητή «red_speed» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες πριν ξεκινήσει η διαδικασία του πειράματος και εξετάζει το κατά πόσο μειώνουν την ταχύτητά τους οι οδηγοί κατά τη νυχτερινή οδήγηση. Η μεταβλητή, αν και διακριτή, έχει την έννοια της φυσικής διάταξης, επομένως όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει σημαίνει ότι ο συμμετέχων τόσο περισσότερο μειώνει την ταχύτητά του τη νύχτα. Στο μοντέλο εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει αυτή η μεταβλητή τόσο **μειώνεται ο χρόνος αντίδρασης** του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν. Αυτό σημαίνει ότι οι οδηγοί οι οποίοι ισχυρίζονται ότι ελαττώνουν την ταχύτητα οδήγησης τη νύχτα είναι και εκείνοι οι οποίοι εμφανίζουν καλύτερους χρόνους αντίδρασης. Το πιο πάνω αποτέλεσμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι οδηγοί αυτοί εμφανίζονται πιο επιφυλακτικοί και ενδεχομένως να

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

βρίσκονται σε εγρήγορση κατά την οδήγησή τους, με συνέπεια να αντιδρούν πιο γρήγορα σε ένα απρόοπτο συμβάν.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν είναι 2,634.

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.19: 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. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

5.4.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών, σύμφωνα και με τα όσα ειπώθηκαν στην προηγούμενη αντίστοιχη παράγραφο, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Χρόνος αντίδρασης			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νύχτα	+157.475	+2,143	+0,116	+1,00
Φύλο	+182.622	+2,415	+0,338	+2,91
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης	-55.343	-3,539	-1,033	-8,91
Μείωση ταχύτητας τη νύχτα	-192,357	-2,634	-0,428	-3,69

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 χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν** παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή «**Νύχτα**» παρουσιάζει τη **μικρότερη επιρροή** στην εξαρτημένη μεταβλητή με $e_i = 0,116$.
- Την **αμέσως μικρότερη επιρροή** στο χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν εμφάνισε η μεταβλητή «**Φύλο**» με επιρροή 2,91 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Νύχτα**»
- Η μεταβλητή «**Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης**» φαίνεται να έχει τη **μεγαλύτερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν. Έχει **8,91 φορές** μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «**Νύχτα**» και **3,06 , 2,41, φορές** μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές

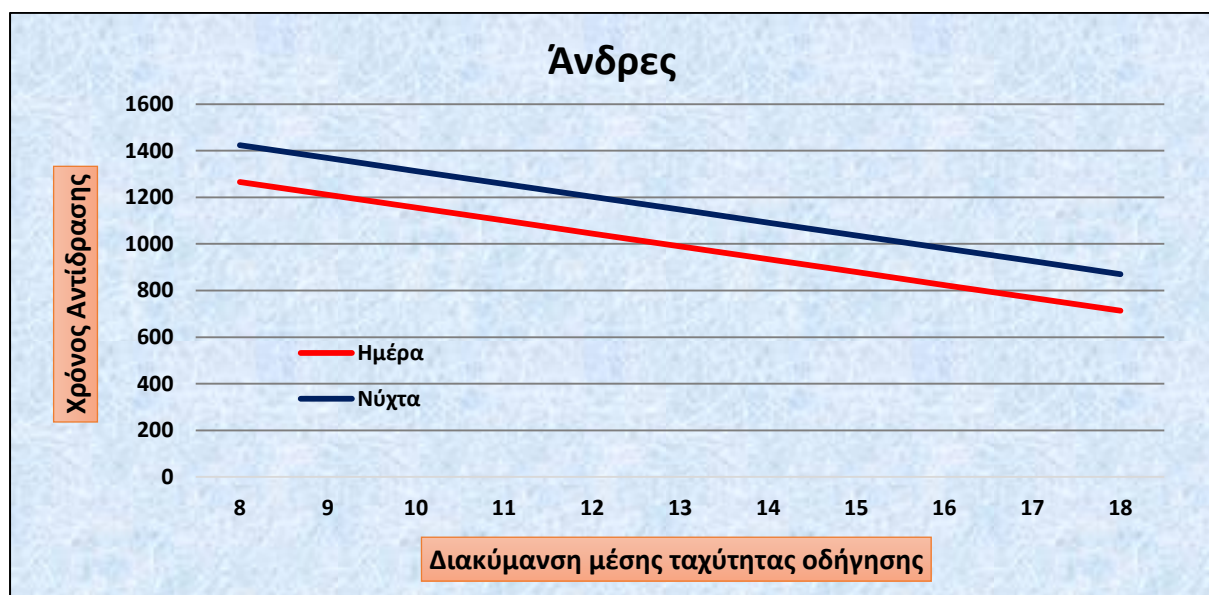
5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

«Φύλο», «Μείωση ταχύτητας τη νύχτα» που είναι η **δεύτερη και τρίτη** σε τάξη **επιρροή** στο χρόνο αντίδρασης.

➤ Τέλος, η μεταβλητή «**Μείωση ταχύτητας τη νύχτα**» επηρεάζει σημαντικά το μέσο χρόνο αντίδρασης και μάλιστα κατά **3,69 φορές περισσότερο** από τη μεταβλητή που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας.

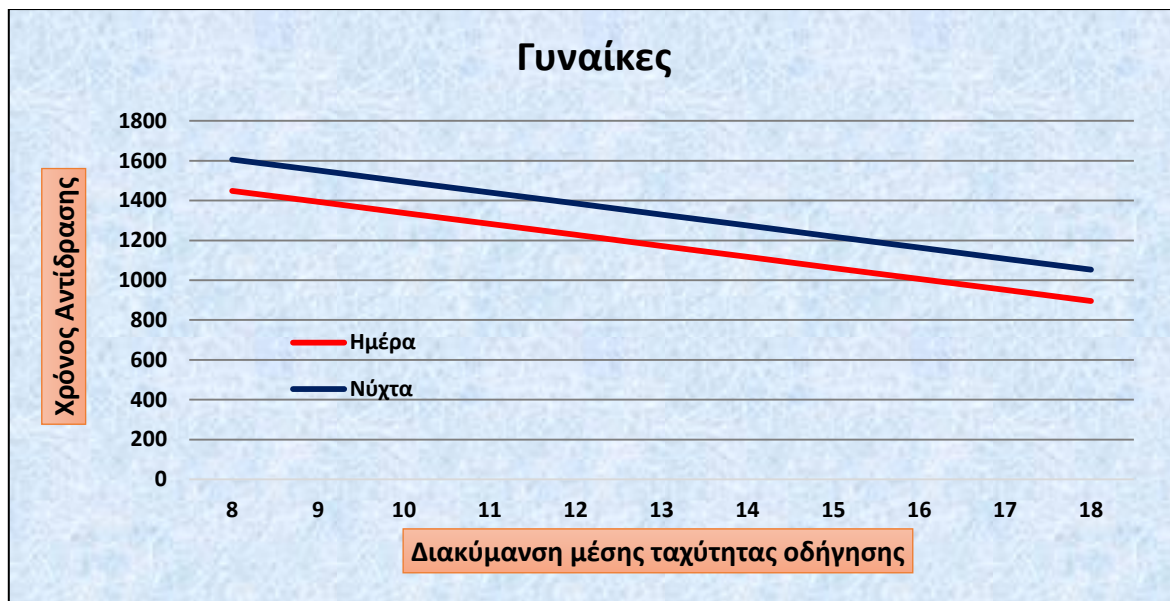
5.4.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

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.

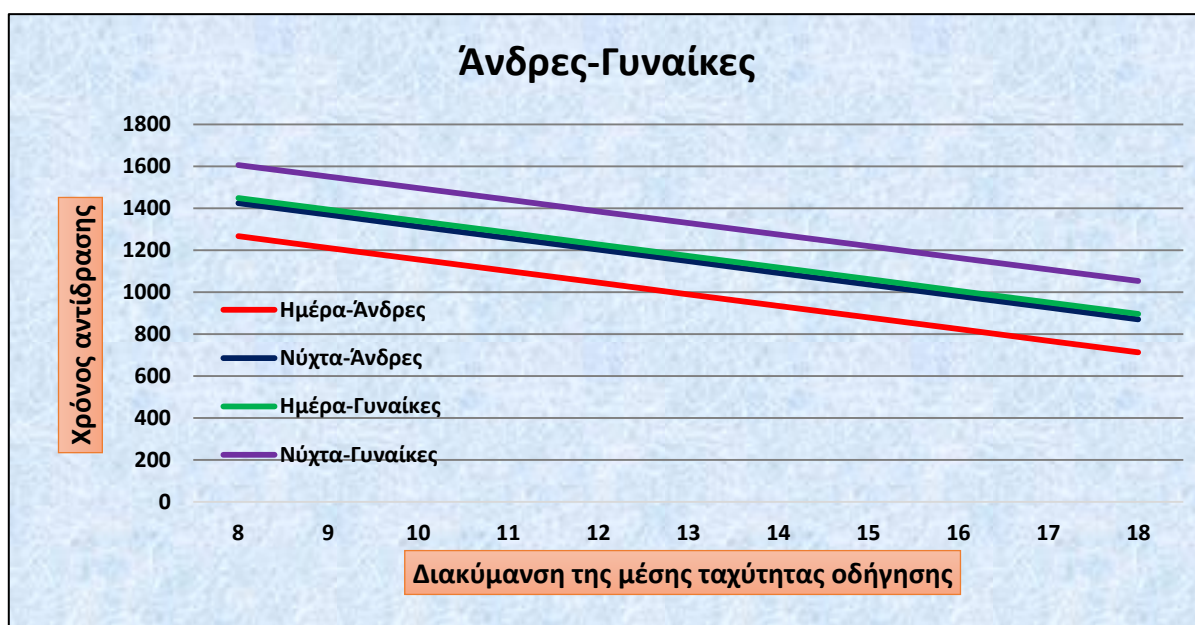


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.20: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για τους άνδρες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

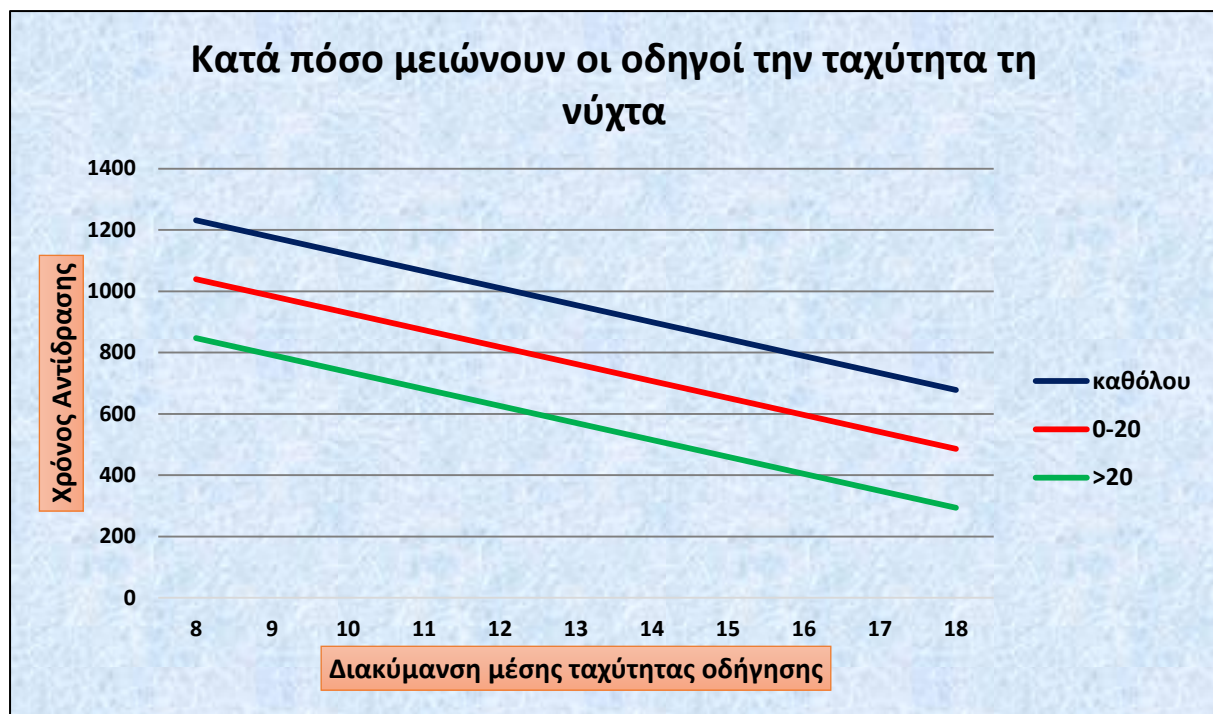


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.21: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για τους άνδρες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.22: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για τους άνδρες και τις γυναίκες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.23: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για το κατά πόσο μειώνουν οι οδηγοί την ταχύτητα τη νύχτα

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 κάθε περίπτωση μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης κατά την οδήγηση τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα, ανεξαρτήτως φύλου.
- ❖ Οι άνδρες οδηγοί φαίνεται να παρουσιάζουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης σε σχέση με τις γυναίκες τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας, ενδεχομένως λόγω γρηγορότερων αντανάκλαστικών που τους δίνει τη δυνατότητα να αντιδρούν ταχύτερα σε απρόοπτα συμβάντα.
- ❖ Όσο περισσότερο αυξομειώναν οι οδηγοί την ταχύτητα οδήγησης, δηλαδή όσο μεγαλύτερη ήταν η διακύμανση της ταχύτητας τόσο φαίνεται να μειωνόταν ο χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν, ανεξαρτήτως φύλου και συνθηκών οδήγησης ημέρα ή νύχτα.
- ❖ Οι συμμετέχοντες οι οποίοι ισχυρίζονται ότι ελαττώνουν την ταχύτητα οδήγησής τους τη νύχτα αποδείχθηκε ότι όσο περισσότερο την μειώνουν τόσο μικρότερους χρόνους αντίδρασης εμφάνισαν, πιθανώς λόγω της εγρήγορσης στην οποία βρίσκονταν κατά την οδήγησή τους.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

5.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα σε αστικό περιβάλλον στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού. Στην παράγραφο αυτή θα περιγραφεί η **διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη του μοντέλου που αφορά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** και να εξετασθεί η επιρροή της νυχτερινής οδήγησης. Συνολικά θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση.

5.5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1 και 4.2. 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.

ΕΞΕΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

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

ΑΝΕΞΕΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

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

StdAv.Speed: η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

RspurAverage: μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

Mdang_realdist: Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων (όχι=0 , ναι=1)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές StdAv.Speed και RspurAverage ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές Distractor, Traffic, gender και Mdang_realdist ορίστηκαν ως διακριτές (nominal) χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών Distractor , Traffic και Mdang_realdist διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1, ενώ αντίστοιχα στη διακριτή μεταβλητή gender αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 1 και 2.

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= ΑΤΥΧΗΜΑ, 2= ΟΧΙ ΑΤΥΧΗΜΑ).

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

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

Ο **συντελεστής ρ^2** καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, είναι ανάλογος του συντελεστή R^2 της απλής γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, και χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται ως εξής $\rho^2 = 1 - (L(b)/L(0))$ όπου $L(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ και $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$. Συγκεκριμένα, εκφράζει το

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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 προβλέπονται σωστά η περίπτωση που συνέβη ή όχι ατύχημα σε όσο το δυνατόν πιο μεγάλο ποσοστό. Ο μέσος όρος του ποσοστού αυτού για τα δύο ενδεχόμενα είναι σκόπιμο να είναι μεγαλύτερος από 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 (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.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25: Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της πιθανότητας ατυχήματος

Correlations		Distractor	Traffic	gender	drv_exp	red_speed
Distractor	Pearson Correlation	1	.015	.010	-.016	.016
	Sig. (2-tailed)		.864	.908	.852	.852
	N	138	138	138	138	138
Traffic	Pearson Correlation	.015	1	.021	-.019	.013
	Sig. (2-tailed)	.864		.805	.829	.879
	N	138	138	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	.021	1	-.504**	.118
	Sig. (2-tailed)	.908	.805		.000	.169
	N	138	138	138	138	138
drv_exp	Pearson Correlation	-.016	-.019	-.504**	1	-.096
	Sig. (2-tailed)	.852	.829	.000		.265
	N	138	138	138	138	138
red_speed	Pearson Correlation	.016	.013	.118	-.096	1
	Sig. (2-tailed)	.852	.879	.169	.265	
	N	138	138	138	138	138

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών μοντέλου της πιθανότητας ατυχήματος

Correlations		Distractor	Traffic	gender	mdang_realdist
Distractor	Pearson Correlation	1	.015	.010	.004
	Sig. (2-tailed)		.864	.908	.967
	N	138	138	138	138
Traffic	Pearson Correlation	.015	1	.021	-.004
	Sig. (2-tailed)	.864		.805	.967
	N	138	138	138	138
gender	Pearson Correlation	.010	.021	1	-.170*
	Sig. (2-tailed)	.908	.805		.047
	N	138	138	138	138
mdang_realdist	Pearson Correlation	.004	-.004	-.170*	1
	Sig. (2-tailed)	.967	.967	.047	
	N	138	138	138	138

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.27: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της πιθανότητας ατυχήματος

		Correlations			
		StdevAverage Speed	RspurAverage	HWayAverage	LateralPosition
StdevAverageSpeed	Pearson Correlation	1	-.393	-.109	.307**
	Sig. (2-tailed)		.000	.205	.000
	N	138	138	138	138
RspurAverage	Pearson Correlation	-.393**	1	-.130	-.967**
	Sig. (2-tailed)	.000		.127	.000
	N	138	138	138	138
HWayAverage	Pearson Correlation	-.109	-.130	1	.197*
	Sig. (2-tailed)	.205	.127		.020
	N	138	138	138	138
LateralPosition	Pearson Correlation	.307**	-.967**	.197*	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.020	
	N	138	138	138	138

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.28: Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών μοντέλου

		Correlations	
		StdevAverage Speed	RspurAverage
StdevAverageSpeed	Pearson Correlation	1	-.393**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	138	138
RspurAverage	Pearson Correlation	-.393**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	138	138

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Συνεπώς, οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στο τελικό μοντέλο της πιθανότητας ατυχήματος.

5.5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.29: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Step	-2 Log likelihood
1	80.081

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	42.411

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 * (L(b) - L(0)) = 80,081 - 42,411 = 37,67 > \chi^2$ με 6 βαθμούς

ελευθερίας (=12.04) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - [L(b)/L(0)] = 1 - (42,411/2)/(80,081/2) = 0,470$$

Classification Table^a

		Predicted		
		AccProb		Percentage Correct
		.0	1.0	
Step 1	Observed			
	AccProb			
	.0	126	2	98.4
	1.0	6	4	40.0
	Overall Percentage			94.2

a. The cut value is .500

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Variables in the Equation							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	Distractor	1.531	.956	2.567	1	.109	4.625
	Traffic	2.897	1.211	5.726	1	.017	18.113
	gender	2.853	1.073	7.075	1	.008	17.345
	StdevAverageSpeed	.570	.215	7.029	1	.008	1.768
	RspurAverage	1.297	.729	3.172	1	.075	3.660
	mdang_realdist	4.993	1.694	8.691	1	.003	147.382
	Constant	-22.304	6.301	12.530	1	.000	.000

a. Variable(s) entered on step 1: Distractor, Traffic, gender, StdevAverageSpeed, RspurAverage, mdang_realdist.

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

- Ο λόγος πιθανοφάνειας του μοντέλου (**Likelihood Ratio test**) ικανοποιεί το κριτήριο: $LRT = -2 * (Lb() - L(0)) > \chi^2$ με n-1 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .
- Ο συντελεστής ρ^2** υπολογίσθηκε ίσος με 0,470
- Ο μέσος όρος του ποσοστού που **προβλέπονται τα ατυχήματα** είναι **94,2%**. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι, συνέβη ατύχημα είναι 40,0% ενώ ότι, δε συνέβη 98,4.
- Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζουν **υψηλούς συντελεστές Wald**.

5.5.6 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:

$$U = +1,531 * \text{Distractor} + 2,897 * \text{Traffic} + 2,853 * \text{gender} + 0,570 * \text{StdAv.Speed} + 1,297 * \text{RspurAverage} + 4,993 * \text{mdang_realdist} - 22,304$$

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Όπου:

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

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

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

StdAv.Speed: διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

RspurAverage: μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

Mdang_realdist: Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων (όχι=0 , ναι=1)

ΟΔΗΓΗΣΗ ΤΗ ΝΥΧΤΑ

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 αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας), έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της πιθανότητας** να συμβεί ατύχημα. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί λογικά, καθώς στη νυχτερινή οδήγηση οι συνθήκες είναι δυσμενέστερες σε σχέση με την ημέρα και παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων. Επιπρόσθετα αξίζει να σημειωθεί ότι, η ορατότητα τη νύχτα, παρά το γεγονός ότι αφορά σε καλά φωτισμένο οδικό δίκτυο, είναι μειωμένη σε σχέση με την ημέρα με αποτέλεσμα οι οδηγοί να μην βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα και έτσι να αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή «Distractor» θεωρείται στατιστικά σημαντική καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 2,567.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Traffic» στο μοντέλο συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1, έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της πιθανότητας** να συμβεί ατύχημα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, όταν στην αστική οδό επικρατεί υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 1 της μεταβλητής) η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι μεγαλύτερη από όταν στην οδό επικρατεί χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς υψηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει συνήθως περισσότερα οχήματα στην οδό, οπότε και ο οδηγός έχει να αντιμετωπίσει περισσότερες «προκλήσεις» με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η πιθανότητα εμπλοκής του σε κάποιο ατύχημα.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Η τιμή του δείκτη Wald της μεταβλητής στο μοντέλο είναι 5,726 γεγονός που πιστοποιεί τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «gender» εμφανίζεται στο μοντέλο της πιθανότητας 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 γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα σε σχέση με τους άνδρες (τιμή 1 της μεταβλητής). Το πιο πάνω συμπέρασμα έρχεται σε αντιπαράθεση με τη διεθνή βιβλιογραφία που εμφανίζει τους άντρες να εμπλέκονται σε περισσότερα ατυχήματα. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από τα χαρακτηριστικά οδήγησης των συγκεκριμένων γυναικών που συμμετείχαν στο πείραμα.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή «gender» θεωρείται στατιστικά σημαντική καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 7,075.

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η συνεχής μεταβλητή «StdAv.Speed» παρουσιάζεται στο μοντέλο της πιθανότητας 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, σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση της ταχύτητας που παρουσιάζουν οι οδηγοί τόσο μεγαλώνει και η πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί που αυξομειώνουν σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητα οδήγησής τους να χαρακτηρίζονται πιο «ασταθείς» ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 7,029.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «RspurAverage» στο μοντέλο της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1, έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της πιθανότητας** να συμβεί ατύχημα. Συνεπώς, η αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον κεντρικό άξονα της οδού επιφέρει αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι η μεγάλη απόσταση του οχήματος από τον κεντρικό άξονα της οδού παραπέμπει σε οδηγούς πιο δειλούς και ανασφαλείς σε σχέση με εκείνους που οδηγούν πιο κοντά στον άξονα. Η ανασφάλεια αυτή ενδεχομένως να κάνει τους οδηγούς πιο επιρρεπείς σε λάθη και συνεπώς σε αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Η τιμή του δείκτη Wald της μεταβλητής στο μοντέλο είναι 3,172 γεγονός που πιστοποιεί τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Η διακριτή μεταβλητή «mdang_realdist» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη του πειράματος και εξετάζει το αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα την μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων. Στο μοντέλο παρουσιάζεται με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο περισσότερο αυξάνει η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1, τόσο **αυξάνεται η πιθανότητα** να συμβεί ατύχημα. Συνεπώς παρατηρήθηκε ότι όσοι απάντησαν θετικά στην ερώτηση είναι εκείνοι που παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι οδηγοί οι οποίοι θεωρούν πιο επικίνδυνη τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων κατά την οδήγηση τη νύχτα είναι τελικά και αυτοί οι οποίοι τείνουν περισσότερο να εμπλακούν σε ατύχημα, ενδεχομένως πράγματι λόγω εσφαλμένης αντίληψης πραγματικών αποστάσεων.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή «mdang_realdist» θεωρείται στατιστικά σημαντική καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 8,691.

5.5.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Η σχετική επιρροή των μεταβλητών στα μοντέλα 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):

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

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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.

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.30: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου πιθανότητας ατυχήματος

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος			
	β_i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νύχτα	1,531	2,567	1,86	2,62
Κυκλοφοριακές συνθήκες	2,897	5,726	8,25	11,62
Φύλο	2,853	7,075	1,36	1,92
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης	0,570	7,029	4,91	6,91
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού	1,297	3,172	2,44	2,57
Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα	4,993	8,691	0,71	1,00

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της πιθανότητας ατυχήματος, παρατηρούμε τα εξής:

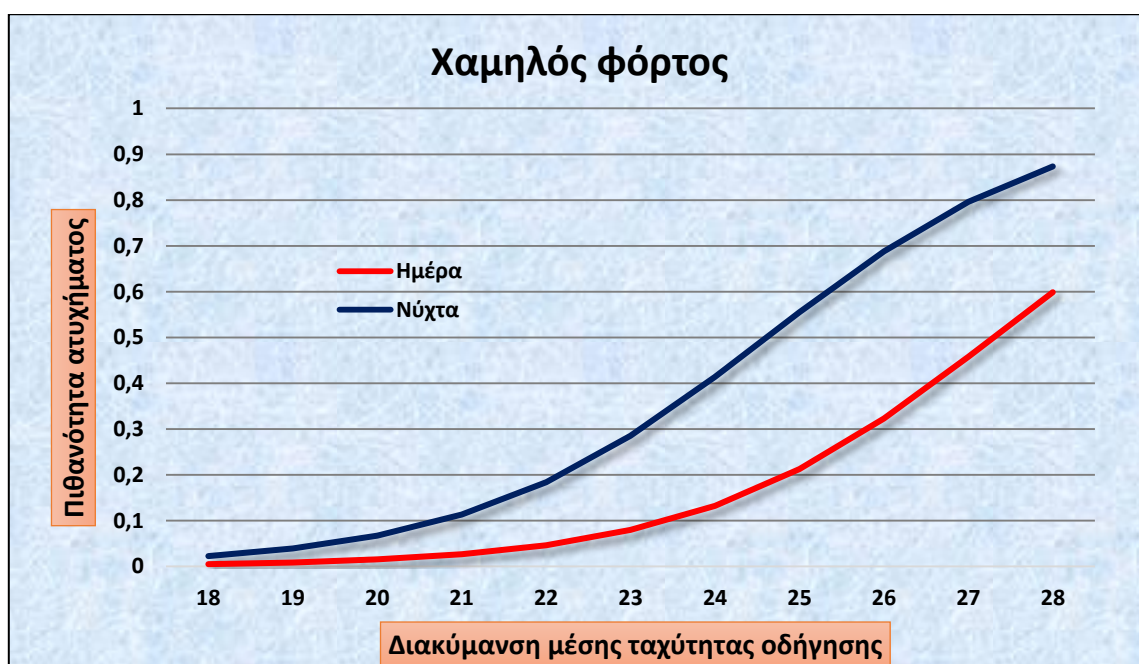
- Η μεταβλητή «**Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα**» παρουσιάζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με $e_i = 0,71$.
- Την αμέσως **μικρότερη επιρροή** στο μοντέλο της πιθανότητας ατυχήματος εμφάνισε η μεταβλητή «**Φύλο**» με επιρροή 1,92 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα**»
- Η μεταβλητή «**Νύχτα**» παρουσιάζει την **τρίτη** σε τάξη **μικρότερη επιρροή** στο μοντέλο της πιθανότητας ατυχήματος και συγκεκριμένα 2,62 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα**».

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

- Η μεταβλητή «**Κυκλοφοριακές συνθήκες**» φαίνεται να έχει τη **μεγαλύτερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες στο μοντέλο της πιθανότητας ατυχήματος. Έχει **11,62 φορές** μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «**Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα**» και **1,61 , 4,76,** φορές μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές «**Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης**» «**Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού**» που είναι η **δεύτερη και τρίτη** σε τάξη **επιρροή** στο μοντέλο της πιθανότητας ατυχήματος.
- Τέλος, η μεταβλητή «**Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης**» επηρεάζει σημαντικά τη πιθανότητα ατυχήματος και μάλιστα κατά **2,63** φορές περισσότερο από τη μεταβλητή που αντιπροσωπεύει την οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας.

5.5.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

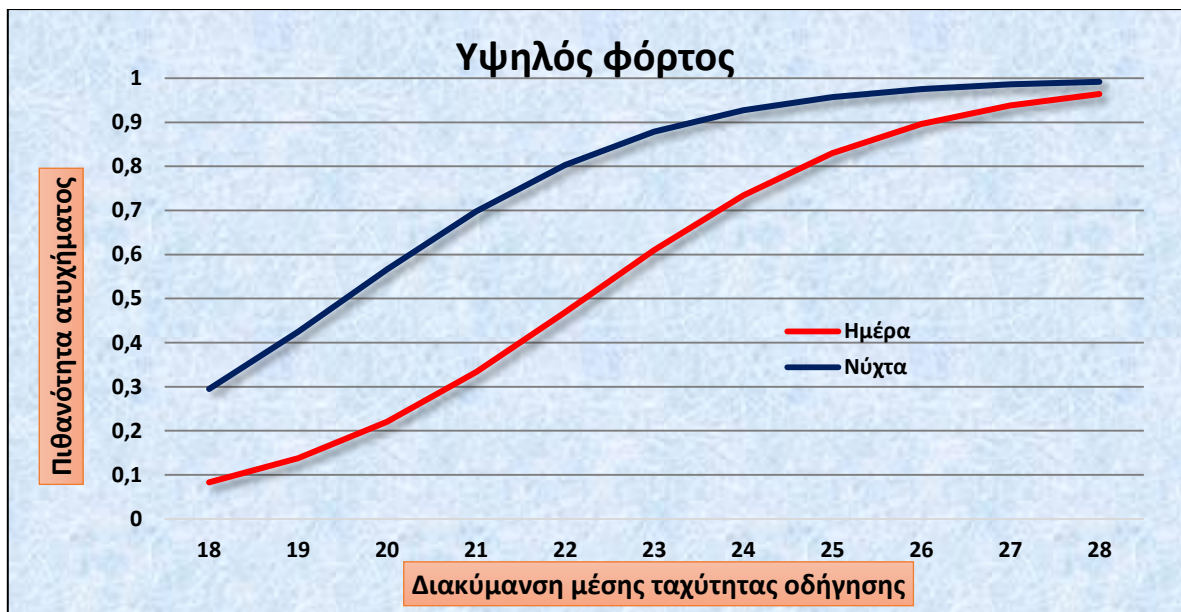
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.24: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για χαμηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

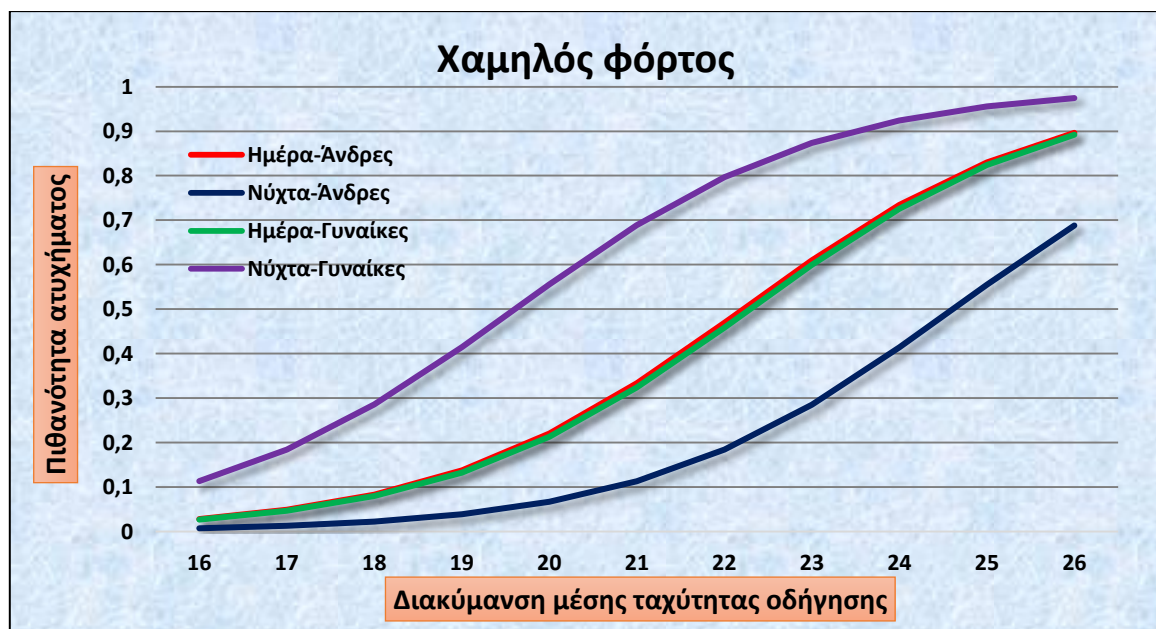
(gender=1, RspurAverage=3, mdang_realdist=0)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.25: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για υψηλό φόρτο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

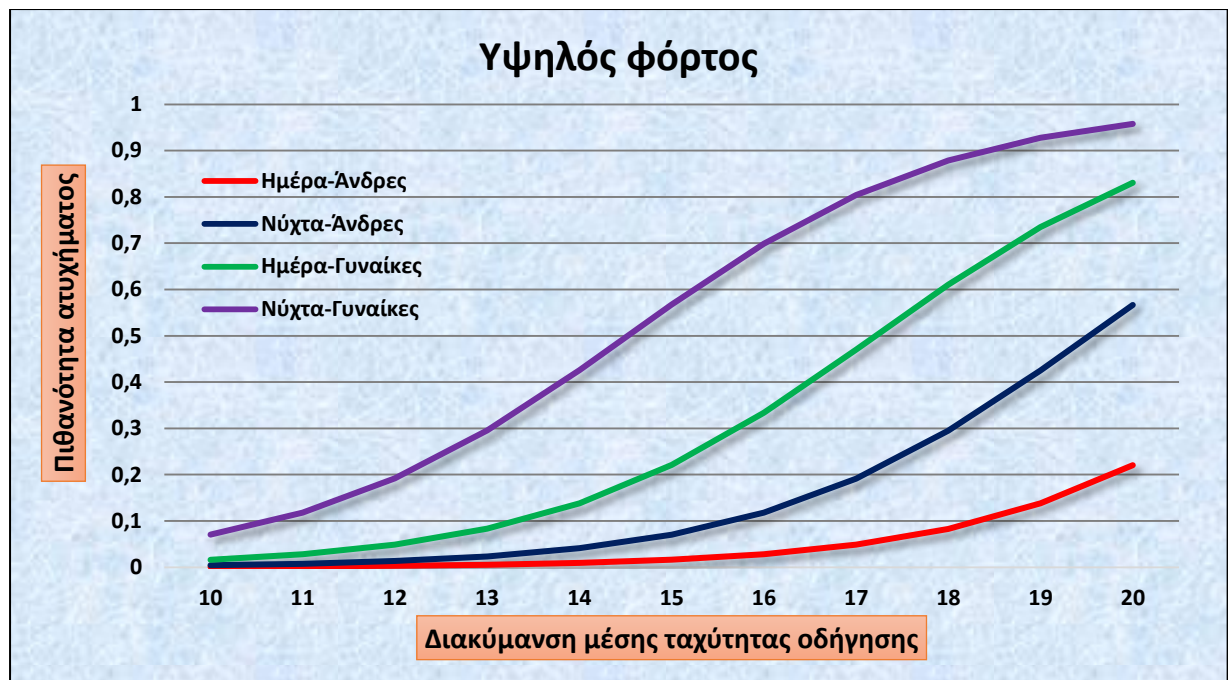
(gender=1, RspurAverage=3,mdang_realdist=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.20: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για άνδρες και γυναίκες με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

(traffic=0, RspurAverage=3,mdang_realdist=0)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.26: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για άνδρες και γυναίκες με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

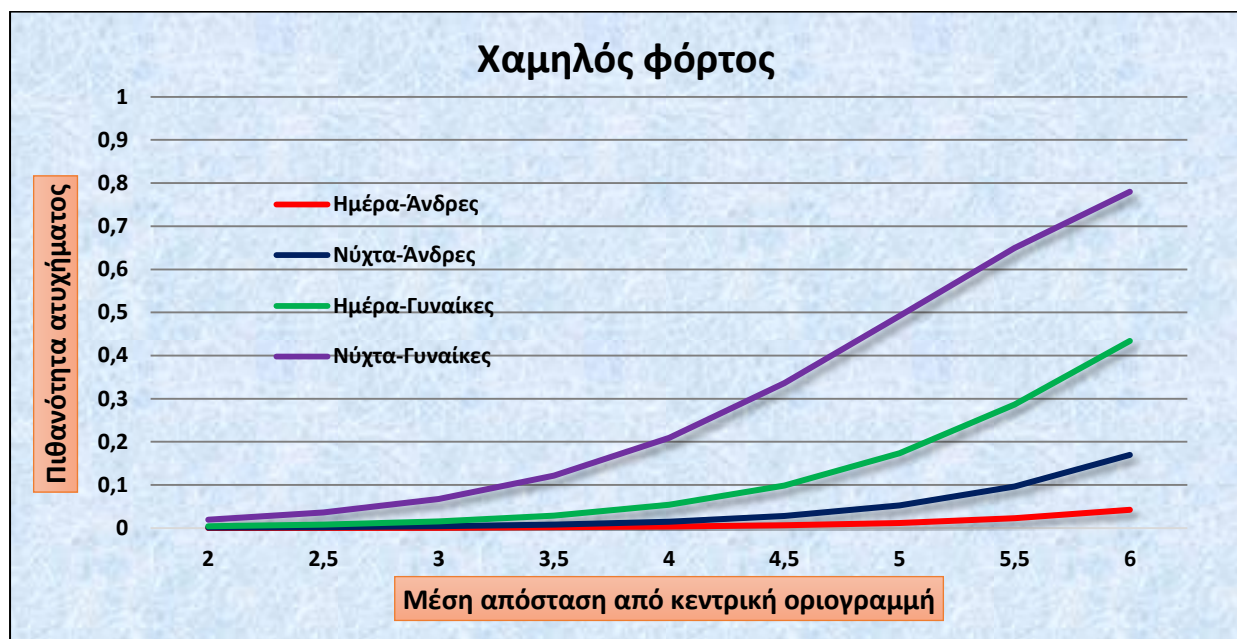
(traffic=1, RspurAverage=3, mdang_realdist=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.27: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης για υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της νύχτας σχετικά με το αν θεωρούν οι οδηγοί πιο επικίνδυνη τη μειωμένη αντίληψη αποστάσεων ή όχι

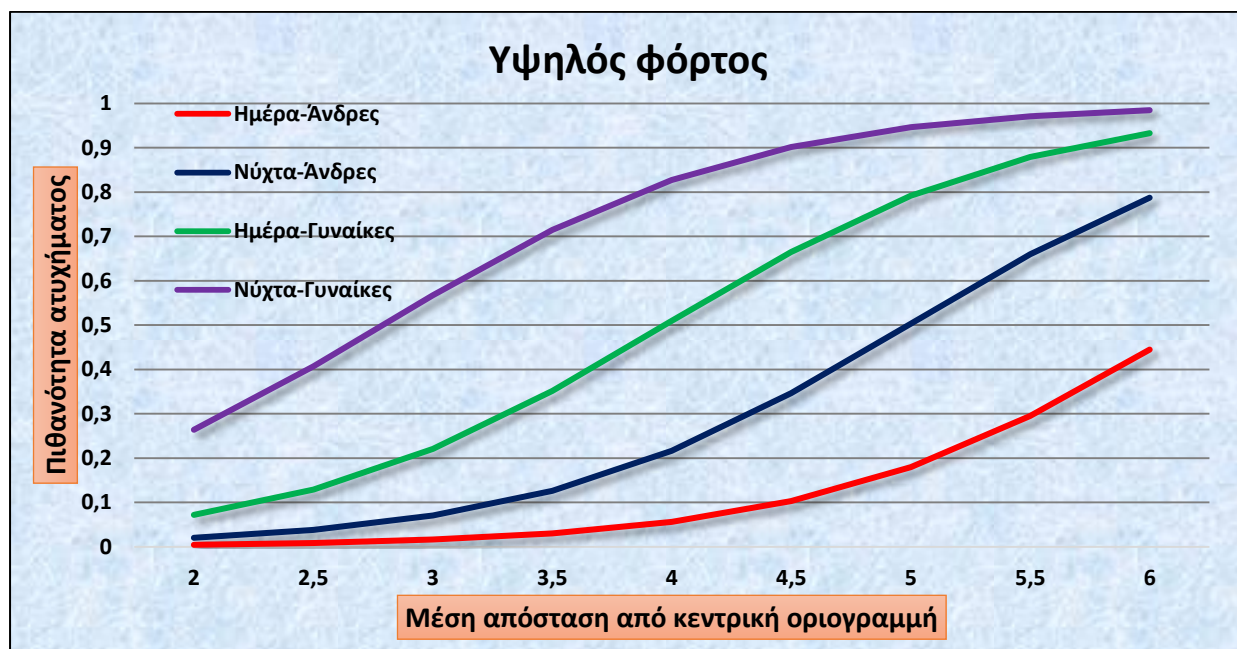
(distractor=1, gender=1, traffic=1, RspurAverage=3)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.28: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη μέση απόσταση από την κεντρική οριογραμμή για άνδρες και γυναίκες με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

(*traffic=0, StdAv.Speed=15 ,mdang_realdist=0*)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.29: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη μέση απόσταση από την κεντρική οριογραμμή για άνδρες και γυναίκες με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας

(*traffic=1, StdAv.Speed=15 ,mdang_realdist=0*)

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.30: Συσχέτιση της πιθανότητας ατυχήματος με τη μέση απόσταση από την κεντρική οριογραμμή για χαμηλό και υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της νύχτας

(gender=1, StdAv.Speed=15, mdang_realdist=0)

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

- ❖ Οι συμμετέχοντες εμφάνισαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα κατά τη νυχτερινή οδήγηση ανεξαρτήτως των κυκλοφοριακών συνθηκών που επικρατούσαν.
- ❖ Κατά την οδήγηση σε συνθήκες υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με τον χαμηλό φόρτο και κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και κατά τη νυχτερινή οδήγηση.
- ❖ Οι οδηγοί οι οποίοι φαίνεται να αυξομειώναν περισσότερο την ταχύτητά τους, είναι και αυτοί οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα, πιθανώς λόγω πιο «νευρικής» οδήγησης τόσο στις διαδρομές με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο όσο και με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- ❖ Όσοι από τους συμμετέχοντες θεωρούν πιο επικίνδυνο, όταν οδηγούν τη νύχτα, τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων εμφάνισαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα κατά τη νυχτερινή οδήγηση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Συγκεκριμένα εξετάστηκε ο βαθμός στον οποίο η οδήγηση τη νύχτα και μόνο, διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος σταθερά (οδήγηση υπό ευμενείς καιρικές συνθήκες, αστική οδός) αλλά σε συνάρτηση με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. οδηγική εμπειρία, ηλικία, φύλο κλπ.) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλει στη μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής, της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της συνεπαγόμενης πιθανότητας εμπλοκής σε 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.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και 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 διακύμανση της μέσης απόστασης 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 εξαρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκε μία στατιστική ανάλυση, που να αντιστοιχεί στον προσδιορισμό ενός μοντέλου για καθένα από τα παραπάνω μεγέθη.

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.

Στους πίνακες 6.1 και 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.

6. Συμπεράσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων
(ταχύτητα, μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα, χρόνος αντίδρασης)

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Διακύμανση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			
	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*
Νύχτα	+0,012	+1.703	+0,004	+1,00	+3,030	+1,723	+0,04	+1,00	+157.475	+2,143	+0,116	+1,00
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,044	-4.030	-0,015	-3,75	-20,899	-11,830	-0,38	-9,50				
Φύλο	-0,018	-2.127	-0,016	-4,00	+4,122	+2,182	+0,15	+3,75	+182.622	+2,415	+0,338	+2,91
Ηλικία	-0,004	-2.764	-0,067	-16,75								
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,019	-3.231	-0,038	-9,50								
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	+0,001	+3.121	+0,043	+10,75								
Αποφυγή οδήγησης τη νύχτα	-0,047	-4.299	-0,007	-1,75								
Εμπλοκή σε ατύχημα με υλικές ζημιές	+0,023	+2.855	+0,007	+1,75								
Πλευρική απόσταση οχήματος					-3,414	-2,071	-0,14	-3,50				
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης									-55.343	-3,539	-1,033	-8,91
Μείωση ταχύτητας τη νύχτα									-192.357	-2,634	-0,428	-3,69

6. Συμπεράσματα

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων του μοντέλου πιθανότητας ατυχήματος

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος			
	Wald	t	e_i	e_i^*
Νύχτα	1,531	2,567	1,86	2,62
Κυκλοφοριακές συνθήκες	2,897	5,726	8,25	11,62
Φύλο	2,853	7,075	1,36	1,92
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης	0,570	7,029	4,91	6,91
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού	1,297	3,172	2,44	2,57
Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα	4,993	8,691	0,71	1,00

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:

- ❖ Για πρώτη φορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών στις πόλεις με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.
- ❖ Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας **φαίνεται να συμβάλλει σημαντικά στην πιθανότητα να πραγματοποιηθεί ατύχημα**. Πιο αναλυτικά, οι αυξημένες ταχύτητες κατά τη νυχτερινή οδήγηση, η μεγάλη διακύμανση της απόστασης από προπορευόμενο όχημα καθώς και οι αυξημένοι χρόνοι αντίδρασης έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος.
- ❖ Σχετικά με το μέγεθος της ταχύτητας προκύπτει ότι η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει **αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης**. Ενδεχομένως τα καλά επίπεδα οδικού φωτισμού στο αστικό περιβάλλον δίνουν τη δυνατότητα στους οδηγούς να

6. Συμπεράσματα

αντισταθμίσουν τη μειωμένη ορατότητα κατά τη νυχτερινή οδήγηση με αποτέλεσμα να νιώθουν πιο άνετοι στο να αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες.

- ❖ Επιπλέον, προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι θα απέφευγαν τη νυχτερινή οδήγηση σε αστική οδό φαίνεται να οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες, πιθανώς για να εξασφαλίσουν καλύτερο έλεγχο του οχήματός τους σε ένα περιβάλλον που τους προκαλεί φόβο και ανασφάλεια.
- ❖ Σχετικά με το μέγεθος της απόστασης από προπορευόμενο όχημα, προκύπτει ότι η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας συμβάλλει στην **αύξηση της διακύμανσης της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα**. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας ενδεχομένως να είχαν πιο «νευρική» συμπεριφορά, πιθανώς λόγω της μειωμένης ορατότητας, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να διατηρήσουν σταθερή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.
- ❖ Σχετικά με το χρόνο αντίδρασης, προκύπτει ότι η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει **αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης**. Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, εκτός από τη μειωμένη ορατότητα που έχει ως αποτέλεσμα οι οδηγοί να μη βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα, συνδέεται επίσης με υψηλότερο βαθμό σφαλμάτων αντίληψης, όπως απόσπαση της συγκέντρωσης αλλά και έλλειψη προσοχής με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών σε απρόοπτο συμβάν.
- ❖ Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι ισχυρίζονται ότι ελαττώνουν την ταχύτητα οδήγησής τους τη νύχτα αποδείχθηκε ότι όσο περισσότερο την μειώνουν τόσο μικρότερους χρόνους αντίδρασης εμφανίζουν, πιθανώς λόγω της εγρήγορσης στην οποία βρίσκονται κατά την οδήγηση σε ένα μη οικείο περιβάλλον για τους ίδιους.
- ❖ Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας συμβάλλει στην **αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Στη νυχτερινή οδήγηση οι συνθήκες είναι δυσμενέστερες σε σχέση με την ημέρα και παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων, γεγονός που εξηγείται από τους αυξημένους χρόνους αντίδρασης αλλά και από τις υψηλές ταχύτητες. Επιπρόσθετα, η ορατότητα τη νύχτα, παρά το γεγονός ότι αφορά σε καλά φωτισμένο οδικό δίκτυο, είναι μειωμένη σε σχέση με την ημέρα με αποτέλεσμα οι οδηγοί να μην βλέπουν έγκαιρα τα απρόοπτα συμβάντα και έτσι να αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος.
- ❖ Παράλληλα προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν πιο επικίνδυνο, όταν οδηγούν τη νύχτα, τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα κατά τη νυχτερινή οδήγηση, ενδεχομένως πράγματι λόγω εσφαλμένης αντίληψης πραγματικών αποστάσεων.
- ❖ **Τα στατιστικά μοντέλα** που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη

6. Συμπεράσματα

διακύμανση της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα καθώς και του χρόνου αντίδρασης, **αποδείχθηκαν κατάλληλα** για τις συγκεκριμένες αναλύσεις και την επίτευξη των στόχων της Διπλωματικής Εργασίας αυτής.

- ❖ 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 στην βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- Πρώτα από όλα, απαιτείται ένα **σχέδιο δράσης**, μέσω εκστρατειών ενημέρωσης σε όλα τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο, ώστε να επιτευχθεί αλλαγή της νοοτροπίας των οδηγών και να αναδειχθούν οι κίνδυνοι που εγκυμονεί η νυχτερινή οδήγηση καθώς και να υπογραμμισθεί ο αυξημένος δείκτης σοβαρότητας των ατυχημάτων κατά την οδήγηση τη νύχτα.
- Δεδομένου ότι παρατηρήθηκε αύξηση της ταχύτητας κατά την οδήγηση τη νύχτα και ιδιαιτέρως στην ηλικιακή ομάδα των νεαρών ατόμων, θα πρέπει να υπάρξει συντονισμένη αντιμετώπιση του προβλήματος και από την πολιτεία αλλά και πολύ περισσότερο από τους **εκπαιδευτικούς φορείς**, έτσι ώστε να δημιουργηθεί το υπόβαθρο για τη δημιουργία υπεύθυνων και **υποδειγματικών οδηγών από μικρή ηλικία**. Είναι, λοιπόν, απαραίτητη η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων που θα αφορούν τις ιδιαιτερότητες της νυχτερινής οδήγησης αλλά και η ένταξη μαθημάτων οδικής ασφάλειας στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων σε ένα γενικότερα πνεύμα αντιμετώπισης του προβλήματος των οδικών ατυχημάτων.
- Επιπρόσθετα, παρά το γεγονός ότι το αστικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από καλά επίπεδα οδικού φωτισμού κρίνεται απαραίτητο να γίνεται **συστηματικός έλεγχος και συντήρηση του οδικού φωτισμού** από τις αρμόδιες υπηρεσίες, ειδικά μάλιστα στις διασταυρώσεις όπου υπάρχουν διαβάσεις πεζών καθώς στα σημεία αυτά παρατηρείται αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος.
- Τέλος, εξ αιτίας του αυξημένου δείκτη σοβαρότητας των ατυχημάτων κατά τη νυχτερινή οδήγηση, θα πρέπει να εφαρμοστεί **αυστηρότερη νομοθεσία** κατά τη διάρκεια της νύχτας με πιο σκληρές κυρώσεις στις επικίνδυνες οδηγικές

6. Συμπεράσματα

συμπεριφορές όπως είναι για παράδειγμα η μη τήρηση των ορίων ταχύτητας ή των αποστάσεων ασφαλείας.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

- ✦ 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.
- ✦ Ένα πείραμα με συμμετέχοντες **διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**, ίσως καθιστούσε εφικτή την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιρροή της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του συνόλου των οδηγών και για τη σύγκριση της συμπεριφοράς ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες.
- ✦ 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.
- ✦ 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 βροχή ή υπό ομίχλη, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (π.χ. αυτοκινητόδρομο).

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ., “Οδική Ασφάλεια”, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994.
2. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Λαΐου Α., Βούλγαρη Χ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ., “Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου Οδικής Ασφάλειας, 2011-2020” (2011), Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (Τομέας Μ.Σ.Υ.), Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούνιος 2011
3. Kate Rumar (1985), “The Role of Perceptual and Cognitive Filters in Observed Behaviour”, New York: Plenum Press, 1985
4. Frantzeskakis (1991), “Safety of Road Traffic”, Pergamon Press, 1991
5. Elvik R. (1995), “Meta-analysis of evaluations of public lighting as accident countermeasure”, Transp Res Rec, 1995
6. Johansson O, Wanvik PO, Elvik R. (2009), “A new method for assessing the risk of accident associated with darkness”, Accid Anal Prev, 2009
7. Wanvik PO. (2009), “Effects of road lighting: an analysis based on Dutch accident statistics 1987–2006”, Accid Anal Prev., 2009
8. Beyer FR, Ker K. (2009), “Street lighting for preventing road traffic injuries”, Cochrane Database Syst Rev., 2009
9. Boyce PR. (2003), “Human factors in lighting 2”, London: Taylor & Francis, 2003
10. Yannis G, Kondyli A, Mitzalis N. (2013), “Effect of lighting on frequency and severity of road accidents”, Proc Inst Civ Eng Transp., 2013
11. Annika K. Jägerbrand and Jonas Sjöbergh (2016), “Effects of weather conditions, light conditions, and road lighting on vehicle speed”, 2016
12. Bella F, Calvi A, D’Amico F. (2014), “Analysis of driver speeds under night driving conditions using a driving simulator”, J Saf Res., 2014
13. Panos Konstantopoulos, Peter Chapman, David Crundall (2008), “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”, 2008

7. Βιβλιογραφία

14. Lisandra Garay-Vega, Donald Fisher, Alexander Pollatsek (2007), "Hazard Anticipation of Novice and Experienced Drivers: Empirical Evaluation on a Driving Simulator in Daytime and Nighttime Conditions", 2007
15. S. Plainis and I. J. Murray (2002), "Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night", 2002
16. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., (1999), "Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική", Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 1999
17. Σωτήρης Πλαΐνης - Ιωάννης Παλλήκαρης (2005), "Οδικά ατυχήματα σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού: Ο ρόλος της όρασης", 3ο Πανελλήνιο συνέδριο οδικής ασφάλειας, Πάτρα, 2005
18. Νικόλαος Μιτζάλης (2010), " Διερεύνηση της επιρροής του φωτισμού αστικών και υπεραστικών οδών στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων", Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούλιος 2010
19. Χριστοφόρου Χ. (2010), "Προσομοίωση των επιπτώσεων των γραπτών μηνυμάτων στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστική και επαρχιακή οδό", Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούλιος 2010
20. Γκούσκου Α. (2015), "Διερεύνηση της επιρροής των διαφημιστικών πινακίδων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια των οδηγών στις πόλεις", Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούλιος 2015
21. NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017, <https://www.nrso.ntua.gr/road-fatalities-by-lighting-condition-greece-2012/> (ανάκτηση 10-9-2017)
22. NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017, <https://www.nrso.ntua.gr/road-fatalities-by-transport-mode-greece-2015/> (ανάκτηση 12-9-2017)
23. NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017, <https://www.nrso.ntua.gr/road-safety-in-urban-areas-eu-facts-figures-2015/> (ανάκτηση 12-9-2017)
24. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017, [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-17-675_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-675_en.htm) (ανάκτηση 12-9-2017)

7. Βιβλιογραφία

25. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ), 2017, <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SDT04/-> (ανάκτηση 14-9-2017)
26. Ελληνική Αστυνομία, 2017 ,
http://www.astynomia.gr/images/stories//2016/statistics16/troxaia2016_eidi.png
(ανάκτηση 15-9-2017)
27. Foerst Driving Simulators, www.drfoerst.de, www.simulators.gr