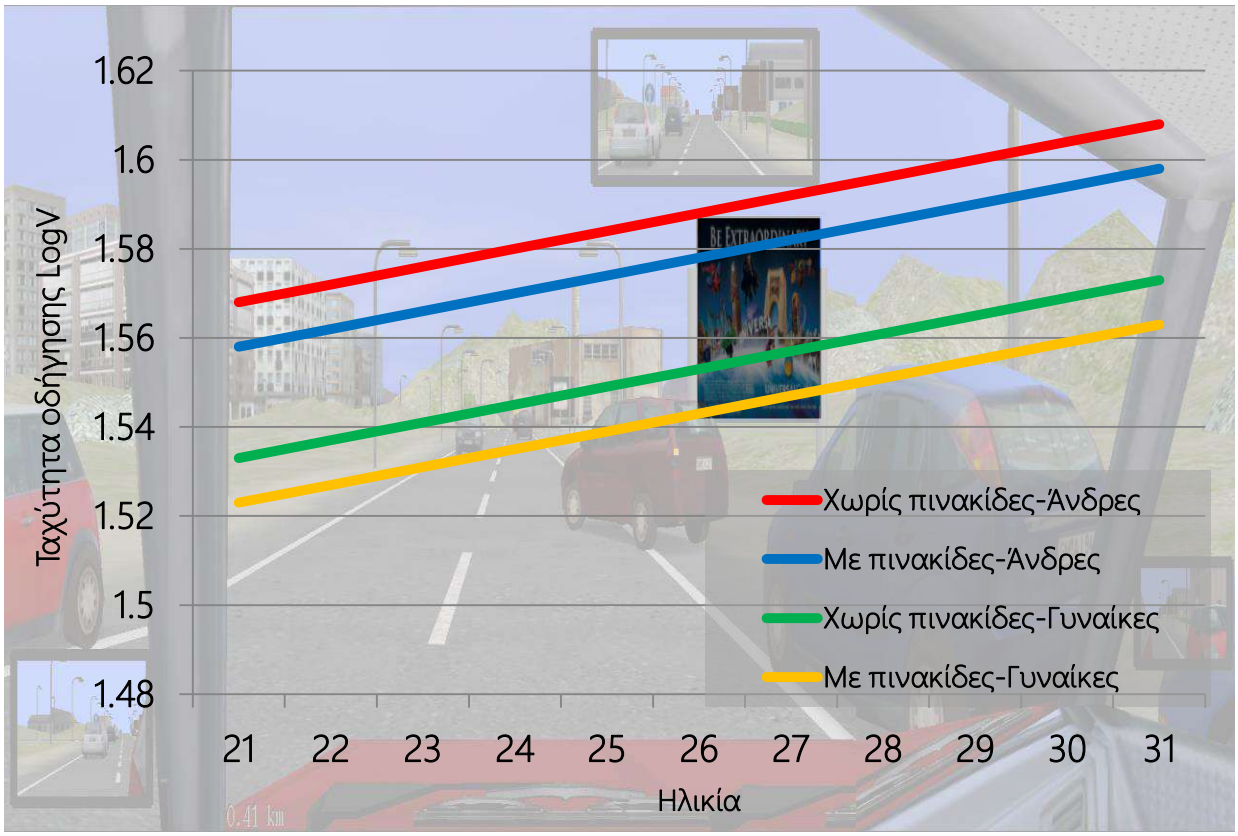
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ



ΓΚΟΥΣΚΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2015

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 τη κ. Ελένη Βλαχογιάννη, Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ τον κ. Δημοσθένη Παύλου, Υποψήφιο 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, Υποψήφιο Διδάκτορα, για τη βοήθεια σε σημαντικά ζητήματα της διπλωματικής εργασίας και την κ. Ελεονώρα Παπαδημητρίου για τις καίριες υποδείξεις κατά την ανάπτυξη των μοντέλων.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ χρωστώ σε όσους συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία, καθώς ο ρόλος τους ήταν καταλυτικός στην υλοποίηση αυτής της έρευνας, καθώς και τον κ. Αλέξανδρο Κυρατζή, προπτυχιακό φοιτητή για την ευχάριστη και εξαιρετική συνεργασία κατά την πειραματική διαδικασία.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου, Δημήτρη και Ειρήνη, για την ψυχολογική στήριξη, την υπομονή και την αγάπη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και όλους μου τους φίλους για τις ωραίες αλλά και τις δύσκολες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Ιούλιος 2015

Γκούσκου Αναστασία.

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ

ΓΚΟΥΣΚΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ:

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής των διαφημιστικών πινακίδων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια των οδηγών στις πόλεις. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε προσομοιωτή οδήγησης όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε διάφορα σενάρια οδήγησης. Αναπτύχθηκαν στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της επιρροής των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη μέση ταχύτητα οδήγησης και στην πλευρική απόσταση του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή (λογαριθμοκανονική) και στο μέσο χρόνο αντίδρασης των οδηγών σε απρόσμενο συμβάν (γραμμική). Από την εφαρμογή των μοντέλων προκύπτει ότι, η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού οδηγεί σε μικρή αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης και της πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή, ενώ ταυτόχρονα οδηγεί σε μικρή μείωση της μέσης ταχύτητας, ενδεχομένως λόγω του επιβαρυμένου περιβάλλοντος οδήγησης. Αντίθετα, η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων φαίνεται να μην είχε καμία επιρροή στην μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Λέξεις-Κλειδιά: διαφημιστικές πινακίδες, προσομοιωτής οδήγησης, πλευρική απόσταση, χρόνος αντίδρασης, ταχύτητα, απόσταση από προπορευόμενο όχημα, οδικά ατυχήματα, γραμμική παλινδρόμηση, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF ROADSIDE ADVERTISING TO DRIVER BEHAVIOR AND SAFETY IN CITIES WITH THE USE OF DRIVING SIMULATOR

GKOUSKOU ANASTASIA

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

ABSTRACT:

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of roadside advertising 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. Regression statistical models were developed to investigate the impact of roadside advertising on the mean speed and the lateral position of the vehicle from the right borderline (lognormal) and on the mean reaction time (linear). The models' application demonstrated that roadside advertising leads to small increase of the mean reaction time and the mean lateral position of the vehicle from the right borderline. At the same time, it leads to small decrease of the mean speed, perhaps due to overloaded driving environment. Finally, roadside advertising appears to have no effect on the headway distance and the probability of causing an accident.

Key words: roadside advertising, driving simulator, lateral position, reaction time, speed, headway, road accidents, lognormal regression, linear regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση του βαθμού στον οποίο επηρεάζει η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων τη συμπεριφορά των νέων οδηγών με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε αστική οδό**.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 31 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, τη μέση πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα και τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ότι αφορά στο 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, ενώ τελικά δεν επιτεύχθηκε προσδιορισμός μοντέλου για την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της ελαστικότητας. Η σχετική επιρροή χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και των τεσσάρων μοντέλων και περιλαμβάνονται οι **συντελεστές** $\boldsymbol{\beta_i}$ και οι τιμές της σχετικής επιρροής $\mathbf{e_i}$ και $\mathbf{e_i^*}$ των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πλευρική απόσταση				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν				Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα			
	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*
Διαφημιστικές πινακίδες	**0,033**	**1,707**	**0,053**	**-1,60**	**145,575**	**1,762**	**0,142**	**1,00**	**-0,010**	**-1,477**	**-0,003**	**1,00**				
Ηλικία	**-0,011**	**-2,422**	**-0,855**	**25,88**					**0,004**	**2,335**	**0,061**	**-19,43**	**-0,012**	**-2,609**	**-0,150**	**13,77**
Φύλο									**0,035**	**4,790**	**0,011**	**-3,61**	**-0,041**	**-1,967**	**-0,011**	**1,00**
Κυκλοφοριακές συνθήκες									**-0,030**	**-4,300**	**-0,009**	**3,00**	**-0,325**	**-15,534**	**-0,084**	**7,68**
Μέση εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε αστική οδό					**145,633**	**2,825**	**0,685**	**4,84**								
Εμπλοκή του συμμετέχοντα σε απύχημα στο παρελθόν	**0,060**	**2,680**	**0,081**	**-2,44**					**-0,016**	**-2,008**	**-0,004**	**1,34**				
Βαθμός στον οποίο ο συμμετέχων θεωρεί επικίνδυνες τις διαφημιστικές πινακίδες σε αστική οδό					**99,071**	**2,435**	**0,460**	**3,25**	**-0,009**	**-2,435**	**-0,014**	**4,30**				
Αν ο συμμετέχων θεωρεί ότι η ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων επηρέασε την οδηγική του συμπεριφορά στο πείραμα	**-0,064**	**-2,234**	**-0,033**	**1,00**												
Μέση ταχύτητα οδήγησης	**0,005**	**2,243**	**0,538**	**-16,29**												
Μέση ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων	**0,097**	**2,891**	**0,789**	**-23,89**												
Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα					**-3,737**	**-2,990**	**-0,562**	**-3,97**								
Ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο					**-66,432**	**-2,438**	**-0,350**	**-2,47**	**0,016**	**6,827**	**0,027**	**-8,67**				
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού									**-0,012**	**-2,240**	**-0,023**	**7,32**				

ΠΙΝΑΚΑΣ: *Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων των τεσσάρων μοντέλων.*

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

1. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστική περιοχή φαίνεται να έχει **κάποια επιρροή στην οδηγική συμπεριφορά** των οδηγών, χωρίς όμως να επηρεάζει και την ασφάλεια των οδηγών, καθώς **δεν φαίνεται να συνέβαλε στην πιθανότητα να πραγματοποιηθεί ατύχημα**. Συγκεκριμένα, η ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού αποδείχθηκε ότι επηρεάζει την πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα, τον χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν και τη μέση ταχύτητα οδήγησης, βασικά μεγέθη της οδηγικής συμπεριφοράς των οδηγών.

2. Βέβαια, η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού έχει τη **μικρότερη επιρροή** από κάθε άλλη παράμετρο στα μοντέλα του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν και της μέσης ταχύτητας οδήγησης, καθώς και τη **δεύτερη λιγότερο σημαντική επιρροή** στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα.

3. Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων για την ανάπτυξη των παραπάνω μοντέλων πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους της λογαριθμοκανονικής και της γραμμικής παλινδρόμησης, που αποδείχθηκαν κατάλληλες για τέτοιου είδους ανάλυση. Σε όλα τα μοντέλα στα οποία τελικά περιλήφθηκε η μεταβλητή που αντιπροσώπευε την ύπαρξη ή όχι των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού, είχε γίνει η παραδοχή ότι το διάστημα εμπιστοσύνης θα ήταν **90% αντί 95%**, που ήταν για όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές.

4. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθεισών παραμέτρων στην **πλευρική απόσταση** του οχήματος στο οδόστρωμα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

    i. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού επιφέρει **αύξηση της πλευρικής απόστασης** από το άκρο της οδού, όπως προκύπτει από το μοντέλο που αναπτύχθηκε. Η ύπαρξη αυτού του παράγοντα απόσπασης προσοχής ενδεχομένως ωθεί τους οδηγούς να αντισταθμίσουν τον πιθανό κίνδυνο οδηγώντας κοντύτερα προς τον κεντρικό άξονα της οδού.

    ii. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής και ότι επηρέασαν την οδηγική τους συμπεριφορά κατά τη διάρκεια του πειράματος, είχαν

την τάση να οδηγούν πιο προσεκτικά και να διατηρούν **μικρότερη απόσταση** από το άκρο της οδού.

5. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθεισών παραμέτρων στον **χρόνο αντίδρασης** των οδηγών σε απρόσμενο συμβάν προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

   i. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού οδηγεί στην **αύξηση του χρόνου αντίδρασης** του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν, όπως προκύπτει από το μοντέλο που αναπτύχθηκε. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες υπήρχε ο παράγοντας απόσπασης προσοχής, οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να διατηρήσουν την προσοχή τους συγκεντρωμένη στη διαδρομή, με αποτέλεσμα να αργούν ενδεχομένως να αντιληφθούν τα πιθανά συμβάντα και έτσι να εμφανίζουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης.

   ii. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής σε αστική περιοχή, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως επηρεάζονταν και οδηγούνταν σε αύξηση του χρόνου αντίδρασής τους. Μάλιστα, όσο περισσότερο επικίνδυνες θεωρούσε κάποιος τις διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, τόσο **μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης** φαίνεται να είχε.

6. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθεισών παραμέτρων στη **μέση ταχύτητα** οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

   i. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού ανάγκαζε τους συμμετέχοντες να **μειώσουν την ταχύτητα** με την οποία οδηγούσαν. Όταν, δηλαδή, οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον το οποίο ήταν περισσότερο επιβαρυμένο με παράγοντες απόσπασης προσοχής (διαφημιστικές πινακίδες), οδηγούσαν με χαμηλότερη ταχύτητα.

   ii. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής σε αστική περιοχή, τελικά αποδείχθηκε όντως επηρεάζονταν και είχαν την τάση να οδηγούν με **χαμηλότερη ταχύτητα**.

7. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστική περιοχή **δε φαίνεται να επηρεάζει την απόσταση που διατηρούσαν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα**. Στο μοντέλο στο οποίο αναπτύχθηκε

για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα, ως ανεξάρτητες μεταβλητές εμφανίζονται οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό, το φύλο και η ηλικία των συμμετεχόντων. Μάλιστα, από αυτές η ηλικία εμφανίζεται να έχει τη μεγαλύτερη επιρροή, με τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας να διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα. Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του συμμετέχοντα, τόσο πιθανόν μεγαλύτερη είναι και η οδηγική του εμπειρία και επομένως, οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη επίγνωση των ικανοτήτων τους.

8. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστική περιοχή **δε φαίνεται να επηρεάζει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Κατά τη διάρκεια της στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων δεν κατέστη δυνατή η ανάπτυξη μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος, κυρίως λόγω του μικρού αριθμού ατυχημάτων.

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

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 1

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 10

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 11

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 14

2.1 ΓΕΝΙΚΑ 14

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ 14

2.2.1 ΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ: ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΒΙΝΤΕΟ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ 14

2.2.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΣΤΗΝ ΟΔΟ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ 17

2.2.3 ΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ 20

2.2.4 ΠΡΟΣΕΛΚΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΕΣ ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ 24

2.2.5 ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ: ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ, ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ 26

2.3 ΣΥΝΟΨΗ 28

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ 31

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 31

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ 31

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ 33

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ 34

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ 34

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 34

3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 36

3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 37
3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ 38
3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 39
3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 42
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 45
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 45
4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ 45
4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 46
4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ 46
4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ 46
4.2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 52
4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ 53
4.2.6 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 57
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 63
4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ 63
4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ 66
4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 76
4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ 77
4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ 79
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 86
5.1 ΓΕΝΙΚΑ 86
5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΞΙΑ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ 87
5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 87
5.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ 88
5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 89
5.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 91
5.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 92
5.2.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 94

5.2.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 96
5.2.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 100
5.2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ 102
5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ 105
5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 105
5.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ 106
5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 107
5.3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 109
5.3.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 110
5.3.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 113
5.3.7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 116
5.3.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ 118
5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ 121
5.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 121
5.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ 122
5.4.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 123
5.4.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 125
5.4.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 126
5.4.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 127
5.4.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 129
5.4.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 134
5.4.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ 136
5.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ 141
5.5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 141
5.5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ 141
5.5.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 142
5.5.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 144
5.5.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 145
5.5.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ 146
5.5.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 148
5.5.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 150
5.5.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ 152

5.6 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ 155

5.6.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ 155

5.6.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 155

5.6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ 156

5.7 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ 157

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 160

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 160

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 162

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ 164

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 166

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

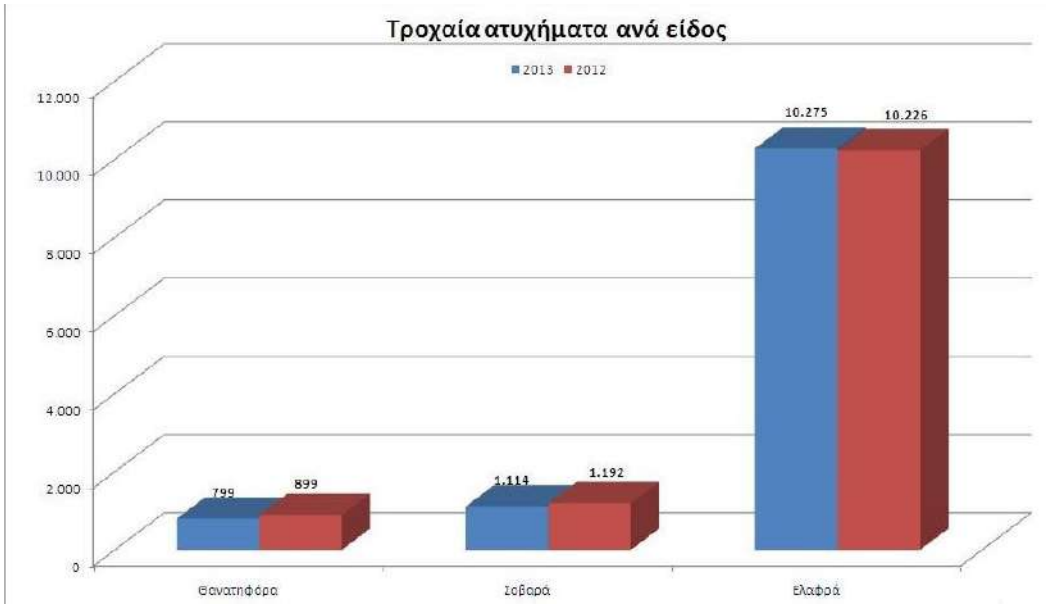
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία των φορέων οδικής ασφάλειας τα οδικά ατυχήματα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων στις μεταφορές. 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 (DTPE, 2015). Σε παγκόσμια κλίμακα εκτιμάται ότι περισσότεροι από 1.250.000 το χρόνο βρίσκουν το θάνατο στα οδικά ατυχήματα (WHO, 2013). Στα στοιχεία αυτά δε συμπεριλαμβάνονται ελαφρότερα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο.

Οι νεκροί, οι τραυματίες και οι υλικές ζημιές έχουν ένα τεράστιο **κοινωνικό και οικονομικό κόστος** και η μείωσή τους αποτελεί προτεραιότητα για κάθε χώρα. Έτσι, 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 50% ως το 2020. Ειδικότερα στην Ελλάδα, εκπονήθηκε από το Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για λογαριασμό του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων έργο με τίτλο «**Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου**» για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2011-2020 (Κανελλαΐδης Γ.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.

Το έτος 2013 σε σύγκριση με το 2012 σε ολόκληρη την επικράτεια σημειώθηκαν:

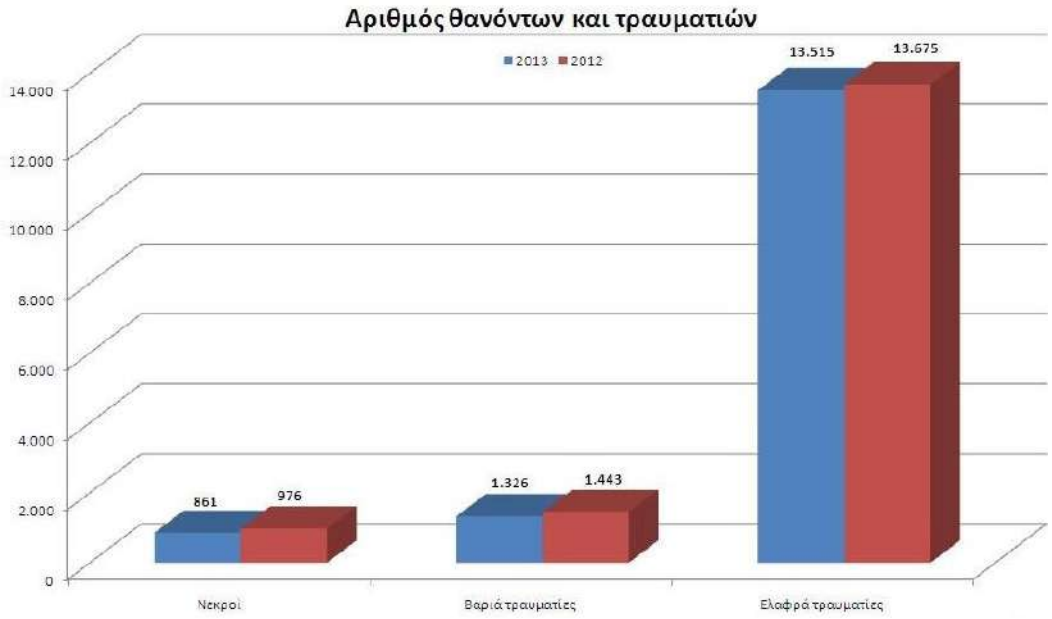
- 799 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα έναντι 899 το 2012 (100 λιγότερα)
- 1.114 σοβαρά ατυχήματα έναντι 1.192 (78 λιγότερα)
- 10.275 ελαφρά ατυχήματα έναντι 10.226 (49 περισσότερα) (Διάγραμμα 1.1)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1: Αριθμός τροχαίων ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος ετών 2012 και 2013. Πηγή: Διεύθυνση Τροχαίας.

Επιπλέον οι θανόντες-τραυματίες από τα ατυχήματα αυτά είναι:

- 861 θανόντες έναντι 976 το 2012 (115 λιγότεροι)
- 1.326 βαριά τραυματίες έναντι 1.443 (117 λιγότεροι)
- 13.515 ελαφρά τραυματίες έναντι 13.675 (160 λιγότεροι) (Διάγραμμα 1.2)

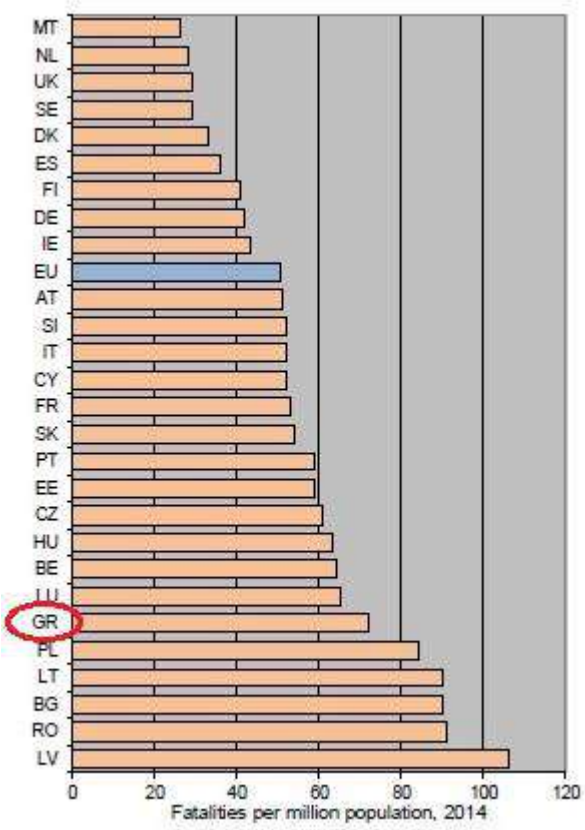


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2: Αριθμός θανόντων και τραυματιών από τροχαία ατυχήματα ετών 2012 και 2013. Πηγή: Διεύθυνση Τροχαίας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2014, η Ελλάδα, αν και εμφάνισε μείωση κατά 52% σε σχέση με το 2005 (πίνακας 1.1), συνεχίζει να κατέχει αρνητική πρωτιά, παραμένοντας στις πρώτες θέσεις ως προς τον αριθμό των θανάτων από τροχαία ατυχήματα, με 72 νεκρούς ανά εκατ. κατοίκων. (Διάγραμμα 1.3)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2005-2014
AT	94	88	83	82	76	66	62	63	54	51	-45.7%
BE	104	102	101	88	88	76	80	70	65	64	-38.5%
BG	123	135	131	139	118	102	88	82	83	90	-26.8%
CY	136	112	114	104	89	75	88	61	51	52	-61.8%
CZ	126	104	119	104	86	76	67	71	62	61	-51.6%
DE	65	62	60	54	51	45	49	44	41	42	-35.4%
DK	61	56	75	74	55	48	40	30	34	33	-45.9%
EE	126	152	146	98	73	58	75	65	61	59	-53.2%
ES	103	94	86	68	59	52	45	41	36	36	-65.0%
FI	72	64	72	65	52	51	54	47	48	41	-43.1%
FR	85	75	73	67	66	62	63	56	51	53	-37.6%
GR	150	149	144	139	129	112	96	92	79	72	-52.0%
HU	127	129	122	99	82	74	64	61	60	63	-50.4%
IE	97	87	78	63	54	48	42	35	41	43	-55.7%
IT	100	96	87	79	71	65	63	62	57	52	-48.0%
LT	226	223	218	148	110	90	92	99	86	90	-60.2%
LU	103	92	97	72	95	62	64	66	84	65	-36.9%
LV	192	177	184	139	112	97	80	85	88	106	-44.8%
MT	42	27	34	37	51	36	41	27	43	26	-38.1%
NL	46	45	43	41	39	41	40	34	28	28	-39.1%
PL	143	137	146	143	120	102	110	93	87	84	-41.3%
PT	118	92	92	83	79	79	74	68	61	59	-50.0%
RO	121	120	130	142	130	111	94	101	93	91	-24.8%
SE	49	49	52	43	39	28	34	30	27	29	-40.8%
SI	129	131	146	106	84	68	69	63	61	52	-59.7%
SK	113	114	116	103	71	52	60	55	46	54	-52.2%
UK	56	55	50	43	38	31	31	29	28	29	-48.2%
EU	92	87	86	78	70	62	60	56	51	50.5	-45.1%

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: *Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων από το 2005 μέχρι το 2014 στην Ε.Ε. Πηγή: Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας*



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3: Αριθμός θανόντων ανά εκατομμύριο κατοίκων από τροχαία ατυχήματα το 2014 στην Ευρώπη. Πηγή: Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας

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).

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

σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες, αποτελεί **κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων**. Από μελέτες που έγιναν στη Μ. Βρετανία προέκυψε ότι ο ανθρώπινος παράγοντας, μόνος ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες, παίζει ρόλο στα 95% των ατυχημάτων. Ωστόσο η συμπεριφορά του χρήστη και η συσχέτισή της με τα οδικά ατυχήματα αποτελεί μια πολύ σύνθετη διαδικασία διότι ο ανθρώπινος παράγοντας είναι περισσότερο πολύπλοκος σε σχέση με τους υπόλοιπους. (Φραντσεσκάκης, Γκόλιας 1994)

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

Το κυριότερο **πλεονέκτημα των προσομοιωτών οδήγησης** είναι ότι σε συνθήκες απόλυτης ασφάλειας για τον οδηγό επιτρέπουν τη συλλογή με μεγάλη ακρίβεια ενός μεγάλου πλήθους δεδομένων που θα ήταν πολύ δύσκολο να ληφθούν σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Με το ειδικό λογισμικό που διαθέτουν είναι δυνατόν να προσομοιωθούν αρκετά ρεαλιστικά πολλές κυκλοφοριακές συνθήκες που χρήζουν έρευνας και να μελετηθούν διεξοδικά. Παράλληλα, επιτυγχάνουν παρόμοιες συνθήκες μέτρησης για όλους τους εξεταζόμενους, κάτι το οποίο είναι δύσκολο να επιτευχθεί με άλλο τρόπο. Η επιρροή κάθε παράγοντα που ενδεχομένως σχετίζεται με την οδική ασφάλεια μπορεί να εξεταστεί υπό την επίδραση διαφορετικών οδικών και περιβαλλοντικών συνθηκών. Επιπροσθέτως, ο τρόπος αυτός έρευνα 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.

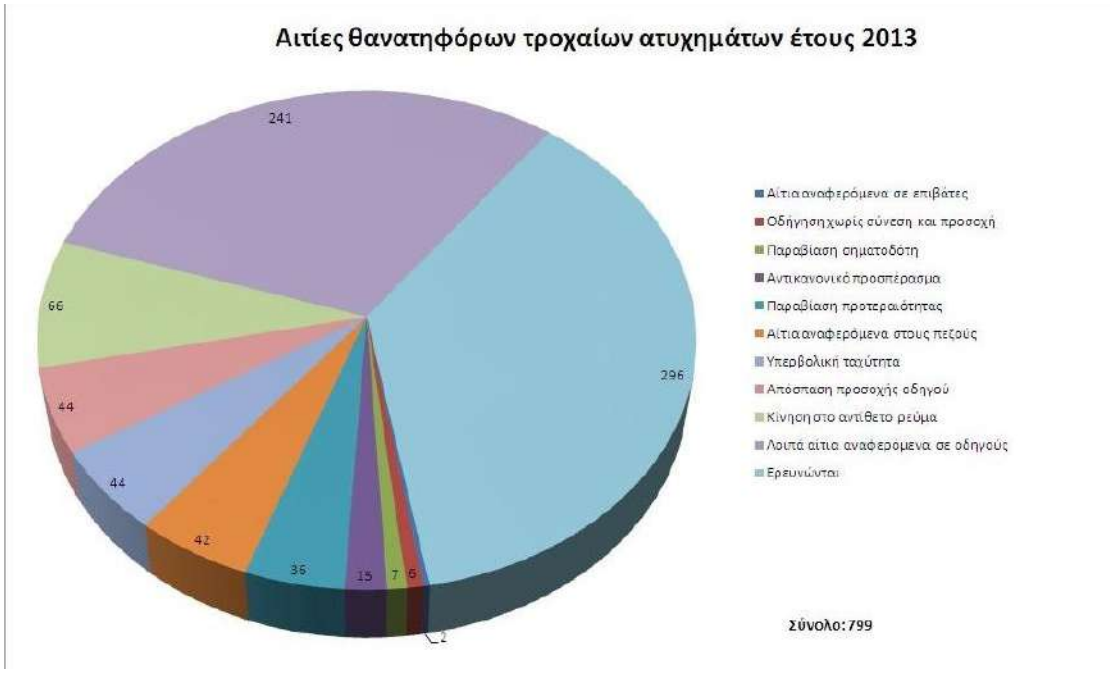
Στη σημερινή κοινωνία η αποτελεσματικότητα της **διαφήμισης σε υπαίθριους χώρους** αλλά και το **χαμηλότερο κόστος** της σε σχέση με άλλους τύπους διαφήμισης έχουν σαν αποτέλεσμα την έντονη ανάπτυξη αυτού του είδους διαφήμισης. Η ύπαρξη

διαφημιστικών πινακίδων σε οδικά τμήματα έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον ερευνητών, οι οποίοι προσπαθούν με χρήση διαφόρων μεθοδολογιών να εντοπίσουν αν υπάρχει συσχέτιση στην ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων και την πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα ή τον λάθος χειρισμό του οχήματος. Ειδικά με τη βοήθεια και της τεχνολογίας έχει αναπτυχθεί ένα ακόμη είδος υπαίθριας διαφήμισης, η οποία κάνει χρήση **ηλεκτρονικών μηνυμάτων**.

Έτσι εισάγεται ο παράγοντας της απόσπασης προσοχής του οδηγού και κατά πόσο αυτή μπορεί να οδηγήσει στην πρόκληση ατυχήματος. Τα επίσημα στατιστικά στοιχεία που προέρχονται από την Ελληνική Αστυνομία για το έτος 2013, δίνουν στην απόσπαση προσοχής του οδηγού αρκετά υψηλή θέση στην κατάταξη των αιτιών πρόκλησης ατυχήματος. Από τα συνολικά 799 ατυχήματα που συνέβησαν σε όλη τη χώρα το έτος 2013, τα 44 εξ αυτών οφειλόταν στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού. (πίνακας 1.2 και γράφημα 1.1)

Ανάλυση θανατηφόρων ατυχημάτων 2013					
Αίτια		**Ποσοστό επι του συνολου**	**Όχημα**		**Ποσοστό επι του συνολου**
Υπερβολική ταχύτητα	**44**	**5,5%**	Ι.Χ.Ε.	**379**	**47,4%**
Αντικανονικό προσπέρασμα	**15**	**1,9%**	Φορτηγό κάτω των 3,5 τόνων	**61**	**7,6%**
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	**66**	**8,3%**	Φορτηγό άνω των 3,5 τόνων	**1**	**0,1%**
Παραβίαση προτεραιότητας	**36**	**4,5%**	Δίκυκλο	**310**	**38,8%**
Απόσπαση προσοχής οδηγού	**44**	**5,5%**	Άλλο	**47**	**5,9%**
Παραβίαση σηματοδότη	**7**	**0,9%**	Άγνωστο	**1**	**0,1%**
Οδήγηση χωρίς σύνεση και προσοχή	**6**	**0,8%**	**ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ**	**799**	**100,0%**
Λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς	**241**	**30,2%**	**Ιδιότητα παθόντα**		**Ποσοστό επι του συνολου**
Ερευνώνται	**296**	**37,0%**	Οδηγός	**575**	**66,8%**
Αίτια αναφερόμενα σε επιβάτες	**2**	**0,3%**	Επιβάτης	**130**	**15,1%**
Αίτια αναφερόμενα στους πεζούς	**42**	**5,3%**	Πεζός	**155**	**18,0%**
			Άγνωστο	**1**	**0,1%**
ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	**799**		**ΣΥΝΟΛΟ ΝΕΚΡΩΝ**	**861**	

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: *Πίνακας ανάλυσης αιτιών θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ελλάδα για το έτος 2013. Πηγή: Διεύθυνση Τροχαίας*



ΓΡΑΦΗΜΑ 1.1: *Κατανομή των αιτιών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων το 2013στην Ελλάδα. Πηγή: Διεύθυνση Τροχαίας*

Η απόσπαση και η απώλεια προσοχής συμβάλλει σε περισσότερα από το ένα τέταρτο των καταγεγραμμένων ατυχημάτων (Stutts et al, 2005). **Οδηγοί νεαρής ηλικίας** έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να εμπλακούν σε ατύχημα από τις άλλες ηλικιακές ομάδες (Jonah et al, 2001). Είναι εξίσου πιθανό να εμπλακούν τόσο σε θανατηφόρα όσο και σε ατυχήματα με ελαφρούς τραυματισμούς. Οι αυξημένες πιθανότητες και η συχνότητα εμπλοκής σε ατύχημα μπορούν να αποδοθούν σε μειωμένη ικανότητα οδήγησης, ριψοκίνδυνη συμπεριφορά και σε γενικότερη τάση να αποσπάται πιο εύκολα η προσοχή τους.

Οι **διαφημιστικές πινακίδες**, επομένως, αποτελούν έναν **επιμέρους παράγοντα απόσπασης της προσοχής** του οδηγού και μπορεί να αποδειχθούν επικίνδυνες στην περίπτωση που δε μελετηθούν σωστά τα χαρακτηριστικά τους και το σημείο τοποθέτησής τους. Τα αποτελέσματα από διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί ποικίλλουν ανάλογα με τη μεθοδολογία που έχει ακολουθηθεί. Σε γενικές γραμμές προκύπτει ότι η **επικινδυνότητα** των διαφημιστικών πινακίδων εξαρτάται από το είδος, το ύψος, το περιεχόμενο, το σημείο τοποθέτησης και τα γενικότερα χαρακτηριστικά τους (Chattington et al. 2009) και πρέπει να εξετάζεται ανά περίπτωση.

Οι συχνές αλλαγές στο περιεχόμενο μιας διαφημιστικής πινακίδας (π.χ. ηλεκτρονικές πινακίδες, πινακίδες προβολής βίντεο) αποσπούν την προσοχή του οδηγού σε μεγαλύτερο βαθμό. Συγκεκριμένα οι **ηλεκτρονικές πινακίδες** ή γενικότερα οι πινακίδες με έντονα ή ανακλαστικά χρώματα και κίνηση, οι οποίες διαφέρουν πολύ

από το περιβάλλον στο οποίο εισάγονται, αποσπούν πολύ πιο εύκολα την προσοχή των οδηγών. Προκύπτει, επομένως, ότι ο σχεδιασμός των ηλεκτρονικών πινακίδων θα πρέπει να είναι παρόμοιος με το σχεδιασμό των συμβατικών πινακίδων (Lee et al. 2007).

Σε ορισμένες έρευνες έχει βρεθεί αυξημένη επιρροή της διαφημιστικής πινακίδας στην πιθανότητα ατυχήματος, όταν η πινακίδα είναι τοποθετημένη ώστε να είναι ορατή κατά την έξοδο του οδηγού από καμπύλη της οδού (Crundall et al. 2006). Επίσης, οι διαφημιστικές πινακίδες οι οποίες παρουσιάζουν ομοιότητες με τις πινακίδες σήμανσης της οδού μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση στον οδηγό (SWOV,2009). Η τοποθέτηση των πινακίδων σε θέσεις όπου εμποδίζουν τη σήμανση και τη σηματοδότηση, και γενικότερα την ορατότητα, μπορεί να έχει αρνητική επιρροή στην οδική ασφάλεια. Παράλληλα, υπάρχουν ενδείξεις ότι διαφημιστικές πινακίδες που είναι τοποθετημένες στο **ύψος της οδού** (π.χ. σε στάσεις λεωφορείων) αποσπούν περισσότερο την προσοχή των οδηγών σε σχέση με διαφημιστικές πινακίδες που είναι τοποθετημένες σε **κάποιο ύψος** (Crundall et al. 2006). Γενικά, δεν αποτελούν όλες οι πινακίδες αιτία ατυχημάτων, αλλά μπορούν να αποτελέσουν **κίνδυνο σε συνδυασμό με άλλα χαρακτηριστικά της οδού** (Ady, 1967). Οι οδηγοί εμφανίζουν την τάση να διασχίζουν πιο απρόσεκτα τις διασταυρώσεις όταν υπάρχουν σε αυτές διαφημιστικές πινακίδες (Bendak et al. 2009), ενώ μικρή αύξηση των ατυχημάτων παρατηρείται σε κόμβους και διασταυρώσεις μετά την τοποθέτηση σε αυτούς διαφημιστικών πινακίδων (McMongle, 1950 ; Staffled, 1950).

Οι περισσότερες έρευνες **συμφωνούν ότι πράγματι οι διαφημιστικές πινακίδες τραβούν την προσοχή της πλειοψηφίας των οδηγών** και συχνά για αρκετό ποσοστό του χρόνου οδήγησης (Wallace, 2003 ; Regan et al. 2005). Το φαινόμενο που παρατηρείται πιο συχνά σε διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες είναι η **αυξημένη κίνηση των ματιών** του οδηγού (Lee et al. 2007) και η αύξηση του χρόνου που αυτοί βρίσκονται εκτός της λωρίδας κυκλοφορίας τους (Mark S. Young, 2007; Bendak et al.2009). Ειδικά, διαφημιστικές πινακίδες με ενεργά στοιχεία, δηλαδή κίνηση ή αναδυόμενο κείμενο δέχονται περισσότερες ματιές και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας από ότι οι συμβατικές διαφημιστικές πινακίδες (Beijer Dan, 2004). Βέβαια, σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Lee et al (2007) έδειξε ότι ο μέσος χρόνος που οι οδηγοί κοιτούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες, ακόμη και τις ηλεκτρονικές, είναι λιγότερος από 1sec, χρόνος που είναι αποδεκτός για τον οδηγό να μην κοιτάζει το οδόστρωμα.

Συνοψίζοντας, οι έως σήμερα έρευνες δείχνουν ότι ο προσδιορισμός της επιρροής των διαφημιστικών πινακίδων στην οδική ασφάλεια παρουσιάζει αρκετά προβλήματα και **δεν υπάρχουν ακόμη σαφή αποτελέσματα**. Συχνά ως μέτρο του επιπέδου της οδικής ασφάλειας σε μία θέση χρησιμοποιείται η συχνότητα των ατυχημάτων, όμως

οι μεταβολές στον αριθμό των ατυχημάτων είναι μικρές και είναι δύσκολο να αποδοθούν σε συγκεκριμένα αίτια. Επισημαίνεται, ότι **καμία έρευνα** σχετικά με την επίδραση των διαφημιστικών πινακίδων στην οδική συμπεριφορά δε φαίνεται να έχει πραγματοποιηθεί στη χώρα μας με τη χρήση του προσομοιωτή οδήγησης.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση του βαθμού στον οποίο επηρεάζει η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων τη συμπεριφορά των νέων οδηγών με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε αστική οδό**.

Συγκεκριμένα θα **εξεταστούν** ο βαθμός στον οποίο η ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων 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. ετησίως διανυόμενα χιλιόμετρα, ηλικία, φύλο κλπ.) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλουν στη μεταβολή της πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή, της ταχύτητας της διαδρομής, της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της συνεπαγόμενης πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα.

Προκειμένου να γίνει ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους 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 πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή, της ταχύτητας οδήγησης, της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, του μέσου χρόνου αντίδρασης καθώς και της πιθανότητας να συμβεί ένα ατύχημα ως συνέπεια της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού.

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 ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της αστικής οδού, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά της οδηγικής συμπεριφοράς τους και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

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

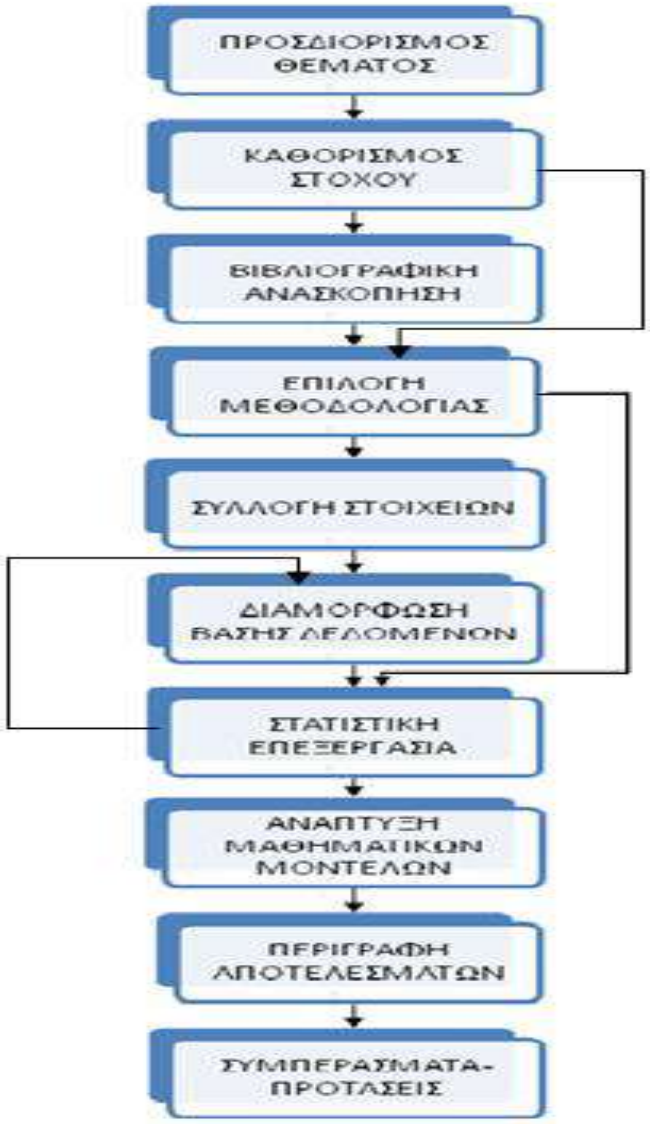
Αρχικά, καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα Διπλωματική Εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν, δηλαδή, έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας, τόσο σε ελληνικό όσο 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 ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στην ταχύτητα διαδρομής, 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 1.4).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4: 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 διεθνώς. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση σχετικά με τη διάσπαση της προσοχής του οδηγού και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από τη διερεύνηση της επιρροής των διαφημιστικών πινακίδων στην οδική συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού.

Επίσης, αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα χρήσης των προσομοιωτών οδήγησης σε πειραματικές διαδικασίες που αφορούν την οδική ασφάλεια. Εν συνεχεία, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που πρόκειται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Για την καλύτερη αντίληψη αυτής, παρατίθεται και ένα διάγραμμα ροής, που απεικονίζει την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν.

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

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

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

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

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

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

2. 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 των διαφημιστικών πινακίδων στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός 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 απόσπασης της προσοχής του οδηγού από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης. Στόχος είναι να εξετάσουν τη μεταβολή που επιφέρει η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας αλλά και της οδικής ασφάλειας.

2.2.1 ΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ: ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΒΙΝΤΕΟ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ

Οι **M Chattington, et al.** το 2009 διεξήγαγαν μια έρευνα σχετικά με την απόσπαση της προσοχής του οδηγού από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων. Οι διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο στους αστικούς δρόμους. Σκοπός των διαφημιστικών πινακίδων είναι να προσελκύσουν την προσοχή όσο το δυνατόν περισσότερων παρατηρητών στο διαφημιζόμενο προϊόν ή υπηρεσία, γεγονός όμως που τις καθιστά πηγή για την απόσπαση της προσοχής των οδηγών και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος για τους χρήστες της οδού. Γι' αυτό το λόγο διεξήχθη έρευνα σε **προσομοιωτή οδήγησης στο Λονδίνο** για να διερευνηθεί η διάσπαση της προσοχής του οδηγού από το σκοπό οδήγησης λόγω της ύπαρξης συμβατικών διαφημιστικών πινακίδων και αυτών που περιέχουν προβολή βίντεο. Οι **παράγοντες οι οποίοι εξετάστηκαν** ήταν:

- Το είδος της διαφημιστικής πινακίδας (συμβατική ή με προβολή βίντεο)
- Η θέση της διαφημιστικής πινακίδας (σχετική θέση ως προς την οδό)
- Ο χρόνος έκθεσης (η διάρκεια κατά την οποία η διαφημιστική πινακίδα είναι ορατή από τον οδηγό)

Πέρα από τον προσομοιωτή οδήγησης, από τα δεδομένα του οποίου συλλέχθηκαν οι διαφοροποιήσεις στα αντανακλαστικά των οδηγών, χρησιμοποιήθηκε ένα ενσωματωμένο σύστημα για την **καταγραφή της κίνησης των ματιών**, προκειμένου να καταγραφεί και η οπτική διάσπαση προσοχής. Με αυτόν τον τρόπο μπορούσε, επομένως, να αξιολογηθεί τόσο η οδική συμπεριφορά όσο και η οπτική. Επιπλέον, έγινε προσπάθεια το δείγμα των συμμετεχόντων να αντιπροσωπεύει ένα ευρύ φάσμα του πληθυσμού που οδηγεί, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά σε αυτόν που παρατηρείται στο Λονδίνο.

Συλλέχθηκε μεγάλο πλήθος συμβατικών διαφημιστικών πινακίδων καθώς και διαφημιστικών πινακίδων προβολής βίντεο. Ουσιαστικά απαιτήθηκε από τους συμμετέχοντες να υποδείξουν ποιο από τα δύο παραπάνω είδη διαφήμισης τραβούσε περισσότερο την προσοχή τους. Έλαβαν μέρος συνολικά 34 συμμετέχοντες (16 γυναίκες και 18 άντρες) από ένα ευρύ φάσμα ηλικιών, στους οποίους παρουσιάζονταν 14 κατάλληλες συμβατικές διαφημιστικές πινακίδες και 14 κατάλληλες πινακίδες προβολής βίντεο.

Από κάθε συμμετέχοντα ζητήθηκε να διανύσει δύο διαδρομές και προς τις δύο κατευθύνσεις, δηλαδή τέσσερις διαδρομές για τον καθένα, ενώ δεν τους αποκαλύφθηκε η πραγματική φύση του πειράματος μέχρι το τέλος και των τεσσάρων διαδρομών. Κάθε διαδρομή ήταν περίπου 13km και, με μία σταθερή ταχύτητα περίπου 30km/h, το πείραμα διαρκούσε 15 λεπτά. Το περιβάλλον που απεικονιζόταν στον προσομοιωτή οδήγησης προσπαθούσε να αποδώσει τις συνθήκες στο κέντρο του Λονδίνου (φωτεινή σηματοδότηση, λεωφορειολωρίδες, ταξί κλπ.). Οι διαφημίσεις τοποθετήθηκαν στα κτίρια δεξιά και αριστερά του δρόμου, καθώς επίσης και σε ορθοστάτες πάνω από το δρόμο. Όταν, όμως, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν την αντίστροφη διαδρομή, οι διαφημιστικές πινακίδες δεν ήταν ορατές και έτσι μπορούσε να γίνει σύγκριση αυτής της κατάστασης σε σχέση με αυτή που υπήρχαν διαφημίσεις.

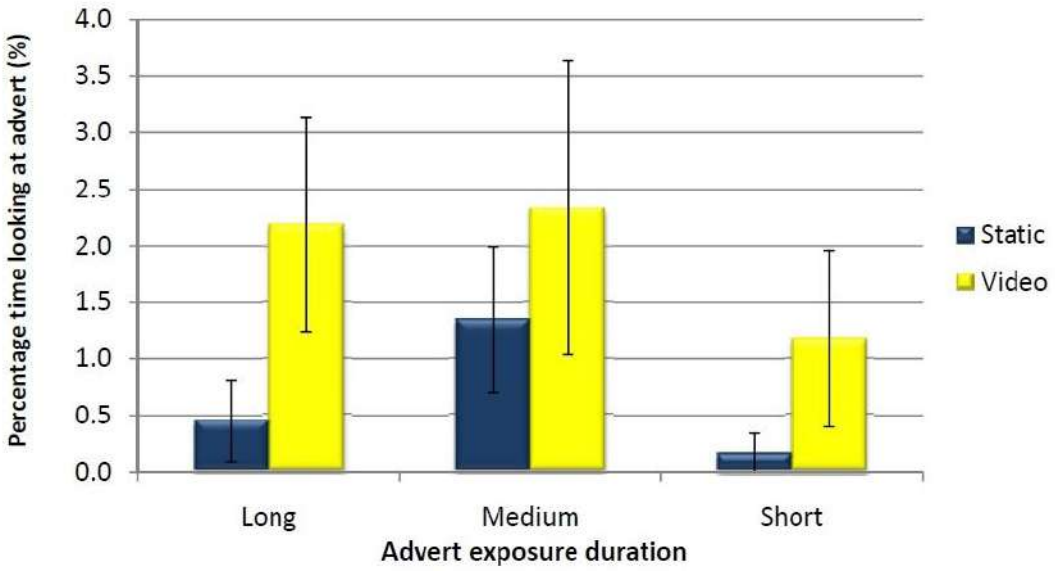
ΕΙΚΟΝΑ 2.1: *Παράδειγμα από το περιβάλλον του προσομοιωτή οδήγησης που περιέχει διαφημιστική πινακίδα προβολής βίντεο.*

Τέλος, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να συμπληρώσουν και κάποια **ερωτηματολόγια**. Τους δινόταν ένα ερωτηματολόγιο στο τέλος κάθε διαδρομής και το τελικό ερωτηματολόγιο στο τέλος και των τεσσάρων. Με αυτά εξετάστηκε η παρατηρητικότητά τους ως προς τις διαφημίσεις, η πνευματική τους κούραση όταν ενεπλάκησαν σε επικίνδυνα συμβάντα, πόσο, κατά τη γνώμη τους, τους αποσπούσαν την προσοχή οι διαφημιστικές πινακίδες προβολής βίντεο και αν αισθάνθηκαν ότι οι διαφημιστικές πινακίδες επιδρούσαν αρνητικά στην οδική ασφάλεια.

Τα **αποτελέσματα της έρευνας**, όταν οι οδηγοί περνούσαν από τις θέσεις των διαφημιστικών πινακίδων, συνοπτικά ήταν τα εξής:

- Οι οδηγοί σπαταλούσαν **περισσότερο χρόνο** όταν κοιτούσαν διαφημιστικές πινακίδες που περιείχαν προβολές βίντεο.
- Οι οδηγοί εστίαζαν την προσοχή τους πιο **συχνά** στο παραπάνω είδος διαφημιστικών πινακίδων.
- Όταν οι διαφημιστικές πινακίδες περιείχαν προβολές βίντεο, οι οδηγοί παρουσίαζαν πιο έντονες **αλλαγές στη θέση τους στη λωρίδα κυκλοφορίας**.
- Όταν οι οδηγοί πλησίαζαν στις εν λόγω διαφημιστικές πινακίδες χρησιμοποιούσαν πιο **απότομα το φρένο** τους.

- Τέλος, οδηγούσαν **πιο αργά** όταν περνούσαν μπροστά από διαφημιστικές πινακίδες προβολής βίντεο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1:Διάγραμμα ποσοστού του χρόνου που οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες ανάλογα με τον χρόνο που ήταν ορατές και ανά είδος διαφήμισης

Από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι οι διαφημίσεις που περιέχουν **βίντεο** επηρεάζουν πιο πολύ τη συμπεριφορά των οδηγών από ό,τι οι σταθερές διαφημιστικές πινακίδες. Τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια που είχαν δοθεί στους συμμετέχοντες υποστηρίζουν τα ευρήματα από τα δεδομένα που καταγράφηκαν στον προσομοιωτή οδήγησης, με τους ίδιους τους οδηγούς να έχουν επίγνωση ότι η οδήγησή τους ήταν πιο κουραστική από την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων προβολής βίντεο. Μέσα από την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων, αυτή η μελέτη παρείχε την πιο λεπτομερή εικόνα μέχρι τώρα σχετικά με τις επιπτώσεις των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά των οδηγών.

2.2.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΣΤΗΝ ΟΔΟ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ

Οι **Salaheddine Bendak - Khalid Al-Sale** το 2009 διεξήγαγαν επίσης μία έρευνα με χρήση **προσομοιωτή** για την απόσπαση της προσοχής των οδηγών από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού. Η οδήγηση γίνεται ολοένα και πιο πολύπλοκη με το πέρασμα του χρόνου, εξαιτίας των παραγόντων που συμβάλλουν στην απόσπαση της προσοχής εντός και εκτός του οχήματος. Ένας παράγοντας απόσπασης της προσοχής από τους πιο βασικότερους, είναι η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων στην οδό. Αυτή η μελέτη αποσκοπεί να αξιολογήσει τις επιπτώσεις αυτών

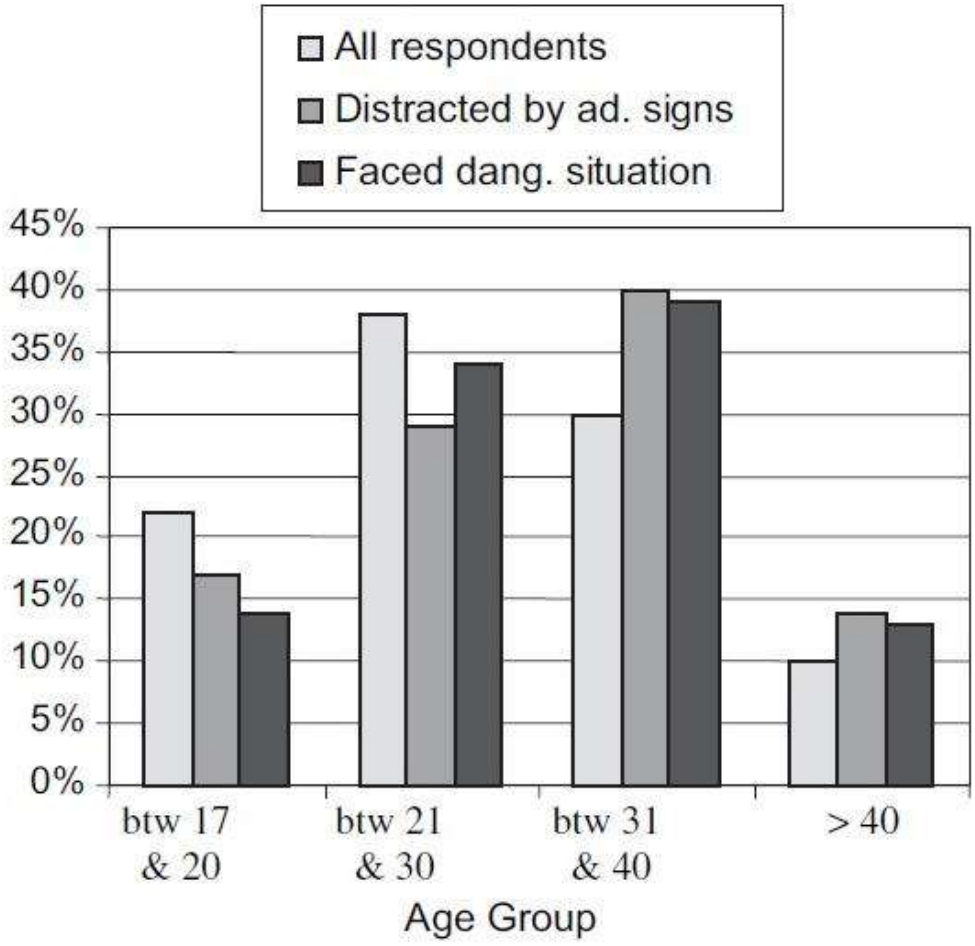
των πινακίδων στην οδική συμπεριφορά με τη βοήθεια προσομοιωτή οδήγησης και με τις **απόψεις των οδηγών** για την απόσπαση της προσοχής τους από τέτοιες πινακίδες, όπως αποτυπώνονται σε ερωτηματολόγια.

Χρησιμοποιήθηκε ένας καινούριος προσομοιωτής οδήγησης, που διέθετε τρεις οθόνες, πραγματικό τιμόνι, φρένο πραγματικού χρόνου καθώς και τα υπόλοιπα πετάλια που είναι απαραίτητα για την οδήγηση, ενώ δινόταν η δυνατότητα τόσο αυτόματης οδήγησης όσο και οδήγησης με την χρήση κιβωτίου ταχυτήτων. Επίσης παρείχε τη δυνατότητα δημιουργίας **διαφορετικών σεναρίων** οδήγησης καθώς και **επικίνδυνων συμβάντων** (συμπεριλαμβανομένης της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων). Ο προσομοιωτής οδήγησης παρείχε δεδομένα σχετικά με την οδική συμπεριφορά των οδηγών όπως:

- Τον αριθμό που αναπτύχθηκαν υπερβολικά υψηλές στροφές στον κινητήρα.
- Τον αριθμό των περιπτώσεων απόκλισης από την λωρίδα κυκλοφορίας.
- Πόσες φορές δεν ενεργοποίησε ο οδηγός το φλας για να προσπεράσει άλλο όχημα ή για να στρίψει σε κάποια διασταύρωση.
- Πόσες φορές ο οδηγός διέσχισε απερίσκεπτα διασταυρώσεις.
- Πόσες φορές ο οδηγός δε διατηρούσε τις αποστάσεις ασφαλείας από τα προπορευόμενα οχήματα..

Στο πείραμα συμμετείχαν δώδεκα άντρες εθελοντές, ηλικίας μεταξύ 23 και 28 ετών, ενώ η επιλογή να συμμετέχουν **μόνο άντρες** έγινε με το σκεπτικό ότι το ποσοστό των αντρών που **συμμετέχουν σε ατυχήματα** είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από αυτό των γυναικών. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν στην κατοχή τους δίπλωμα οδήγησης τουλάχιστον πέντε χρόνια, ενώ οδηγούσαν σε καθημερινή βάση. Επιλέχθηκαν δύο ίδιες διαδρομές των 9,3km, στις οποίες η μία περιείχε διαφημιστικές πινακίδες και η άλλη όχι. Η διαδρομή γινόταν σε δρόμο τριών λωρίδων κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και σε καλές καιρικές συνθήκες, ενώ, για την απόσταση που τοποθετήθηκαν οι διαφημιστικές πινακίδες, προηγήθηκε μελέτη για την απόσταση που ήταν τοποθετημένες οι πινακίδες σε δρόμους της περιοχής.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή έρευνα με **ερωτηματολόγια**, στην οποία συμμετείχαν 1248 οδηγοί. Τα ερωτηματολόγια περιείχαν μόνο τέσσερις ερωτήσεις, σχετικά με την ηλικία του οδηγού, με το αν δίνει προσοχή στην ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων στην οδό, με το αν αυτές οι πινακίδες αποσπούν την προσοχή του και τέλος αν αυτές τον έθεσαν σε κίνδυνο κατά την οδήγηση. Τα αποτελέσματα φαίνονται συγκεντρωτικά στο παρακάτω διάγραμμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2: Διάγραμμα αποτελεσμάτων ερωτηματολογίων

Τα αποτελέσματα της μελέτης από τον προσομοιωτή οδήγησης έδειξαν ότι η μέση **διάρκεια διαδρομής** και στα δύο σενάρια (με και χωρίς διαφημιστικές πινακίδες) παρέμεινε **σταθερή** στα 12,83 λεπτά, που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων δεν επηρέασε την ταχύτητα των συμμετεχόντων. Σημειώνεται επίσης ότι **δε σημειώθηκε ατύχημα** σε καμία από τις περιπτώσεις. Παρόλα αυτά παρατηρήθηκαν άλλες αλλαγές στη συμπεριφορά των οδηγών, που αποδίδονται στην απόσπαση της προσοχής από την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων. Στις διαδρομές που υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες οι οδηγοί συχνά **παρέκκλιναν** από τη λωρίδα κυκλοφορίας τους, καθώς, για να παραμείνουν εντός θα έπρεπε να έχουν στραμμένο το βλέμμα τους συνεχώς στις διαχωριστικές γραμμές, κάτι όμως που δε συνέβαινε λόγω της ύπαρξης των πινακίδων. Τέλος, σε αυτές τις διαδρομές παρατηρήθηκε η τάση να διασχίζουν οι οδηγοί πιο **απρόσεκτα τις διασταυρώσεις**. Αυτό αποδόθηκε στο γεγονός ότι αυξήθηκε ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών σε επικίνδυνες καταστάσεις, καθώς είχε αποσπαστεί η προσοχής τους από τις διαφημιστικές πινακίδες.

Table 1
Results of performance indicators and the corresponding *t*-test results.

		Tailgating times	Overspeeding occurrences	Drifting from lane	Not signaling	Recklessly crossing dangerous intersections
Without advertising signs	Mean	1.08	1.25	1.08	0.75	1
	St dev	0.79	0.76	0.67	0.75	0.52
With advertising signs	Mean	1.33	1.5	2.17	1	1.58
	St dev	0.88	0.90	0.91	0.61	0.9
p-value		0.14	0.19	0.00	0.21	0.00

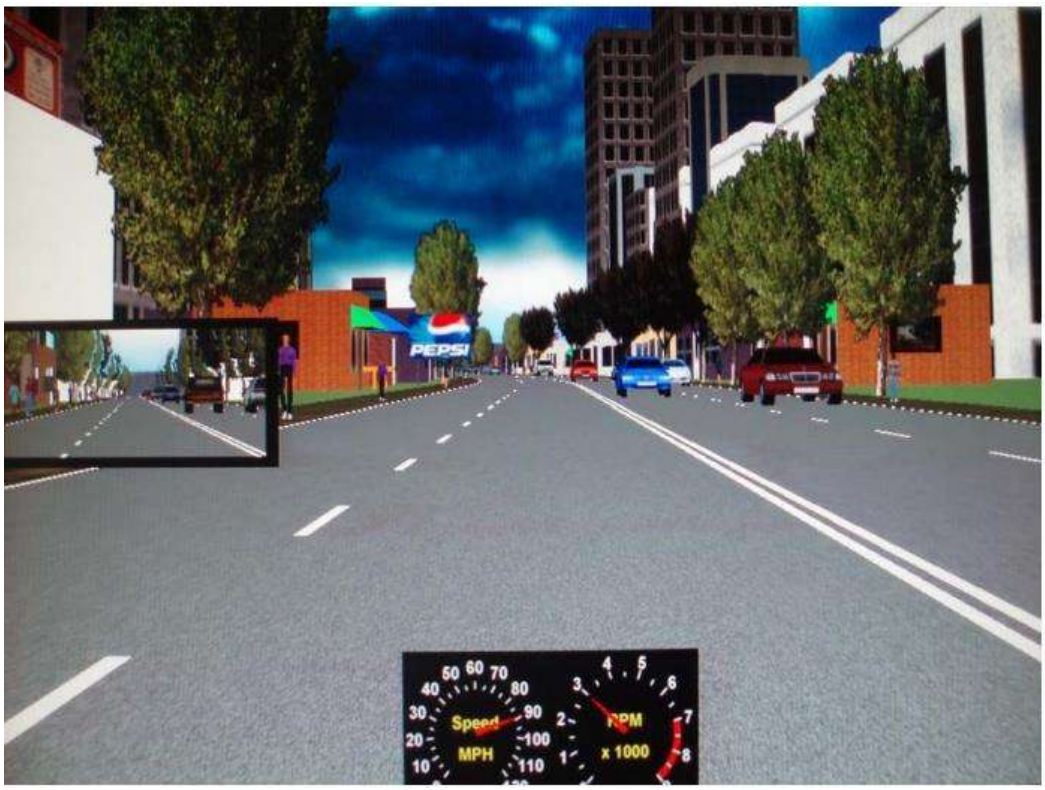
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: *Πίνακας αποτελεσμάτων προσομοιωτή οδήγησης*

2.2.3 ΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ

Υπάρχει η αυξανόμενη ανησυχία ότι οι διαφημιστικές πινακίδες στις οδούς αποτελούν πραγματικό κίνδυνο για την οδική ασφάλεια. Με συντηρητικές εκτιμήσεις και τοποθετώντας εξωτερικά ερεθίσματα απόσπασης της προσοχής, θεωρείται ότι ευθύνονται σε ποσοστό μέχρι και 10% όλων των ατυχημάτων. Σε αυτό το πλαίσιο κινήθηκε η έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον **Mark S. Young** του πανεπιστημίου του Brunel (BUDS), το 2007, με τη χρήση **προσομοιωτή οδήγησης**. Σκοπός του ήταν να προσδιορίσει τις επιρροές που έχουν οι διαφημιστικές πινακίδες στην **προσοχή** του οδηγού, στον **ψυχικό του φόρτο** και στην **απόδοσή του**, βάζοντας τους συμμετέχοντες να οδηγήσουν σε τρία διαφορετικά σενάρια: αστικό περιβάλλον, υπεραστικό περιβάλλον και αυτοκινητόδρομο.

Συνολικά συμμετείχαν 48 άτομα (29 άντρες και 19 γυναίκες), με μέσο όρο ηλικίας τα 32,5 έτη. Όλοι οι συμμετέχοντες κατείχαν δίπλωμα οδήγησης για τουλάχιστον τρία χρόνια (μέσος όρος ήταν τα 12) και οδηγούσαν κατά μέσο όρο 10313 μίλια ετησίως.

Ο κάθε συμμετέχων πραγματοποιούσε συνολικά έξι διαδρομές, με και χωρίς πινακίδες για τα παραπάνω σενάρια. Για τα σενάρια τα οποία περιλάμβαναν διαφημιστικές πινακίδες, φρόντισαν οι διαφημιστικές πινακίδες να μην καλύπτονται από άλλα στοιχεία του περιβάλλοντος, ενώ συνολικά τοποθετήθηκαν τέσσερις διαφημιστικές πινακίδες, τρεις στο αριστερό άκρο του δρόμου και μία στο δεξί.



ΕΙΚΟΝΑ 2.2: *Παράδειγμα από το αστικό περιβάλλον του προσομοιωτή οδήγησης που περιέχει διαφημιστικές πινακίδες.*

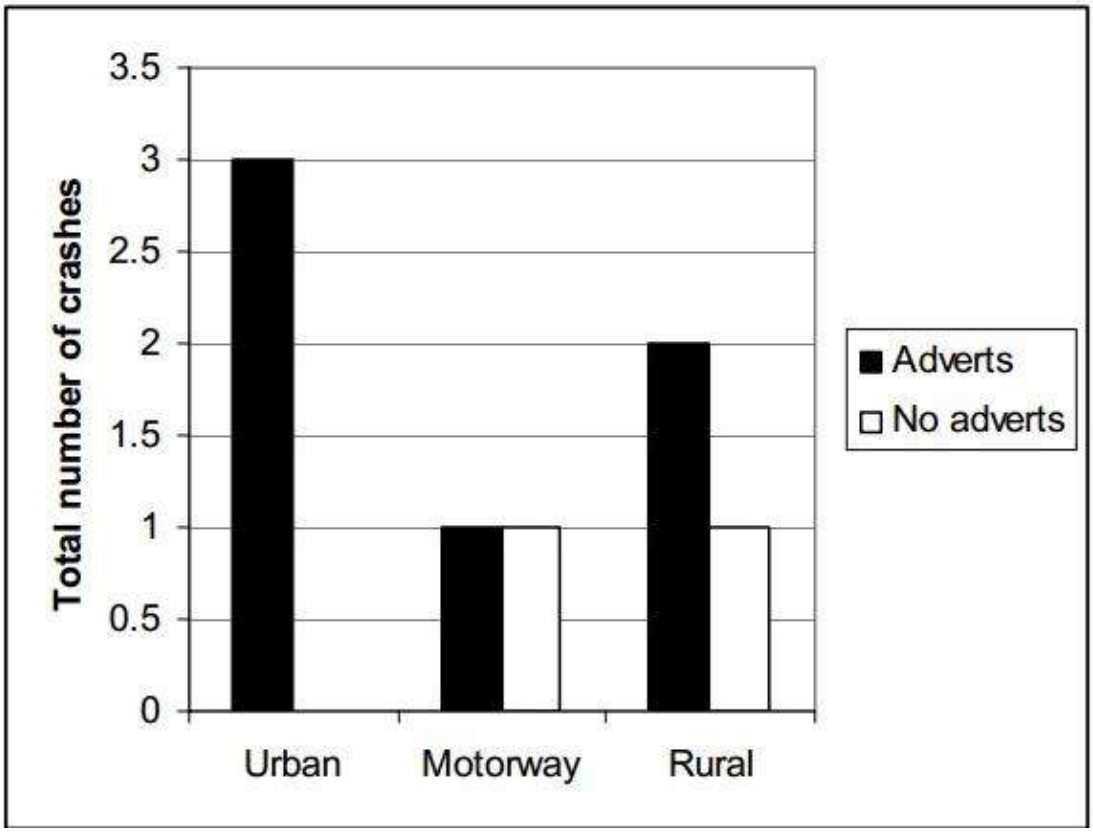
ΕΙΚΟΝΑ 2.3: *Παράδειγμα από το περιβάλλον αυτοκινητοδρόμου στον προσομοιωτή οδήγησης που περιέχει διαφημιστικές πινακίδες*

ΕΙΚΟΝΑ 2.4: Παράδειγμα από το υπεραστικό περιβάλλον του προσομοιωτή οδήγησης που δεν περιέχει διαφημιστικές πινακίδες

Εξαρτημένες μεταβλητές επιλέχθηκαν για να απεικονίσουν τόσο τη συμπεριφορά των οδηγών όσο και τους παράγοντες που επιδρούν στην προσοχή τους. Στοιχεία απόδοσης της συμπεριφοράς των οδηγών καταγράφονταν αυτόματα από το λογισμικό του προσομοιωτή και, για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας, ένα πλήθος μεταβλητών ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες. Για την απόσταση πέδησης, προτιμήθηκε ο χρόνος αντίδρασης (**time to collision -TTC**) παρά η ταχύτητα, δεδομένου ότι η τελευταία επηρεάζεται από το είδος της οδού. Τόσο ο **μέσος χρόνος αντίδρασης** όσο και ο **ελάχιστος χρόνος αντίδρασης** αποτέλεσαν αντικείμενο της μελέτης. Για την **απόκλιση από την λωρίδα κυκλοφορίας**, μετρήθηκαν μόνο οι αποκλίσεις από το αριστερό άκρο, μιας και οι οδηγοί στο Ηνωμένο Βασίλειο βρίσκονται στη δεξιά πλευρά του αυτοκινήτου και επομένως ελιγμοί προς τα δεξιά μπορεί να είναι αποδεκτοί (π.χ. προσπεράσεις). Τέλος, καταγράφηκε ο **συνολικός αριθμός ατυχημάτων** που συνέβησαν σε όλα τα σενάρια. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες στο τέλος της κάθε διαδρομής να θυμηθούν το τελευταίο οδικό σήμα που είχαν προσπεράσει και, στην περίπτωση των σεναρίων με διαφημιστικές πινακίδες, την τελευταία διαφήμιση που είδαν. Τέλος, για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με την απόσπαση της προσοχής, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των κινήσεων των ματιών με **ειδικούς αισθητήρες**.

Όσον αφορά στη διαδικασία των πειραμάτων, οι συμμετέχοντες δε γνώριζαν το αντικείμενο της μελέτης ενώ πραγματοποιήθηκε μια συνάντηση προκειμένου να θέσουν τις όποιες απορίες ή επισημάνσεις είχαν. Πριν οδηγήσουν στα έξι σενάρια, είχαν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν **δοκιμαστικές διαδρομές**, προκειμένου να εξοικειωθούν με τον προσομοιωτή και να τοποθετηθεί η συσκευή ανίχνευσης κίνησης των ματιών σε σημείο που να μην εμποδίζει τους συμμετέχοντες. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να οδηγήσουν όσο πιο φυσιολογικά μπορούσαν και να διατηρήσουν τα όρια ταχύτητας που υπάρχουν σε κάθε περίπτωση (40mph στο αστικό περιβάλλον, 70mph στον αυτοκινητόδρομο και 30mph στο υπεραστικό σενάριο). Το μήκος της κάθε διαδρομής ήταν 3,0 μίλια (αστικό περιβάλλον), 5,7μίλια (αυτοκινητόδρομος) και 2,8 μίλια (υπεραστικό περιβάλλον) και ανάλογα με τις μεταβολές της ταχύτητας, η κάθε διαδρομή διήρκεσε περίπου πέντε με έξι λεπτά.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μια μικρή **αύξηση** του αριθμού των **ατυχημάτων** σε διαδρομές που υπάρχουν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, **αυξημένη κίνηση των ματιών** καθώς και **αύξηση του χρόνου** που οι οδηγοί βρέθηκαν εκτός της λωρίδας κυκλοφορίας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3: Διάγραμμα συνολικού αριθμού ατυχημάτων ανάλογα με το είδος οδού και την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων

Η παραπάνω έρευνα αποτελεί την πρώτη προσπάθεια διερεύνησης της απόσπασης της προσοχής του οδηγού από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων με τη χρήση **προσομοιωτή οδήγησης** και τα αποτελέσματα δείχνουν σαφή επιρροή των διαφημιστικών πινακίδων στην απόσπαση της προσοχής των οδηγών. Σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες που, είτε **δεν κατέληγαν** σε κάποιο συμπέρασμα είτε δεν εντόπιζαν κάποια συσχέτιση μεταξύ της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων και της απόσπασης της προσοχής του οδηγού, τα αποτελέσματα είναι περισσότερο **σαφή** στην παρούσα έρευνα.

Κρίνεται, όμως, σκόπιμη η περαιτέρω διερεύνηση του θέματος, αφού η χρήση προσομοιωτή εισάγει κάποιες αμφιβολίες όσον αφορά στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων, επειδή η εικόνα που εμφανίζεται στους συμμετέχοντες έχει σημαντικές διαφορές από την πραγματικότητα και οι συμμετέχοντες γνωρίζουν ότι παίρνουν μέρος σε κάποιο πείραμα, συνεπώς η συμπεριφορά τους μπορεί να διαφέρει.

2.2.4 ΠΡΟΣΕΛΚΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΕΣ ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Το 2006 πραγματοποιήθηκε έρευνα από τους **David Crundall Editha Van Loon, Geoffrey Underwood** για το πανεπιστήμιο του Nottingham, σχετικά με την επικινδυνότητα των διαφημιστικών πινακίδων ανάλογα με τη **θέση** στην οποία ήταν τοποθετημένες. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται συγκριτική έρευνα μεταξύ διαφημιστικών πινακίδων που είναι τοποθετημένες στο **ύψος του οδοστρώματος** και σε διαφημιστικές πινακίδες που βρίσκονται σε **ύψος τριών μέτρων**.

Στο πείραμα έλαβαν μέρος συνολικά 32 συμμετέχοντες (17 εκ των οποίων ήταν γυναίκες) με μέσο όρο ηλικίας τα 29,4 έτη. Όλοι οι οδηγοί είχαν μέσο όρο εμπειρίας στην οδήγηση τα 10,4 έτη, ενώ ο μέσος όρος από τα μίλια που διένυαν το χρόνο ήταν 8386.

Με τη βοήθεια κάμερας, η οποία ήταν τοποθετημένη στο παρμπρίζ αυτοκινήτου, **βιντεοσκοπήθηκαν διαδρομές** σε δρόμους των περιοχών Coventry, Derby, Rochdale και Nottingham. Συνολικά δημιουργήθηκαν 24 βίντεο, από τα οποία τα μισά περιείχαν διαφημίσεις στο επίπεδο του οδοστρώματος (είτε αυτές βρίσκοντας σε στάσεις λεωφορείων είτε σε ξεχωριστή αντίστοιχη δική τους βάση) και τα άλλα μισά περιείχαν διαφημίσεις που ήταν ανυψωμένες. Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες. Στην πρώτη ομάδα δόθηκαν οδηγίες να παρατηρεί την ύπαρξη επικίνδυνων περιστατικών σε κάθε μαγνητοσκοπημένη διαδρομή, ενώ από τη δεύτερη ομάδα ζητήθηκε να παρατηρούν τυχόν διαφημιστικές πινακίδες που θα εμφανίζονταν στις διαδρομές. Κατά τη διάρκεια της προβολής των

βίντεο ειδική συσκευή κατέγραφε την κίνηση των ματιών προκειμένου να εντοπιστεί αν όντως ο συμμετέχων κοιτούσε προς συγκεκριμένες διαφημίσεις.

Μετά το τέλος κάθε μαγνητοσκοπημένης διαδρομής, ο κάθε συμμετέχων έπρεπε να **αξιολογήσει την επικινδυνότητα** της διαδρομής σε μια κλίμακα από το 1 (καθόλου) έως το 7 (πολύ). Τόσο οι συμμετέχοντες που ανήκαν στην ομάδα αυτών που θα επικεντρώνονταν στα επικίνδυνα περιστατικά, όσο και αυτοί που ανήκαν στην ομάδα αυτών που θα επικεντρώνονταν στις διαφημίσεις υποβλήθηκαν σε ένα **τεστ αξιολόγησης της μνήμης** (για το οποίο ήταν ενήμεροι από πριν). Το τεστ μνήμης περιλάμβανε διαφάνειες που η καθεμία περιείχε μία από τις υπάρχουσες διαφημίσεις και τρεις που δεν υπήρχαν στη διαδρομή. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διαλέξουν ποια διαφήμιση θεωρούσαν ότι είχαν δει και να βαθμολογήσουν σε μία κλίμακα από το 1 (εντελώς στην τύχη) έως το 7 (απόλυτα βέβαιος) το πόσο σίγουροι ήταν ότι είχαν δει τη συγκεκριμένη διαφήμιση.

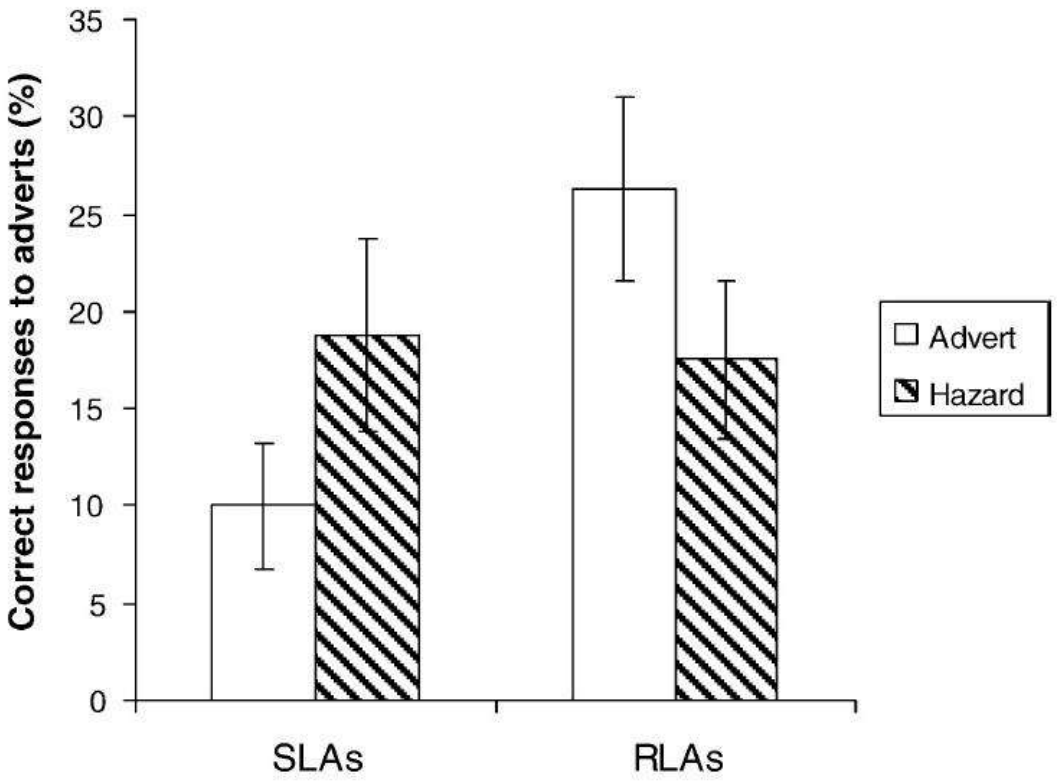
Ένα ευρύ φάσμα μεταβλητών καταγράφηκαν και αναλύθηκαν, όπως για παράδειγμα ο αριθμός των διαφημίσεων που οι συμμετέχοντες όντως έδωσαν προσοχή, ο χρόνος που χρειάστηκε ο κάθε συμμετέχων για να εντοπίσει τη διαφημιστική πινακίδα από τη στιγμή που ήταν ορατή, ο συνολικός μέσος όρος του χρόνου που δαπανήθηκε παρατηρώντας μια διαφήμιση κλπ.

Table 1
Means for eye movement measures that landed upon the target advertisements across all conditions (with standard deviations)

Instruction set media type	Advertisement		Hazard	
	RLAs	SLAs	RLAs	SLAs
Percentage of advertisements looked at (%)	40.6 (17.3)	34.4 (14.6)	45.6 (23.1)	56.3 (20.1)
Time from advertisement appearance to first fixation (ms)	3643 (1098)	1918 (1184)	3858 (1323)	3759 (1945)
Number of fixations on target advertisement	1.52 (0.34)	2.31 (0.78)	1.44 (0.35)	1.87 (0.56)
Total gaze duration on target advertisement (ms)	553 (254)	965 (578)	491 (221)	864 (382)
Mean fixation duration on target advertisement (ms)	371 (143)	406 (165)	338 (109)	448 (182)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: *Πίνακας αποτελεσμάτων πειραματικής διαδικασίας*

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι διαφημιστικές πινακίδες που βρίσκονται στο **επίπεδο του οδοστρώματος** συγκέντρωσαν μεγαλύτερα ποσοστά απόσπασης της προσοχής των οδηγών, όταν τους ζητήθηκε να εντοπίσουν τους κινδύνους κατά μήκος της οδού, ενώ τα ποσοστά εμφανίζονται μικρότερα στην ομάδα που προσπαθούσε να εντοπίσει τις διαφημιστικές πινακίδες. Επιπλέον, παρά το γεγονός, ότι οι οδηγοί διέθεταν περισσότερο χρόνο παρατηρώντας διαφημιστικές πινακίδες που βρίσκονταν στο επίπεδο της οδού, παρουσίασαν δυσκολίες να τις θυμηθούν στα τεστ μνήμης που υποβλήθηκαν μετά. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι διαφημιστικές πινακίδες που βρίσκονται στο επίπεδο της οδού αποσπούν μεγαλύτερο μέρος της προσοχής των οδηγών, ακόμη και στις περιπτώσεις που η διαδρομή εμφανίζει **ιδιαιτερότητες** και απαιτεί μεγαλύτερη **συγκέντρωση**.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4: Διάγραμμα με το ποσοστό διαφημιστικών πινακίδων που παρατήρησαν οι οδηγοί των δυο ομάδων

2.2.5 ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ: ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ, ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Μια ακόμη έρευνα σχετικά με τη διάσπαση της προσοχής των οδηγών διεξήχθη το 2005 από τους **Tim Horberry et al**. Αποτέλεσε μια σύνθετη έρευνα με τη χρήση **προσομοιωτή οδήγησης**, στην οποία έγινε προσπάθεια να προσδιοριστεί ο βαθμός απόσπασης της προσοχής του οδηγού τόσο από παράγοντες **εντός** του οχήματος όσο και **εκτός**.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση των παραγόντων εντός του αυτοκινήτου που οδηγούν στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού. Καθοριστικό ρόλο πλέον έχει η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης, με τις επιπτώσεις να είναι πιο εμφανείς στα άτομα **μεγαλύτερης ηλικίας**. Πέρα από το κινητό τηλέφωνο, υπάρχει και ένα πλήθος άλλων ηλεκτρονικών συσκευών και ενεργειών που συνδέονται με εκείνες που συντρέχουν στην απόσπαση της προσοχής, όπως η αλλαγή σταθμών στο ραδιόφωνο, η χρήση CD-players κλπ.

Σε όλα τα παραπάνω έρχεται να προστεθεί η πολυπλοκότητα του σημερινού **περιβάλλοντος οδήγησης**, ως εξωτερικός παράγοντας απόσπασης της προσοχής. Σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες τα οπτικά ερεθίσματα του οδηγού αυξάνονται ολοένα και περισσότερο. Δημιουργείται έτσι ένα πιο **αγχωτικό** περιβάλλον οδήγησης με την αύξηση του αριθμού των αυτοκινητοδρόμων, την αύξηση της κυκλοφοριακής κίνησης και του αριθμού των πωλητών παραπλεύρως της οδού. Σημαντικό μέρος όμως της προσοχής των οδηγών φαίνεται να προσελκύουν και οι **διαφημιστικές πινακίδες** ή άλλα αντικείμενα που δε σχετίζονται με το σκοπό της οδήγησης (πχ graffiti).

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον προσομοιωτή οδήγησης στο πανεπιστήμιο Monash στη Μελβούρνη της Αυστραλίας (Monash University). 31 συμμετέχοντες προσλήφθηκαν και ο καθένας έλαβε μέρος ξεχωριστά. Από αυτούς, οι 10 ήταν νεότεροι οδηγοί (ηλικίας κάτω των 25, με μέσο όρο ηλικίας τα 21 έτη), οι 11 ήταν μέσης ηλικίας οδηγοί (ηλικίας 30-45 ετών, με μέση ηλικία τα 37 έτη) και οι 10 ήταν ηλικιωμένοι οδηγοί (ηλικίας 60-75 ετών, με μέση ηλικία τα 66 έτη).

Σχετικά με τους εντός οχήματος παράγοντες απόσπασης της προσοχής, οι μελετητές επικεντρώθηκαν σε δύο είδη:

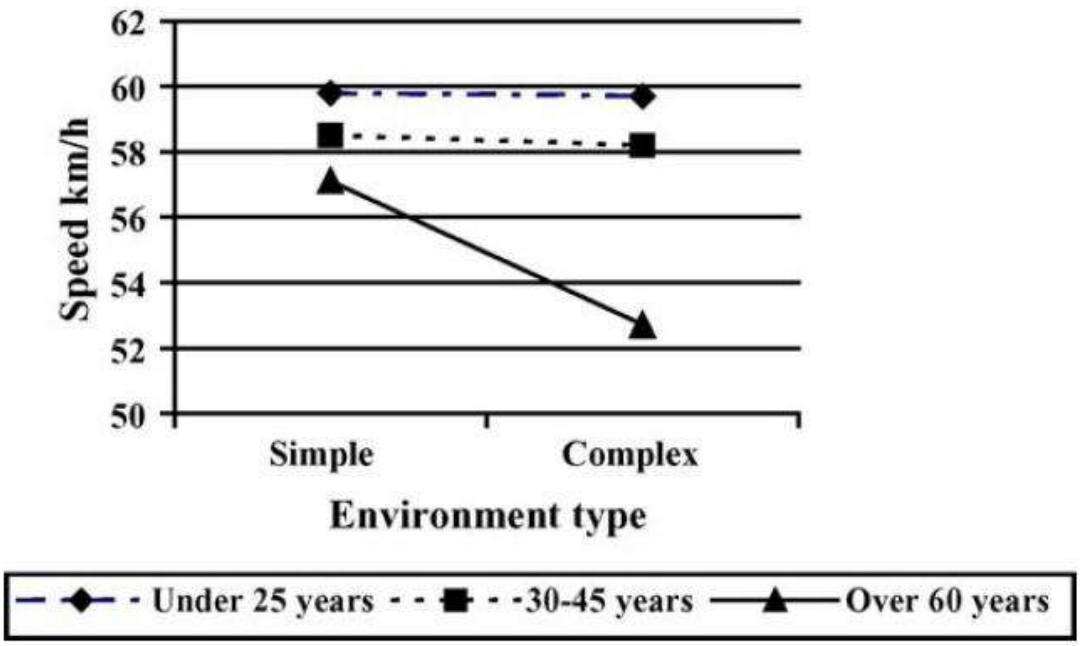
- Ο οδηγός να είναι απασχολημένος μιλώντας στο κινητό τηλέφωνο με hands-free. Οι συμμετέχοντες υποβάλλονταν σε ένα τεστ με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, η δυσκολία των οποίων άλλαζε ανά διαδρομή (δηλαδή αν το περιβάλλον οδήγησης ήταν απλό ή σύνθετο).

- Ο οδηγός να είναι απασχολημένος με το σύστημα ψυχαγωγίας/πληροφόρησης που διαθέτει το αυτοκίνητο. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες παράλληλα με την οδήγηση να εκτελέσουν και ένα πλήθος άλλων ενεργειών, όπως η επιλογή συγκεκριμένης συχνότητας στο ραδιόφωνο, η αλλαγή στην ένταση των ηχείων, να τοποθετήσουν ή να αφαιρέσουν μια κασέτα από το κασετόφωνο. Όλα αυτά πραγματοποιήθηκαν τόσο σε απλό περιβάλλον οδήγησης όσο και σε σύνθετο.

Τελικά, δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικά περιβάλλοντα οδήγησης (**απλό και σύνθετο**) και τρεις διαφορετικές καταστάσεις απόσπασης της προσοχής εντός του οχήματος. Το σύνθετο περιβάλλον οδήγησης είχε εξοπλιστεί με διαφημιστικές πινακίδες (είτε συμβατικές είτε ηλεκτρονικές) καθώς επίσης και με κτίρια στην άκρη της οδού, αντίθετη ροή οχημάτων κλπ. Ο κάθε συμμετέχων, λοιπόν, οδηγούσε έξι διαφορετικές διαδρομές των 6km που αποτελούσαν το συνδυασμό των παραπάνω περιπτώσεων. Επίσης, πριν την έναρξη των έξι διαδρομών του πειράματος, ο κάθε συμμετέχων έπαιρνε μέρος σε ένα 5λεπτο δοκιμαστικό για να συνηθίσει το περιβάλλον του προσομοιωτή οδήγησης, ενώ του δινόταν οδηγίες να οδηγεί

προσεκτικά και σύμφωνα με τα όρια ταχύτητας (σε κάθε διαδρομή υπήρχαν οι αντίστοιχες πινακίδες όπου αναγράφονταν τα όρια ταχύτητας). Τέλος, απαντούσαν σε ένα ερωτηματολόγιο στο οποίο και έπρεπε να βαθμονομήσουν τη δυσκολία της κάθε διαδρομής.

Τα **αποτελέσματα** του συγκεκριμένου πειράματος έδειξαν, ότι οι οδηγοί είχαν την τάση να **μειώνουν την ταχύτητά** τους όταν νιώθουν ότι οι απαιτήσεις της οδήγησης είναι μεγαλύτερες και με αυτό τον τρόπο έχουν περισσότερο χρόνο να επεξεργαστούν τις πληροφορίες και να αντιδράσουν σε κάποιο επικίνδυνο περιστατικό. Οι οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας φάνηκαν να είναι πιο προσεκτικοί όταν οδηγούσαν στο σύνθετο οδικό περιβάλλον. Παρά το γεγονός ότι οι οδηγοί παρουσιάζουν αυτή την έντονη μείωση της ταχύτητας στο επιβαρυμένο περιβάλλον οδήγησης, τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες **δεν αντιλαμβάνονταν** τον επιπρόσθετο ψυχικό φόρτο που τους προκαλούσε το περιβάλλον αυτό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.5: Διάγραμμα με τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με την ταχύτητα

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

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

- **Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού επιφέρει αναμφίβολα μεταβολή** στη συμπεριφορά των οδηγών. Μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να αποτελέσματα των ερευνών να διαφέρουν αριθμητικά ή να είναι αρκετά εξειδικευμένα, δείχνουν όμως μια γενική τάση στη μεταβολή των διαφόρων παραμέτρων. Αναφέρεται ότι προέκυψαν και συμπεράσματα που αφορούν σε μεγέθη διακριτά, των οποίων η μέτρηση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί με έναν κωδικοποιημένο και αντικειμενικό τρόπο.

- Οι διαφημιστικές πινακίδες αποτελούν σημαντικό **παράγοντα απόσπασης της προσοχής** ανεξάρτητα από τη θέση στην οποία έχουν τοποθετηθεί. Ιδιαίτερα οι διαφημιστικές πινακίδες που βρίσκονται στο επίπεδο της οδού αποσπούν μεγαλύτερο μέρος της προσοχής των οδηγών (σε σχέση με διαφημιστικές πινακίδες που έχουν τοποθετηθεί σε στύλους), ακόμη και σε περιπτώσεις που η διαδρομή εμφανίζει ιδιαιτερότητες και απαιτεί μεγαλύτερη συγκέντρωση (David Crundall, 2006).

- Το φαινόμενο που παρατηρείται πιο συχνά σε διαδρομές που περιέχουν διαφημιστικές πινακίδες είναι οι έντονες αλλαγές στη **θέση που καταλάμβαναν οι οδηγοί στη λωρίδα κυκλοφορίας τους**. Πιο συγκεκριμένα:

    - Οι αλλαγές στη θέση των οδηγών στη λωρίδα κυκλοφορίας ήταν πολύ πιο έντονες όταν παρατηρούσαν διαφημιστικές πινακίδες **προβολής βίντεο** σε σχέση με τις συμβατικές πινακίδες (M Chattington, 2009).

    - Η δυσκολία των οδηγών να παραμείνουν σε σχετικά σταθερή θέση εντός της λωρίδας κυκλοφορίας τους οφείλεται στο γεγονός ότι δεν μπορούσαν να **εστιάσουν το βλέμμα** τους στις διαχωριστικές γραμμές (Salaheddine Bendak, 2009).

    - Σε διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες παρατηρείται **αύξηση του χρόνου** που οι οδηγοί βρίσκονται εκτός της λωρίδας κυκλοφορίας τους, γεγονός που αποδίδεται στην αυξημένη κίνηση των ματιών κατά την οδήγηση (Mark S. Young, 2007).

- Η **ταχύτητα** των οδηγών τείνει να **μειωθεί** λόγω των αυξημένων πνευματικών απαιτήσεων που προέρχονται από την ταυτόχρονη οδήγηση και την αύξηση της προσοχής που έδιναν στις διαφημιστικές πινακίδες. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά στην ταχύτητα:

    - **Σημαντική μείωση της ταχύτητας** παρατηρήθηκε σε διαδρομές που περιλαμβάνουν διαφημιστικές πινακίδες, καθώς αυτές δημιουργούν

ένα επιβαρυμένο περιβάλλον οδήγησης που προκαλεί επιπρόσθετο ψυχικό φόρτο στον οδηγό (Tim Horberry,2005).

- Όσο πιο **εντυπωσιακό** μάλιστα ήταν το διαφημιστικό μήνυμα, τόσο μεγαλύτερη ήταν και η **μείωση της ταχύτητας**, ιδιαίτερα αν ήταν διαφημιστικές πινακίδες **προβολής βίντεο** (M Chattington, 2009).

- Αλλαγές παρατηρήθηκαν και στο **χρόνο αντίδρασης των οδηγών**. Η προσοχή των οδηγών δεν ήταν συγκεντρωμένη στο σκοπό της οδήγησης, με αποτέλεσμα να αργούν να αντιδράσουν σε δύσκολες καταστάσεις. Πιο συγκεκριμένα:

  - Σε διαδρομές εντός πόλης, παρατηρήθηκε να διασχίζουν οι οδηγοί πιο **απρόσεκτα** τις διασταυρώσεις, γεγονός που αποδόθηκε στην αύξηση του χρόνου αντίδρασης τους (Salaheddine Bendak, 2009).

  - Όταν πλησιάζουν διαφημιστικές πινακίδες φάνηκε να πατούν πιο **απότομα το φρένο** τους λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης, με το φαινόμενο αυτό να είναι πιο έντονο αν οι διαφημιστικές πινακίδες **περιείχαν βίντεο** (M Chattington, 2009).

- Όσον αφορά τον **κίνδυνο ατυχήματος**, τα αποτελέσματα των ερευνών περιέχουν **αντικρουόμενα συμπεράσματα**, με αποτέλεσμα να μην προκύπτει σαφής συσχέτιση των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού και της πιθανότητας ατυχήματος.

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.

3.2 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 $x_1, x_2, \ldots, x_v$ η μέση τιμή υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + .. + x_v}{v} = (1/v) \times \sum_{i=1}^{v} (x_i)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Μέτρα αξιοπιστίας:

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

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Στη συνέχεια θεωρούνται δύο τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές X,Y. Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δύο αυτών μεταβλητών X και Y με διασπορά σ_X^2 και σ_Y^2 αντίστοιχα και συνδιασπορά σ_{XY} = 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:

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

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.

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσοτέρων 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 ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

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

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

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

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

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

Η τυχαία μεταβλητή 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 $E(\varepsilon_i)=0$ και $Var(\varepsilon_i)= \sigma_\varepsilon^2$

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

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

$$Y_1=\beta_0+\beta_1 x_{1i}+\beta_2 x_{2i}+\beta_3 x_3 i+\ldots+\beta_k x_k i+\varepsilon_i.$$

Οι **υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης** είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα ε_i της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή Y για κάθε τιμή της X) ακολουθούν

κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούργιο στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i,x_j)\ \forall\ i \neq j \rightarrow 0$)

3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής ακολουθεί μια **κανονική κατανομή** με αριθμητικό μέσο **μ** και τυπική απόκλιση $\boldsymbol{\sigma^2}$. 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 $\log(\mu_i)=f(x_{i1}, x_{i2},\ldots,x_{iq})$ μεταξύ των παρατηρημένων τιμών μ_i $(i=1,2,\ldots,q)$ της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer, Harwood, 1998).

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

$$Log(y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \ldots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_\iota$$

όπου:

y: είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

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

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

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πολύπλοκη μορφή:

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

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:

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

όπου:

B_0: είναι η σταθερά του μοντέλου

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

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

τιμές και λογαριθμική στις ακραίες τιμές. Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης οδηγούμαστε στην εξής νέα σχέση:

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

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

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

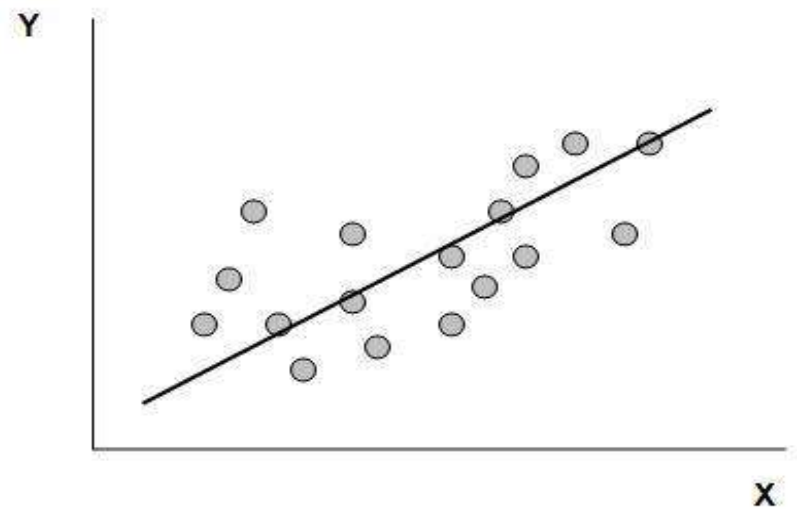
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/(1-P_i)$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή e^{Bi}.

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

3.6 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:

$$e_i = (\Delta Y_i / \Delta X_i)\,(X_i / Y_i) = \beta_\iota (X_i / Y_i)$$

Η **στατιστική εμπιστοσύνη του γραμμικού μοντέλου** αξιολογείται μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο ttης 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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

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

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

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

R^2=SSR/SST

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

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

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X. Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1.΄Οσο 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 περισσοτέρων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2.

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

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

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

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(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(likelihood)** αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test (LRT)** (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 \times (L(\hat{b}) - L(0))$, όπου $L(\hat{b}) = L(\mu o \nu \tau \acute{\varepsilon} \lambda o\ \mu \varepsilon\ \tau \iota \varsigma\ p\ \mu \varepsilon \tau \alpha \beta \lambda \eta \tau \acute{\varepsilon} \varsigma)$, ενώ L(0)=L(μοντέλο χωρίς τις p μεταβλητές), είναι μεγαλύτερη από την τιμή του x^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές.

Ο **συντελεστής ρ^2** καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός είναι ανάλογος του συντελεστή R^2 της απλής γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται ως εξής: $\rho^2 = 1 - (L(\hat{b})/L(0))$ όπου $L(\hat{b})$=L (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. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσοτέρων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του ρ^2 .

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

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

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

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

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

- **Descriptive Statistics**: Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Options**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).

- **Correlate**: Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή **Bivariate correlations**. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης **Pearson**, αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman**, αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.

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

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

- **Ο συντελεστής συσχέτισης R^2** να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, ενώ στα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης επιδιώκεται μεγάλη πιθανοφάνεια, δηλαδή η τιμή του λογαρίθμου των συναρτήσεων πιθανοφάνειας L= -log(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 των διαφημιστικών πινακίδων στην απόσπαση προσοχής νέων οδηγών σε αστική περιοχή με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**.

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

4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο σκέλος, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής των διαφημιστικών πινακίδων στην απόσπαση της προσοχής νέων οδηγών σε αστική περιοχή 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 ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού, 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. <u>την οδό</u>, οδήγηση σε αστική οδό υπό χαμηλές συνθήκες κυκλοφορίας (κανονικός φόρτος) και αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας (αυξημένος φόρτος)

ii. <u>τις ειδικές συνθήκες οδήγησης</u>, οδήγηση σε καλές καιρικές συνθήκες, με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού.

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 21-31 ετών. Στο πείραμα συμμετείχαν 31 εθελοντές, 16 άντρες και 15 γυναίκες με μέσο όρο οδηγικής εμπειρίας 4 έτη. Όλοι τους ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ενώ στην πλειοψηφία τους ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου.

4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ

Το πείραμα αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί στον προσομοιωτή οδήγησης (Εικόνα 4.1) (**Driving Simulator FPF**) του Εργαστηρίου Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο συγκεκριμένος προσομοιωτής (Driving Simulator FPF) έχει 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).

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).

ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επικίνδυνα γεγονότα – Εμφάνιση εμποδίου (ζώου)

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*

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).

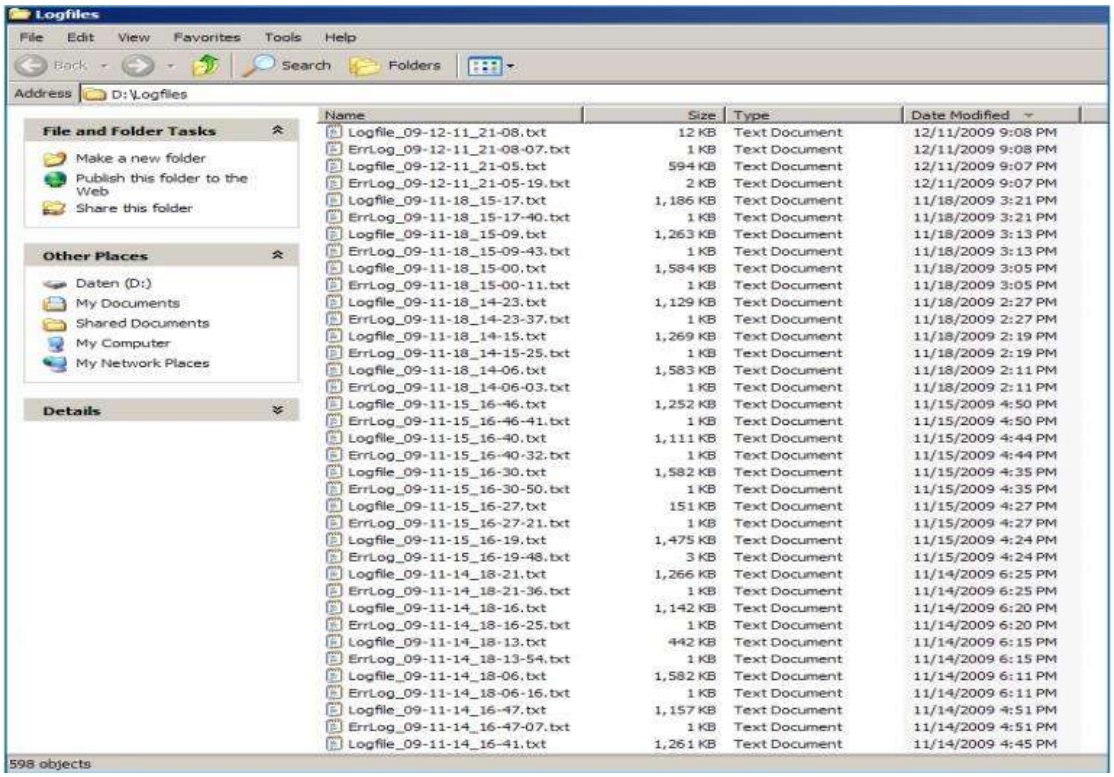
ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση

<u>Στον κατάλογο προκαθορισμένων σεναρίων (Predefined Senarios):</u> 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 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.*

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 revolvation in 1/min.
17	hway	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
18	dleft	Distance to the left road board in meter.
19	dright	Distance to the right road board in meter.
20	wheel	Steering wheel position in degrees.
21	thead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds
22	ttl	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds
23	ttc	time to collision (all obstacles), in seconds.
24	acclat	acceleration lateral, in m/s^2
25	acclon	acceleration longitudinal, in m/sA2
26	evvis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
27	evdist	event-distance in m.
28	errIno	number of the most important driving failure since the last data set
29	errIval	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure
30	err2no	number of the next driving failure (maybe empty).
31	err2val	additional date to failure 2.
32	err3no	number of a further driving failure (maybe empty).
33	err3val	additional date to failure 3.

4.2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση της επιρροής της ύπαρξης των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού**. Συγκεκριμένα, εστιάζει στην ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων 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. Γι' αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκαν **διερευνητικές διαδρομές** σε δρόμους της Αθήνας σε διαφορετικές περιοχές. Σκοπός ήταν να εντοπιστούν είδη διαφημιστικών πινακίδων που χρησιμοποιούνται σε γνώριμο για τους συμμετέχοντες αστικό περιβάλλον, αλλά και να προσδιοριστεί η απόσταση στην οποία αυτές τοποθετούνται παραπλεύρως της οδού. Μετά την ολοκλήρωση των διερευνητικών αυτών διαδρομών, αναζητήθηκαν, είτε μέσω διαδικτύου είτε από επί τόπου λήψη φωτογραφιών, το περιεχόμενο των διαφημιστικών πινακίδων. Από το πλήθος αυτό των φωτογραφιών θα επιλέγονταν (με

κριτήριο την ανάλυση, την αντίθεση των χρωμάτων κλπ) στη συνέχεια αυτές που θα χρησιμοποιούνταν τελικά στο πείραμα.

4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής, ως εργαλείο για τη διερεύνηση της επιρροής της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού, διαθέτει ένα πλήθος σεναρίων οδήγησης και επιλογών που μπορούσαν να βοηθήσουν στο πείραμα. Με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, την ελληνική πραγματικότητα αλλά και ένα πλήθος δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ διαφορετικών σεναρίων, επιλέχθηκαν τελικά τέσσερα διαφορετικά σενάρια ως η πιο κατάλληλη λύση για την επίτευξη του στόχου αυτής της Διπλωματικής Εργασίας. Και τα τέσσερα αυτά σενάρια ουσιαστικά αποτελούνται από την ίδια διαδρομή, η οποία, όμως, θα παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με το κάθε σενάριο. Η συγκεκριμένη διαδρομή περιλαμβάνει οδήγηση σε **αστικό περιβάλλον μεγάλης πόλης** μήκους περίπου 1,67km με όριο ταχύτητας τα 50km/h.

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 διαστρώσεις, ενώ δεν υπήρχε πουθενά κατά μήκος κλίση.

Και στα τέσσερα σενάρια οι καιρικές συνθήκες οδήγησης που επιλέχθηκαν ήταν οδήγηση υπό καλό καιρό και κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε να μην επιβαρυνθεί και με άλλους παράγοντες απόσπασης οδηγού πέρα από τις διαφημιστικές πινακίδες, την επιρροή των οποίων αποσκοπεί να μελετήσει η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία. Ο πρώτος διαχωρισμός σχετικά με τα σενάρια οδήγησης σχετίζεται με το εάν στη διαδρομή θα **υπήρχαν** ή **όχι** διαφημιστικές πινακίδες. 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 χωρίς διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο.
- Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον χωρίς διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

- Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

- Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού υπό υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

Κρίθηκε σκόπιμο κατά τη διάρκεια της οδήγησης να συμβαίνουν σε συγκεκριμένα σημεία της διαδρομής (τα σημεία αυτά διέφεραν ανά σενάριο) διάφορα **επικίνδυνα συμβάντα**. Με βάση τις καταγραφές των αντιδράσεων των οδηγών στις μη αναμενόμενες καταστάσεις, θα προκύψουν δεδομένα που αναμένεται να είναι σημαντικά για τη διερεύνηση της επιρροής της ύπαρξης των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού 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 χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (με υψηλό/χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο) εκτελούνταν διαδοχικά, χωρίς ανάπαυλα μεταξύ τους. Αντίστοιχα, διαδοχικά εκτελούνταν και τα σενάρια που αφορούσαν οδήγηση στο αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (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 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15)

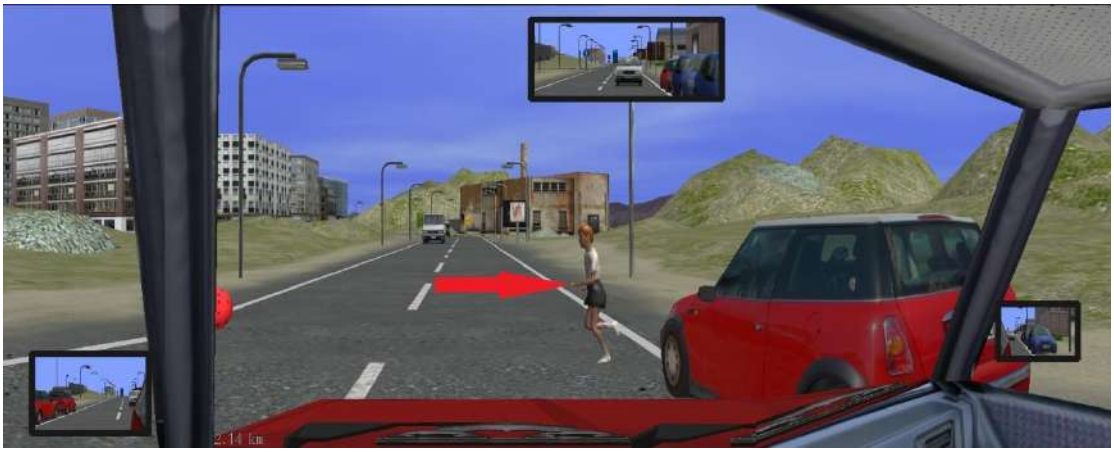
ΕΙΚΟΝΑ 4.9: *Σενάριο οδήγησης σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού.*

ΕΙΚΟΝΑ 4.10: *Σενάριο οδήγησης σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού – Κυκλικός κόμβος*

ΕΙΚΟΝΑ 4.11: *Σενάριο οδήγησης σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού – Αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.*

ΕΙΚΟΝΑ 4.12: *Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη, χωρίς προειδοποίηση εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος.*

ΕΙΚΟΝΑ 4.13: *Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη, χωρίς προειδοποίηση διάβαση πεζού από διασταύρωση.*



ΕΙΚΟΝΑ 4.14: *Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη εμφάνιση παιδιού πίσω από σταθμευμένο όχημα.*

ΕΙΚΟΝΑ 4.15: *Επικίνδυνα γεγονότα – Απότομη, χωρίς προειδοποίηση διάβαση πεζού.*

4.2.6 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Νοέμβρη και τέλη Δεκέμβρη 2014. Οι 31 συμμετέχοντες πήραν μέρος στην έρευνα εθελοντικά, οδήγησαν τέσσερις φορές ο καθένας στον προσομοιωτή οδήγησης και κατόπιν 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:

1η 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 χωρίς διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού 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.

2η ΦΑΣΗ - ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΕΣ ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ 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 2ης φάσης του πειράματος ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας, η οποία καθοριζόταν από τον οδηγό ανάλογα με την κόπωση που είχε αισθανθεί.

Ο ρόλος του συντονιστή του πειράματος σε αυτή τη φάση ήταν σαφώς πιο περιορισμένος. Πρώτη του αρμοδιότητα αποτελούσε να πραγματοποιήσει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή και να επιλέξει με ποιο σενάριο οδήγησης θα ξεκινούσε ο κάθε συμμετέχων, ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερη κατανομή των οδηγών σχετικά με το ποιο σενάριο θα αποτελούσε το πρώτο τους (και άρα ακόμη δε θα είχαν την καλύτερη εξοικείωση με τον προσομοιωτή). Κατά την υπόλοιπη διάρκεια του πειράματος, σε αυτή τη φάση, δε συμμετείχε καθόλου και παρακολουθούσε απλά το πείραμα από μία διακριτική απόσταση και εκτός του οπτικού πεδίου του οδηγού, ώστε να μην αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα απόσπασης προσοχής. Μοναδική παρέμβαση πραγματοποιείτο στο τέλος της 1ης 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.

3η ΦΑΣΗ - ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ 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, στην οποία πλέον θα υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού. 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 χωρίς διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο»,

τότε και στην τρίτη φάση θα ξεκινούσε πρώτα με το σενάριο «Οδήγηση στο αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων υπό χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο». Πρέπει να σημειωθεί ότι εδώ ορίστηκαν ως τρίτη φάση οι διαδρομές με την ύπαρξη του παράγοντα απόσπασης προσοχής (διαφημιστικές πινακίδες), 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.

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

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

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

Ερωτηματολόγιο

Α/Α Συμμετέχοντα:…….. **Ηλικία: .....**

Ημερομηνία πειράματος:.....

1. Φύλο (κυκλώστε)**:**

Q.1	Άντρας (1)	Γυναίκα (2)

2. Πόσα χρόνια οδηγείτε (κυκλώστε)**;**

Q.2	1-3	4-7	>8

3. Πόσες ημέρες την εβδομάδα οδηγείτε <u>εντός πόλης</u> (κυκλώστε)**;**

Q.3	1-2	3-5	6-7	Ποτέ

4. Πόσες ημέρες την εβδομάδα οδηγείτε <u>εκτός πόλης</u> (κυκλώστε)**;**

Q.4	1-2	3-5	6-7	Ποτέ

5. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα <u>εντός πόλης</u> (κυκλώστε)**;**

Q.5	<15	16-50	>51	Δεν ξέρω

6. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα <u>εκτός πόλης</u> (κυκλώστε)**;**

Q.6	<15	16-50	>51	Δεν ξέρω

7. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα <u>εντός πόλης</u> (κυκλώστε)**;**

8. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα <u>εκτός πόλης</u> (κυκλώστε)**;**

Q.7	Ναι (1)	Όχι (2)
Q.8	Ναι (1)	Όχι (2)

9. Κατά τη διάρκεια της οδήγησης ποια από τα παρακάτω παρατηρήσατε (κυκλώστε)**;**

α. Κυκλικό Κόμβο

β. Διάβαση Πεζών

γ. Διαφημιστικές Πινακίδες

δ. Τούνελ

ε. Σηματοδοτούμενο Κόμβο

στ. Λίμνη

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

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

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

Ερωτηματολόγιο

10. Παρατηρήσατε ότι σε ορισμένες διαδρομές υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες (κυκλώστε);

Q.10	Σε καμία διαδρομή (1)	Σε όλες (2)	Σε κάποιες (3)

11. Στις διαδρομές που παρατηρήσατε διαφημιστικές πινακίδες άλλαξε η οδική συμπεριφορά σας (κυκλώστε);

Q.11	Ναι (1)	Όχι (2)

12. Αν ναι, κατά ποιο τρόπο αλλάξατε την οδική σας συμπεριφορά (κυκλώστε);

Q.12	Μειώνετε ταχύτητα (1)	Οδηγείτε πιο προσεκτικά (2)	Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου (3)

13. Θεωρείτε επικίνδυνη την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων <u>εντός πόλης</u> (κυκλώστε);

Q.13	Όχι (1)	Λίγο (2)	Μέτρια (3)	Αρκετά (4)	Πολύ (5)

14. Θεωρείτε επικίνδυνη την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων <u>εκτός πόλης</u> (κυκλώστε);

Q.14	Όχι (1)	Λίγο (2)	Μέτρια (3)	Αρκετά (4)	Πολύ (5)

15. Πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν οδηγείτε σε δρόμο με διαφημιστικές πινακίδες <u>εντός πόλης</u> (κυκλώστε);

Q.15	Καθόλου (1)	0-10 km/h (2)	10-20 km/h (3)	>20 km/h (4)

16. Πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν οδηγείτε σε δρόμο με διαφημιστικες πινακίδες <u>εκτός πόλης</u> (κυκλώστε);

Q.16	Καθόλου (1)	0-10 km/h (2)	10-20 km/h (3)	>20 km/h (4)

ΕΝΤΥΠΟ 4.1: *Ερωτηματολόγιο μετά την ολοκλήρωση του πειράματος*

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 31 γραμμές, όσοι ήταν και οι συμμετέχοντες, και αφορούν τόσο στα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους όσο και στις συνήθειές τους κατά την οδήγηση. Στο σημείο αυτό προέκυψε το ερώτημα, με ποιο τρόπο θα καταχωρούνταν τα στοιχεία στον πίνακα που αποτελούνταν από ποσοτικά μεγέθη, όπως είναι η ηλικία, και από ποιοτικά, όπως είναι το φύλλο.

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι **μεταβλητές** να είναι **συγκρίσιμες** μεταξύ τους. Για να αποκτήσουν οι ποιοτικές μεταβλητές την έννοια της μέτρησης αποφασίστηκε να καταχωρηθούν στον πίνακα με τέτοιο τρόπο, ώστε η κάθε πιθανή απάντηση του ερωτηματολογίου να αντιστοιχεί σε κάποιον ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα η οδηγική εμπειρία χωρίστηκε σε τρεις κατηγορίες 1-3, 4-7, >8 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). Η ηλικία εισήχθη ως συνεχής μεταβλητές. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβλητές που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο (Πίνακας 4.2) καθώς και απόσπασμα από τον πίνακα που καταχωρήθηκαν οι μεταβλητές αυτές (Πίνακας 4.3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: *Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο*

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
sex	Το φύλο του συμμετέχοντα (άνδρας= 1, γυναίκα=0)	Nominal
age	Η ηλικία του συμμετέχοντα π.χ. 25	Scale

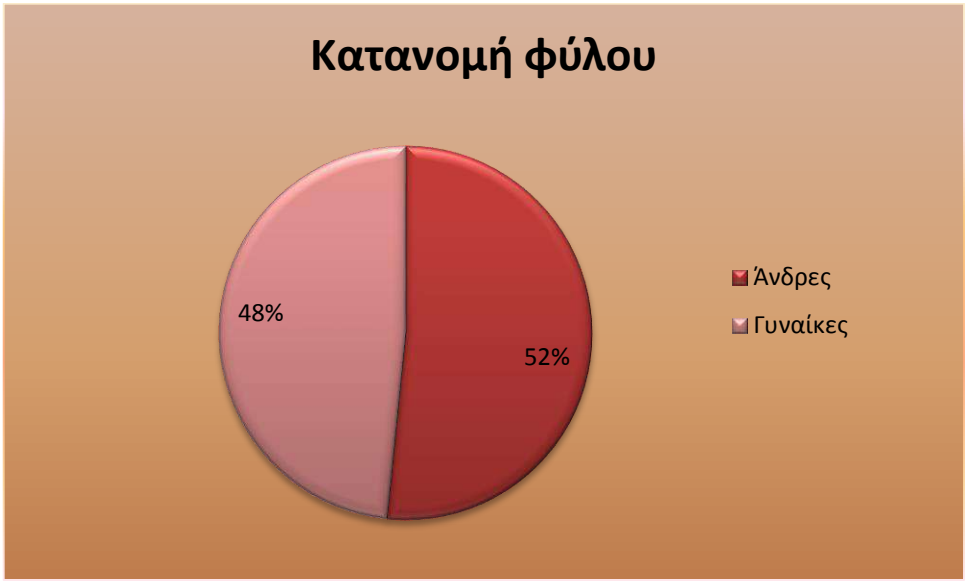
d_experience	Η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα (1-3έτη=1, 4-7έτη= 2, >8έτη= 3)	Ordinal
in_freq	Πόσες μέρες τη βδομάδα οδηγεί ο συμμετέχων σε αστική οδό (1-2= 1, 3-5= 2, 6-7=3, ποτέ=0)	Ordinal
out_freq	Πόσες μέρες τη βδομάδα οδηγεί ο συμμετέχων σε υπεραστική οδό (1-2= 1, 3-5= 2, 6-7=3, ποτέ=0)	Ordinal
dist_week_in	Πόσα km οδηγεί ο συμμετέχων σε αστική οδό την εβδομάδα (<15= 1, 16-50= 2, >51= 3, δεν ξέρω= 0)	Ordinal
dist_week_out	Πόσα km οδηγεί ο συμμετέχων σε υπεραστική οδό την εβδομάδα (<15= 1, 16-50= 2, >51= 3, δεν ξέρω= 0)	Ordinal
acc_in	Αν έχει συμβεί στο συμμετέχοντα ατύχημα σε αστικό περιβάλλον (ναι= 1, όχι= 0)	Nominal
acc_out	Αν έχει συμβεί στο συμμετέχοντα ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον (ναι= 1, όχι= 0)	Nominal
match_observ	Πόσα από αυτά που όντως υπάρχουν στις διαδρομές παρατήρησε ο συμμετέχων (κανένα= 0, 1/3= 1, 2/3= 2, 3/3= 3)	Ordinal
observ	Αν παρατήρησε ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων στις διαδρομές που έκανε (σε καμία διαδρομή= 1, σε όλες= 2, σε κάποιες= 3)	Ordinal
num_adv	Αν παρατήρησε ο συμμετέχων αλλαγή στην οδική του συμπεριφορά από την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων (ναι= 1, όχι= 0)	Nominal
b_adv	Με ποιο τρόπο θεωρεί ο συμμετέχων ότι άλλαξε την οδική του συμπεριφορά (μειώνει ταχύτητα= 1, οδηγεί	Ordinal

	πιο προσεκτικά= 2, οδηγεί στην άκρη του δρόμου=3, δε συμπληρώθηκε η ερώτηση= 0)	
dang_adv_in	Πόσο επικίνδυνο θεωρεί ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων σε αστικό περιβάλλον (όχι= 1, λίγο= 2, μέτρια= 3, αρκετά= 4, πολύ= 5)	Ordinal
dang_adv_out	Πόσο επικίνδυνο θεωρεί ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων σε υπεραστικό περιβάλλον (όχι= 1, λίγο= 2, μέτρια= 3, αρκετά= 4, πολύ= 5)	Ordinal
speed_adv_in	Πόσο (km/h) μειώνει ο συμμετέχων την ταχύτητα όταν οδηγεί σε αστική οδό όπου υπάρχουν διαφημιστικές πινακίδες (καθόλου= 1, 0-10= 2, 10-20= 3, >20= 4)	Ordinal
speed_adv_out	Πόσο (km/h) μειώνει ο συμμετέχων την ταχύτητα όταν οδηγεί σε υπεραστική οδό όπου υπάρχουν διαφημιστικές πινακίδες (καθόλου= 1, 0-10= 2, 10-20= 3, >20= 4)	Ordinal

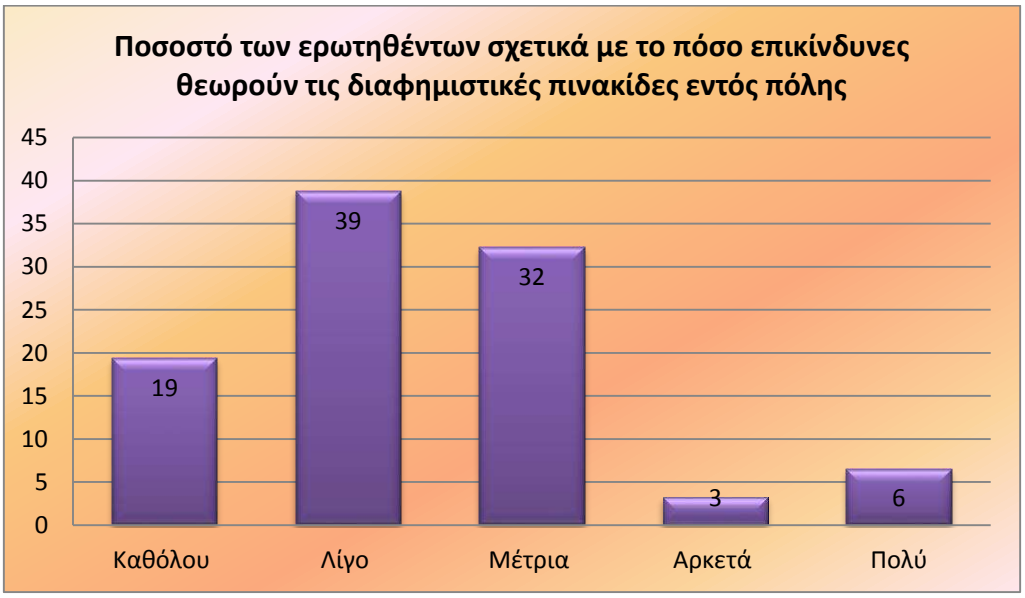
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: *Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου*

PersonID	sex	age	d_experience	in_freq	dist_week_in	acc_in	match_observ	observ	num_adv	b_adv	dang_adv_in	speed_adv_in
G01	0	31	3	2	3	1	3	3	0	0	3	1
G02	1	23	2	3	0	1	3	3	0	0	2	2
G03	1	28	3	3	3	1	3	3	0	0	3	1
G04	1	25	2	3	3	1	3	3	0	0	1	1
G05	1	29	3	2	2	1	3	3	0	0	2	1
G06	1	24	2	3	3	0	3	3	0	0	1	1
G07	1	25	2	1	1	0	3	3	1	3	2	1
G08	1	25	2	3	2	1	3	3	1	2	4	1
G09	0	23	1	1	2	0	3	3	0	0	1	2
G10	0	26	1	1	2	0	3	3	0	0	5	2
G11	1	21	1	2	3	0	3	3	0	0	1	1
G12	1	22	1	3	2	0	3	3	0	0	3	1
G13	0	21	1	1	1	0	3	3	0	0	2	1
G14	0	24	2	3	2	0	3	3	0	0	2	1
G15	1	23	1	3	3	1	3	3	1	1	3	1
G16	1	22	2	3	3	0	4	3	0	0	1	1
G17	0	25	2	3	2	0	2	3	0	0	3	2
G18	0	26	2	3	3	0	4	3	0	0	3	1
G19	1	26	3	2	3	0	4	3	0	0	5	1
G20	1	21	1	2	2	1	4	2	0	0	2	1
G21	0	21	1	2	3	0	4	3	0	0	2	2
G22	0	24	2	3	3	0	4	3	0	0	2	1
G23	0	22	1	3	3	1	4	3	0	0	2	1
G24	1	24	2	3	3	1	4	3	0	0	1	1

Τέλος, στα γραφήματα που ακολουθούν, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών του φύλου και τα ποσοστά των ερωτηθέντων σχετικά το πόσο επικίνδυνες θεωρούν τις διαφημιστικές πινακίδες εντός πόλης για τους 31 συμμετέχοντες (Γραφήματα 4.1, 4.2)



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: Ποσοστό των συμμετεχόντων σχετικά με το πόσο επικίνδυνες θεωρούν τις διαφημιστικές πινακίδες εντός πόλης

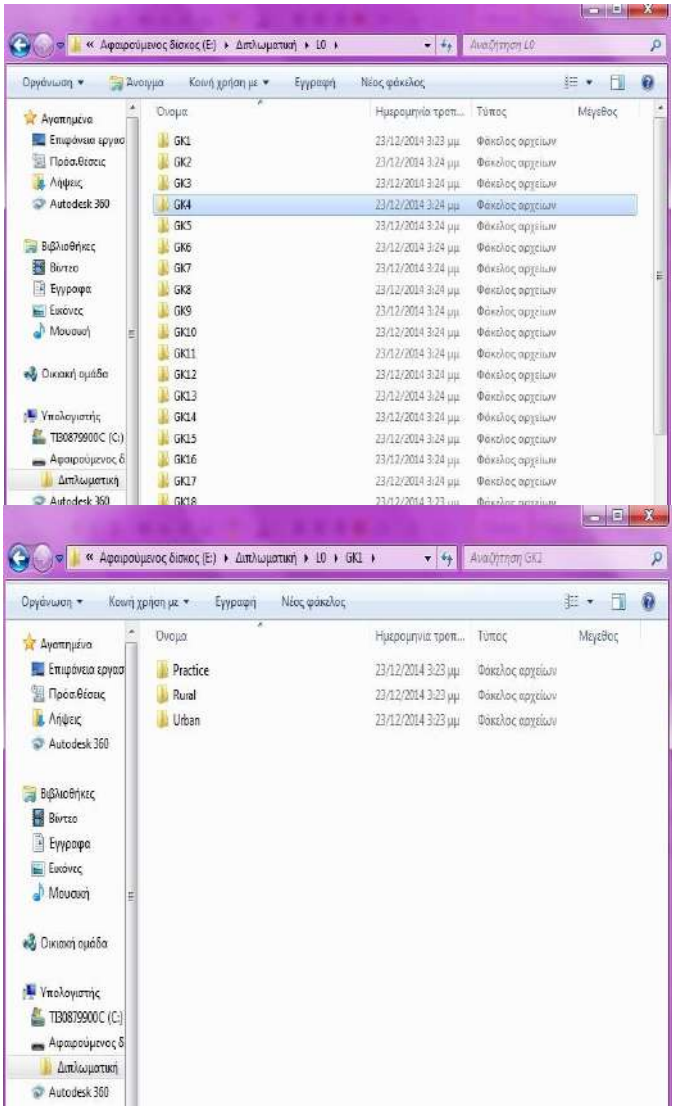
4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

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

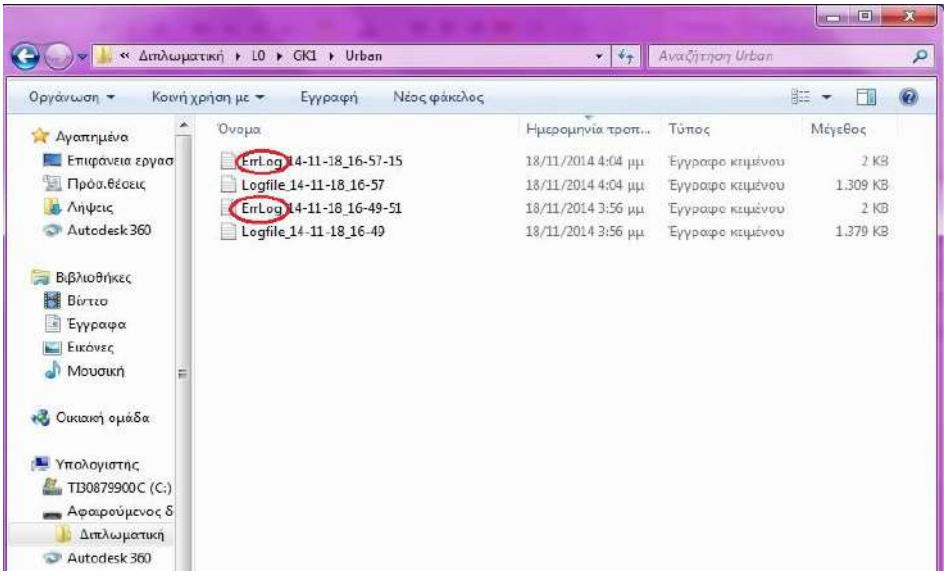
περιλαμβάνουν όλες τις μετρήσεις που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Αυτό σημαίνει ότι η σειρά αυτών των αρχείων αντιστοιχεί στις μετρήσεις που πραγματοποίησε ο προσομοιωτής σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα που απείχαν μεταξύ τους 33 έως 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

4.3.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

Για κάθε διαδρομή κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα διαφορετικό φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές (με και χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων) στη φάση προσομοίωσης του πειράματος αποθηκεύτηκαν στον ίδιο φάκελο για κάθε οδηγό για λόγους ασφαλείας και ομαδοποίησης. (Εικόνα 4.16) 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 4.17)

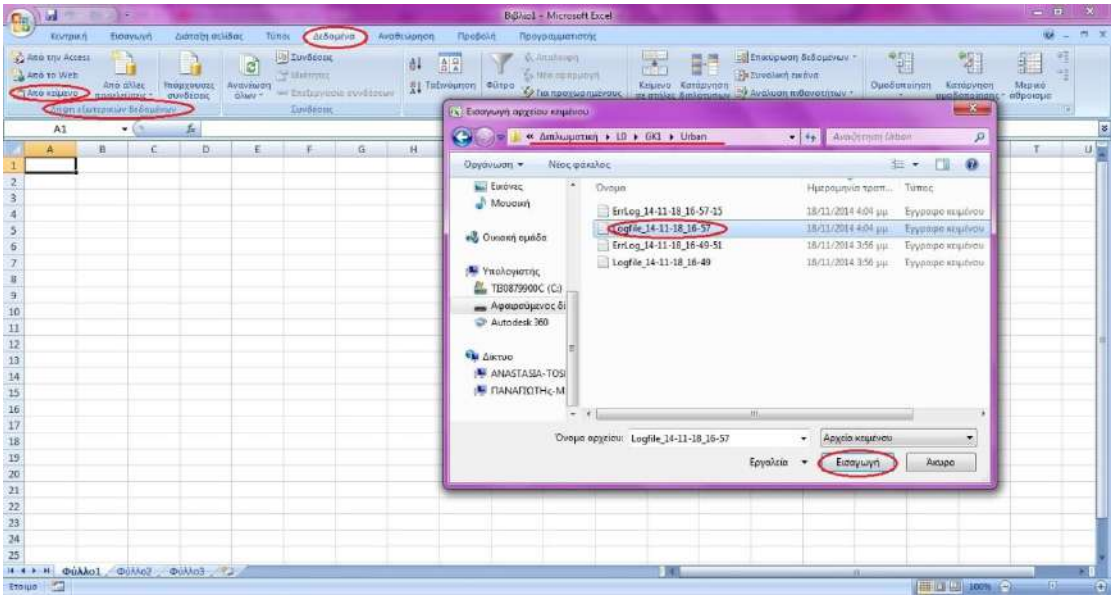


ΕΙΚΟΝΑ 4.16 : *Αρχεία οδηγών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης*

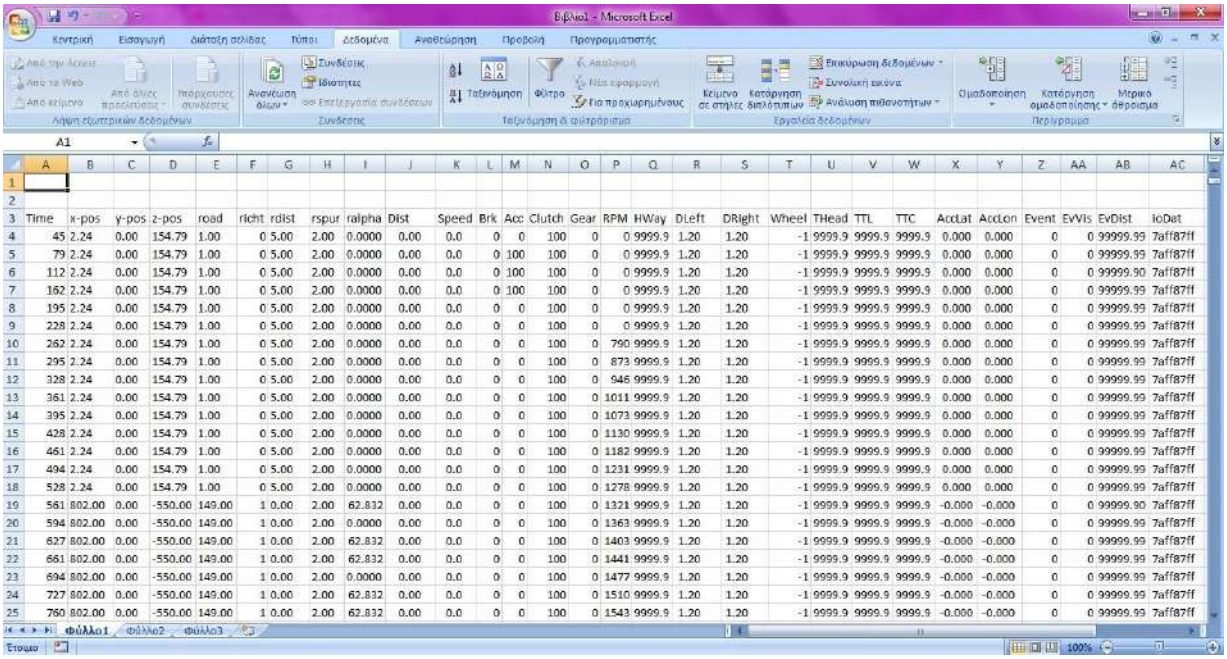


ΕΙΚΟΝΑ 4.17: *Αρχεία δεδομένων διαδρομών οδηγών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης*

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 4.18, 4.19).



ΕΙΚΟΝΑ 4.18: *Εισαγωγή εξωτερικών δεδομένων στο Excel*

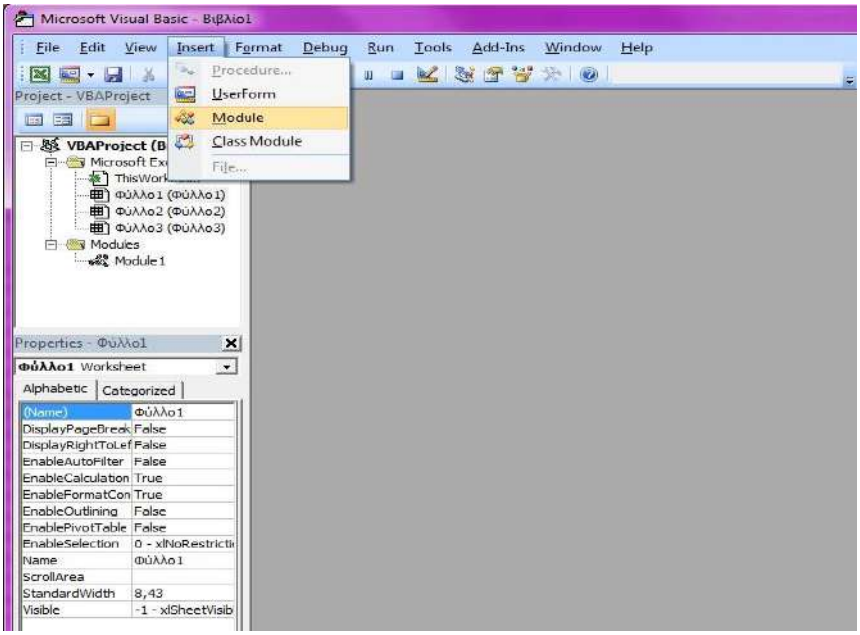


Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	Wheel	THead	TTL	TTC	AccLat	AccLon	Event	EvVis	EvDist	IoDat
45	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	0	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
79	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
112	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.90	7aff87ff
162	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
195	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	0	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
228	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	0	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
262	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	790	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
295	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	873	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
328	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	946	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
361	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1011	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
395	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1073	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
428	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1130	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
461	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1182	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
494	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1231	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
528	2.24	0.00	154.79	1.00	0	5.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1278	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
561	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	62.832	0.00	0.0	0	0	100	0	1321	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.90	7aff87ff
594	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1363	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
627	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	62.832	0.00	0.0	0	0	100	0	1403	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
661	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	62.832	0.00	0.0	0	0	100	0	1441	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
694	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1477	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
727	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	62.832	0.00	0.0	0	0	100	0	1510	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.99	7aff87ff
760	802.00	0.00	-550.00	149.00	1	0.00	2.00	62.832	0.00	0.0	0	0	100	0	1543	9999.9	1.20	1.20	-1	9999.9	9999.9	9999.9	-0.000	-0.000	0	0	99999.99	7aff87ff

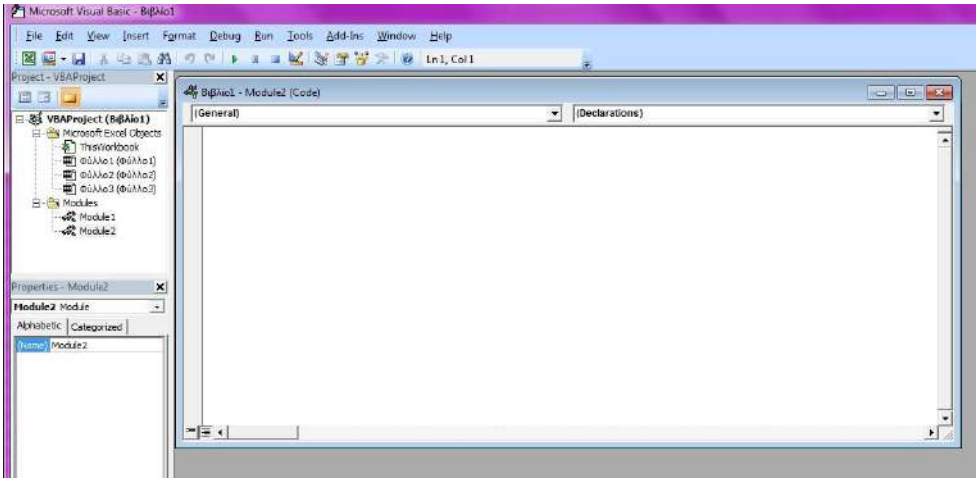
ΕΙΚΟΝΑ 4.19: *Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel*

4.3.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ VISUAL BASIC

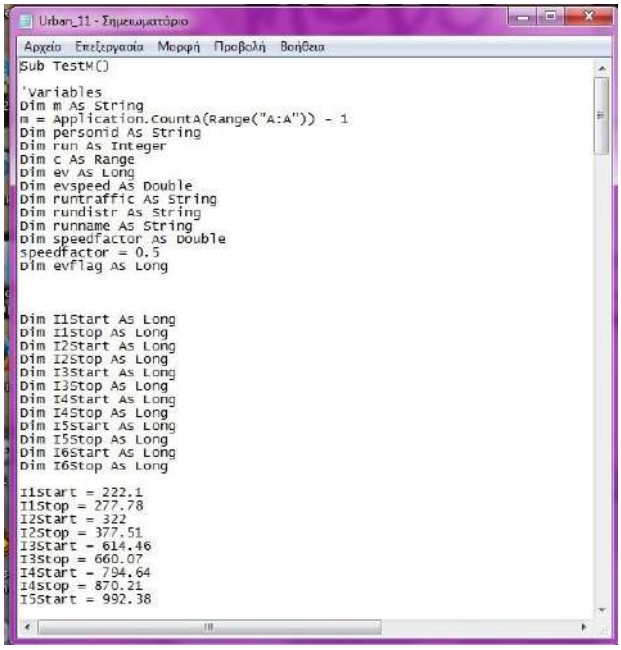
Παρατηρώντας τα στοιχεία που παρείχε ο προσομοιωτής οδήγησης για την κάθε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε, αναγνωρίστηκε η ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία των στοιχείων, καθώς για το σκοπό της έρευνας τα στοιχεία κρίθηκαν ελλιπή. Για λόγους οικονομίας χρόνου, αντιλαμβανόμενοι τον όγκο των καταγραφών, θεωρήθηκε 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 4.20) >Insert >Module (Εικόνα 4.21). Έπειτα, αφού δημιουργήθηκε το script σε αρχείο της μορφής .txt (Εικόνα 4.22), εισαγόταν στο περιβάλλον της Visual Basic (Εικόνα 4.23) 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.



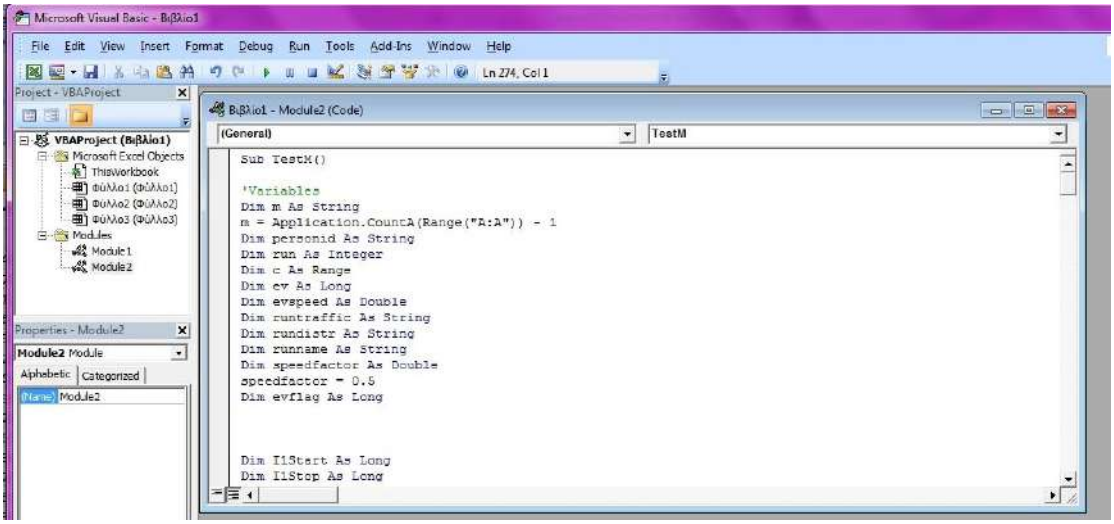
ΕΙΚΟΝΑ 4.20: *Εντολή Insert Module*



ΕΙΚΟΝΑ 4.21: *Περιβάλλον Visual Basic εισαγωγής μοντέλου*



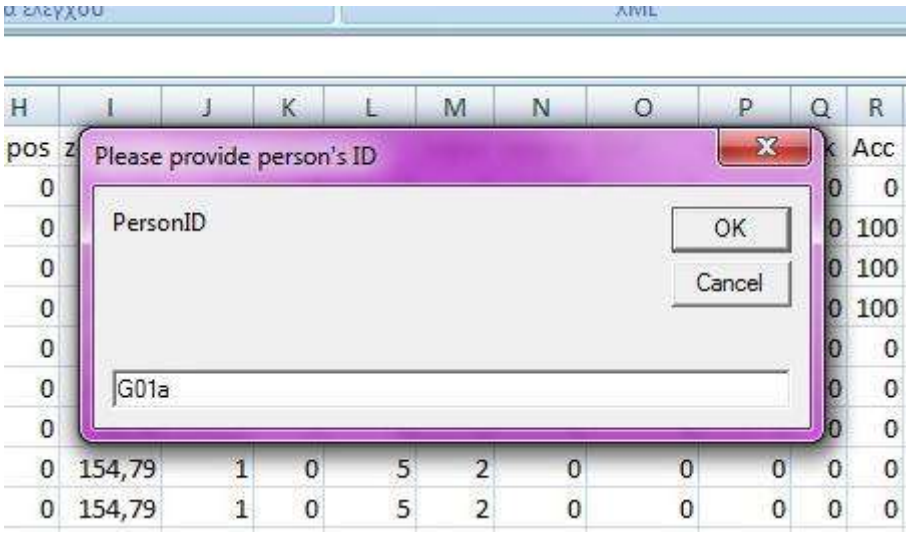
ΕΙΚΟΝΑ 4.22: *Εντολές Script Urban*



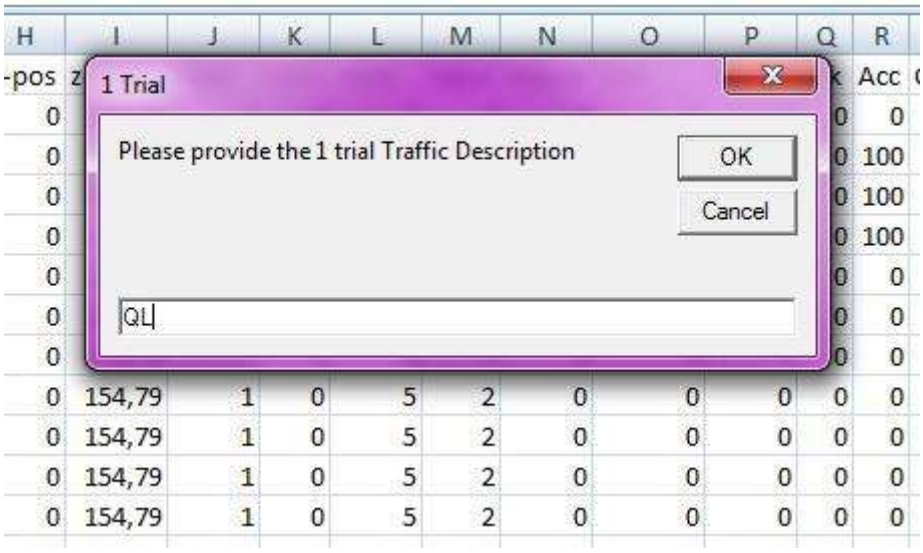
ΕΙΚΟΝΑ 4.23: *Εισαγωγή εντολών Script στην Visual Basic*

Με την εφαρμογή του παραπάνω προγράμματος οι στήλες για καλύτερη κατανόηση και οργάνωση που προστέθηκαν ήταν το Personal ID (Εικόνα 4.24) όπου τοποθετείται ο κωδικός του οδηγού π.χ. G01a, το Traffic (Εικόνα 4.25) όπου αναγράφονται οι συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου που επικρατούσαν στην κάθε διαδρομή (QL ή QH) και η στήλη Distractor (Εικόνα 4.26) όπου, αν στη συγκεκριμένη διαδρομή υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες, συμπληρωνόταν με την ένδειξη ADV, ενώ στην περίπτωση που δεν υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, συμπληρωνόταν με την ένδειξη NO. Επίσης, προστέθηκε

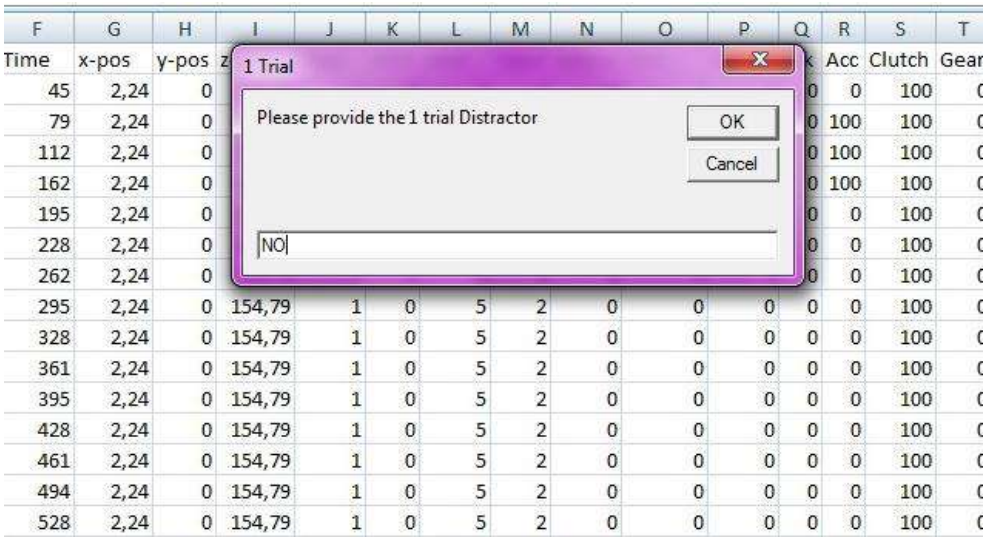
αυτόματα η στήλη State (Εικόνα 4.27) όπου αναγράφεται αν υπήρξε κάποιο συμβάν κάθε στιγμή π.χ. NO EVENT.



ΕΙΚΟΝΑ 4.24: *PersonID, Κωδικός οδηγού της μέτρησης*



ΕΙΚΟΝΑ 4.25: *Συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου που επικρατούσαν*



F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Time	x-pos	y-pos	z								k	Acc	Clutch	Gear
45	2,24	0									0	0	100	0
79	2,24	0									0	100	100	0
112	2,24	0									0	100	100	0
162	2,24	0									0	100	100	0
195	2,24	0									0	0	100	0
228	2,24	0									0	0	100	0
262	2,24	0									0	0	100	0
295	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
328	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
361	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
395	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
428	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
461	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
494	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0
528	2,24	0	154,79	1	0	5	2	0	0	0	0	0	100	0

ΕΙΚΟΝΑ 4.26: *Ύπαρξη ή όχι διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού*

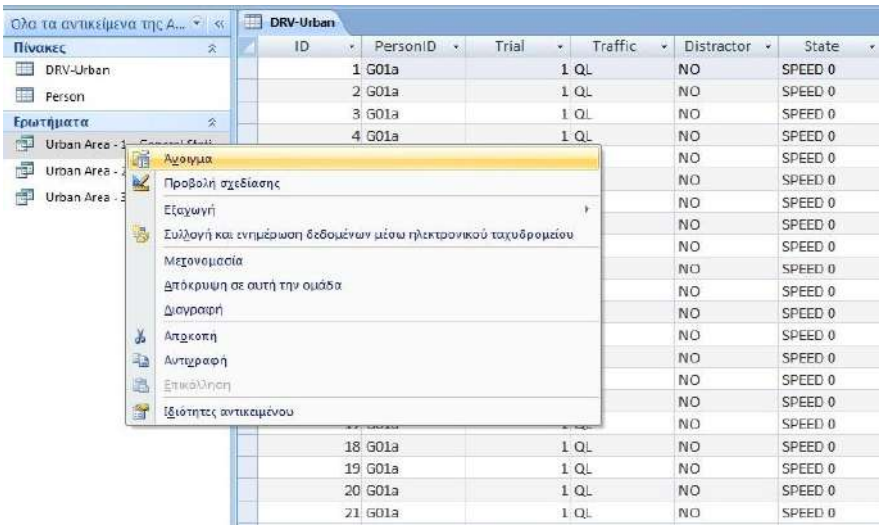
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	PersonID	Trial	Traffic	Distractor	State	Junction	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt
2	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	28	1,5	0,2	5	1	0
3	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	61	1,5	0,2	5	1	0
4	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	95	1,5	0,2	5	1	0
5	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	128	1,5	0,2	5	1	0
6	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	161	1,5	0,2	5	1	0
7	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	194	1,5	0,2	5	1	0
8	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	212	1,5	0,2	5	1	0
9	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	244	1,5	0,2	5	1	0
10	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	261	1,5	0,2	5	1	0
11	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	294	1,5	0,2	5	1	0
12	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	327	1,5	0,2	5	1	0
13	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	361	1,5	0,2	5	1	0
14	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	394	1,5	0,2	5	1	0
15	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	427	1,5	0,2	5	1	0
16	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	461	1,5	0,2	5	1	0
17	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	494	802	0	-550	149	1
18	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	527	802	0	-550	149	1
19	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	560	802	0	-550	149	1
20	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	594	802	0	-550	149	1
21	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	627	802	0	-550	149	1
22	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	693	802	0	-550	149	1
23	G01a	1	QL	NO	SPEED 0	No Junctic	727	802	0	-550	149	1

ΕΙΚΟΝΑ 4.27: *Πίνακας Excel μετά τη χρήση της Visual Basic*

4.3.2.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, δημιουργήθηκαν τελικά 31 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 4.28) δύο «queries» με τα οποία «έτρεχαν» τα δεδομένα και τελικά αυτά εξάγονταν υπό μορφή εύκολα επεξεργάσιμη και κατανοητή.



ΕΙΚΟΝΑ 4.28: *Εντολή εκτέλεσης «queries» στην Microsoft Office Access*

Με την εφαρμογή του πρώτου από τα «queries» (Εικόνα 4.29) 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 υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού) 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.

DRV-Urban | Urban Area - 1 - General Statistics

Disease	TrialNumbe	Traffic	Distractor	TimeRun	DistanceCar	LateralPosit	StdevLatera	AverageSpe	StdevAvera	RspurAvera
Control	1	QL	NO	01:14	99,94	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QH	NO	01:57	99,96	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QL	ADV	01:08	99,94	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QH	ADV	01:40	100	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QH	NO	01:32	99,98	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QL	NO	01:36	99,98	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QH	ADV	01:26	99,93	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QL	ADV	01:32	99,91	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QL	ADV	00:53	99,62	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QH	ADV	01:32	99,83	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QL	NO	01:00	99,99	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QH	NO	01:33	99,96	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QH	ADV	01:24	99,96	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QL	ADV	01:34	99,93	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QH	NO	01:31	99,92	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QL	NO	01:28	99,98	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QL	NO	01:14	99,92	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QH	NO	01:49	99,95	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QL	ADV	01:28	99,95	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QH	ADV	01:33	99,85	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QH	ADV	01:26	99,96	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QL	ADV	01:43	99,89	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QH	NO	01:10	99,99	###########	###########	###########	###########	###########
Control	2	QL	NO	01:32	99,96	###########	###########	###########	###########	###########
Control	1	QL	ADV	00:52	99,92	###########	###########	###########	###########	###########

ΕΙΚΟΝΑ 4.29: *Απόσπασμα πίνακα κατόπιν της εφαρμογής του πρώτου από τα «queries»*

Με την εφαρμογή του δεύτερου από τα «queries» (Εικόνα 4.30) 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.

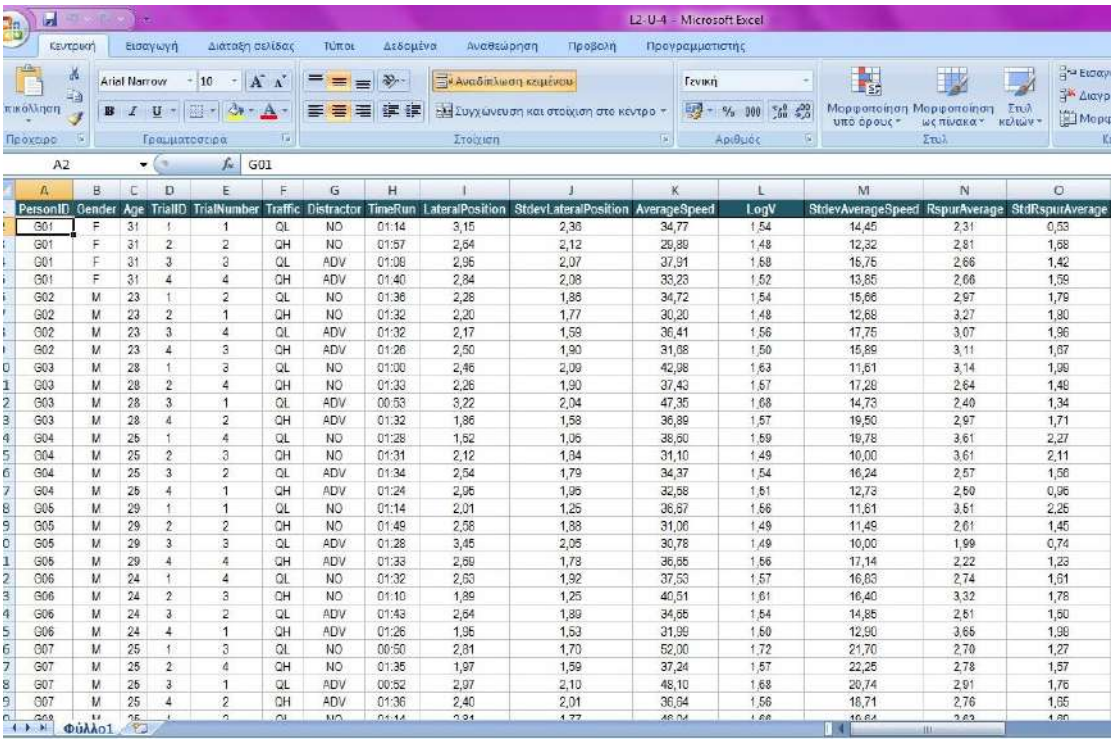
DRV-Urban | Urban Area - 2 - Event Statistics

TheadAvera	StdTheadAv	TTLAverage	StdTTLAvera	TTCAverage	StdTTCAver	RespTime	NumOfCrasl
		###########	###########	###########	###########	1546	0
###########	###########	###########	###########	7,49	###########	0	0
###########	###########	###########	###########	###########	###########	499	0
###########	###########	###########	###########			1131	0
444,8	###########	###########	###########	22,7375	###########	1198	0
###########	###########	###########	###########	###########	###########	0	0
###########	###########	###########	###########	###########	###########	948	0
###########	###########	###########	###########			2062	0
###########	###########	###########	###########	###########	###########	349	0
###########	###########	###########	###########			998	0
###########	###########	###########	###########	###########	###########	748	0
###########	###########	5,26875	###########			0	0
###########	###########	###########	###########	5,524	###########	50	0
###########	###########	###########	###########			998	0
		###########	###########	###########	###########	947	0
8,4725	###########	###########	###########	###########	###########	748	0

ΕΙΚΟΝΑ 4.30: *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 4.31)



PersonID	Gender	Age	TrialID	TrialNumber	Traffic	Distractor	TimeRun	LateralPosition	StdevLateralPosition	AverageSpeed	LogV	StdevAverageSpeed	RspurAverage	StdRspurAverage
G01	F	31	1	1	QL	NO	01:14	3,15	2,36	34,77	1,54	14,45	2,31	0,53
G01	F	31	2	2	QH	NO	01:57	2,64	2,12	29,89	1,48	12,32	2,81	1,58
G01	F	31	3	3	QL	ADV	01:08	2,95	2,07	37,91	1,58	16,75	2,66	1,42
G01	F	31	4	4	QH	ADV	01:40	2,84	2,08	33,23	1,52	13,85	2,66	1,59
G02	M	23	1	2	QL	NO	01:36	2,28	1,86	34,72	1,54	15,66	2,97	1,79
G02	M	23	2	1	QH	NO	01:32	2,20	1,77	30,20	1,48	12,68	3,27	1,90
G02	M	23	3	4	QL	ADV	01:32	2,17	1,59	36,41	1,56	17,75	3,07	1,96
G02	M	23	4	3	QH	ADV	01:26	2,50	1,90	31,08	1,50	15,89	3,11	1,67
G03	M	28	1	3	QL	NO	01:00	2,46	2,09	42,98	1,63	11,61	3,14	1,99
G03	M	28	2	4	QH	NO	01:33	2,26	1,90	37,43	1,57	17,28	2,64	1,48
G03	M	28	3	1	QL	ADV	00:53	3,22	2,04	47,35	1,68	14,73	2,40	1,34
G03	M	28	4	2	QH	ADV	01:32	1,86	1,58	36,89	1,57	19,50	2,97	1,71
G04	M	25	1	4	QL	NO	01:28	1,52	1,06	38,60	1,59	19,78	3,61	2,27
G04	M	25	2	3	QH	NO	01:31	2,12	1,84	31,10	1,49	10,00	3,61	2,11
G04	M	25	3	2	QL	ADV	01:34	2,54	1,79	34,37	1,54	16,24	2,57	1,56
G04	M	25	4	1	QH	ADV	01:24	2,95	1,95	32,58	1,61	12,73	2,50	0,96
G05	M	29	1	1	QL	NO	01:14	2,01	1,25	36,67	1,56	11,61	3,51	2,25
G05	M	29	2	2	QH	NO	01:49	2,58	1,88	31,06	1,49	11,49	2,61	1,45
G05	M	29	3	3	QL	ADV	01:28	3,45	2,05	30,78	1,49	10,00	1,99	0,74
G05	M	29	4	4	QH	ADV	01:33	2,69	1,78	36,55	1,56	17,14	2,22	1,23
G06	M	24	1	4	QL	NO	01:32	2,63	1,92	37,53	1,57	16,63	2,74	1,61
G06	M	24	2	3	QH	NO	01:10	1,89	1,25	40,51	1,61	16,40	3,32	1,78
G06	M	24	3	2	QL	ADV	01:43	2,64	1,89	34,65	1,54	14,85	2,51	1,50
G06	M	24	4	1	QH	ADV	01:26	1,95	1,53	31,99	1,50	12,90	3,65	1,98
G07	M	25	1	3	QL	NO	00:50	2,81	1,70	52,00	1,72	21,70	2,70	1,27
G07	M	25	2	4	QH	NO	01:35	1,97	1,59	37,24	1,57	22,25	2,78	1,57
G07	M	25	3	1	QL	ADV	00:52	2,97	2,10	48,10	1,68	20,74	2,91	1,76
G07	M	25	4	2	QH	ADV	01:36	2,40	2,01	36,64	1,56	18,71	2,76	1,65

ΕΙΚΟΝΑ 4.31: *Απόσπασμα πίνακα τελικής βάσης μετρήσεων προσομοιωτή.*

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 των διαφημιστικών πινακίδων στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού. (Εικόνα 4.32)

PersonID	sex	Age	d_experience	in_freq	dist_week_in	acc_in	observ	num_adv	b_adv	danq_adv_in	speed_adv_in	TrialID	TrialNumber	Traffic	Distractor	LateralPosition	LogLater	StderLateralPosition	AverageSpeed
G01	0	31	3	2	3	1	3	0	0	3	1	1	1	0	0	3,15	0,499	2,36	34,77
G01	0	31	3	2	3	1	3	0	0	3	1	2	2	1	0	2,64	0,422	2,12	29,89
G01	0	31	3	2	3	1	3	0	0	3	1	3	3	0	1	2,95	0,469	2,07	37,91
G01	0	31	3	2	3	1	3	0	0	3	1	4	4	1	1	2,84	0,453	2,00	33,23
G02	1	23	2	3	0	1	3	0	0	2	2	1	2	0	0	2,28	0,358	1,86	34,72
G02	1	23	2	3	0	1	3	0	0	2	2	2	1	1	0	2,20	0,343	1,77	30,20
G02	1	23	2	3	0	1	3	0	0	2	2	3	4	0	1	2,17	0,337	1,59	36,41
G02	1	23	2	3	0	1	3	0	0	2	2	4	3	1	1	2,50	0,398	1,30	31,68
G03	1	28	3	3	3	1	3	0	0	3	1	1	3	0	0	2,48	0,392	2,09	42,98
G03	1	28	3	3	3	1	3	0	0	3	1	2	4	1	0	2,26	0,354	1,90	37,43
G03	1	28	3	3	3	1	3	0	0	3	1	3	1	0	1	3,22	0,508	2,04	47,35
G03	1	28	3	3	3	1	3	0	0	3	1	4	2	1	1	1,86	0,271	1,58	36,89
G04	1	25	2	3	3	1	3	0	0	1	1	1	4	0	0	1,52	0,183	1,05	38,60
G04	1	25	2	3	3	1	3	0	0	1	1	2	3	1	0	2,12	0,326	1,84	31,10
G04	1	25	2	3	3	1	3	0	0	1	1	3	2	0	1	2,54	0,405	1,79	34,37
G04	1	25	2	3	3	1	3	0	0	1	1	4	1	1	1	2,95	0,469	1,95	32,58
G05	1	29	3	2	2	1	3	0	0	2	1	1	1	0	0	2,01	0,303	1,25	36,67
G05	1	29	3	2	2	1	3	0	0	2	1	2	2	1	0	2,58	0,412	1,88	31,06
G05	1	29	3	2	2	1	3	0	0	2	1	3	3	0	1	3,45	0,538	2,05	50,78
G05	1	29	3	2	2	1	3	0	0	2	1	4	4	1	1	2,69	0,430	1,78	36,65
G06	1	24	2	3	3	0	3	0	0	1	1	1	4	0	0	2,63	0,421	1,92	37,53
G06	1	24	2	3	3	0	3	0	0	1	1	2	3	1	0	1,89	0,276	1,25	40,51
G06	1	24	2	3	3	0	3	0	0	1	1	3	2	0	1	2,64	0,422	1,86	34,65
G06	1	24	2	3	3	0	3	0	0	1	1	4	1	1	1	1,95	0,289	1,53	31,99
G07	1	25	2	1	1	0	3	1	3	2	1	1	3	0	0	2,81	0,449	1,70	52,00
G07	1	25	2	1	1	0	3	1	3	2	1	2	4	1	0	1,97	0,295	1,39	37,24
G07	1	25	2	1	1	0	3	1	3	2	1	3	1	0	1	2,97	0,472	2,10	48,10
G07	1	25	2	1	1	0	3	1	3	2	1	4	2	1	1	2,40	0,381	2,01	36,64
G08	1	25	2	3	2	1	3	1	2	4	1	1	2	0	0	2,81	0,449	1,77	46,04
G08	1	25	2	3	2	1	3	1	2	4	1	2	1	1	0	2,61	0,416	1,76	39,81
G08	1	25	2	3	2	1	3	1	2	4	1	3	4	0	1	3,24	0,511	2,10	45,07
G08	1	25	2	3	2	1	3	1	2	4	1	4	3	1	1	3,80	0,580	2,17	32,72
G09	0	23	1	1	2	0	3	0	0	1	2	1	2	0	0	1,67	0,223	0,94	31,97
G09	0	23	1	1	2	0	3	0	0	1	2	2	1	1	0	2,95	0,470	2,25	32,59
G09	0	23	1	1	2	0	3	0	0	1	2	3	4	0	1	2,04	0,310	1,28	33,31

ΕΙΚΟΝΑ 4.32: *Απόσπασμα τελικής βάσης δεδομένων*

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

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

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

	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Χωρίς διαφημιστικές πινακίδες	Με διαφημιστικές πινακίδες	Χωρίς διαφημιστικές πινακίδες	Με διαφημιστικές πινακίδες
Ταχύτητα οδήγησης (km/h)	35,69	34,51	32,22	32,08
Πλευρική απόσταση (m)	2,35	2,56	2,32	2,43
Χρόνος αντίδρασης (ms)	1099	1182	1386	1543
Απόσταση από προπορευόμενο όχημα (m)	101,02	107,08	51,75	49,41

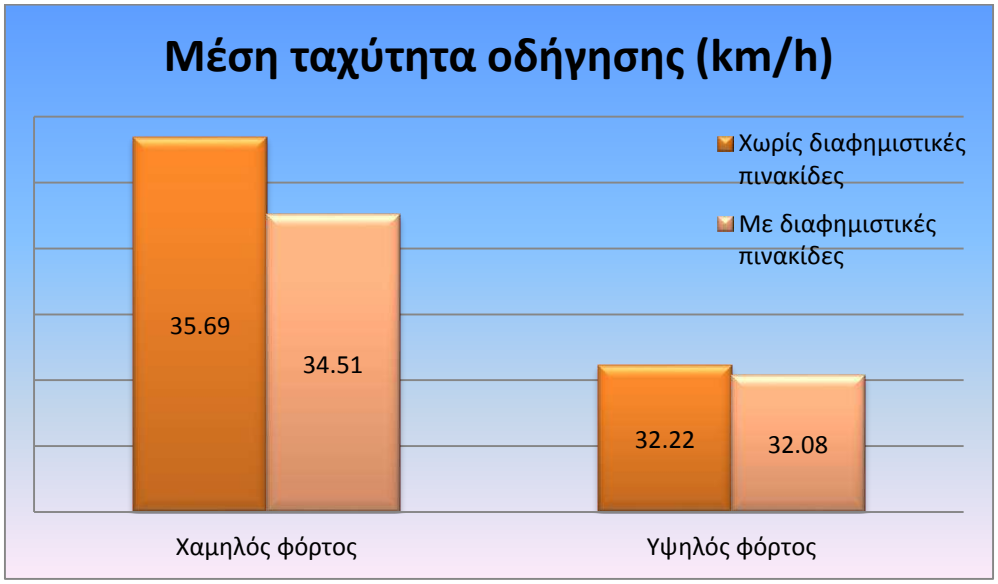
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: *Πίνακας με το συνολικό αριθμό ατυχημάτων ανά σενάριο οδήγησης*

	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Χωρίς διαφημιστικές πινακίδες	Με διαφημιστικές πινακίδες	Χωρίς διαφημιστικές πινακίδες	Με διαφημιστικές πινακίδες
Αριθμός ατυχημάτων	2	2	0	1

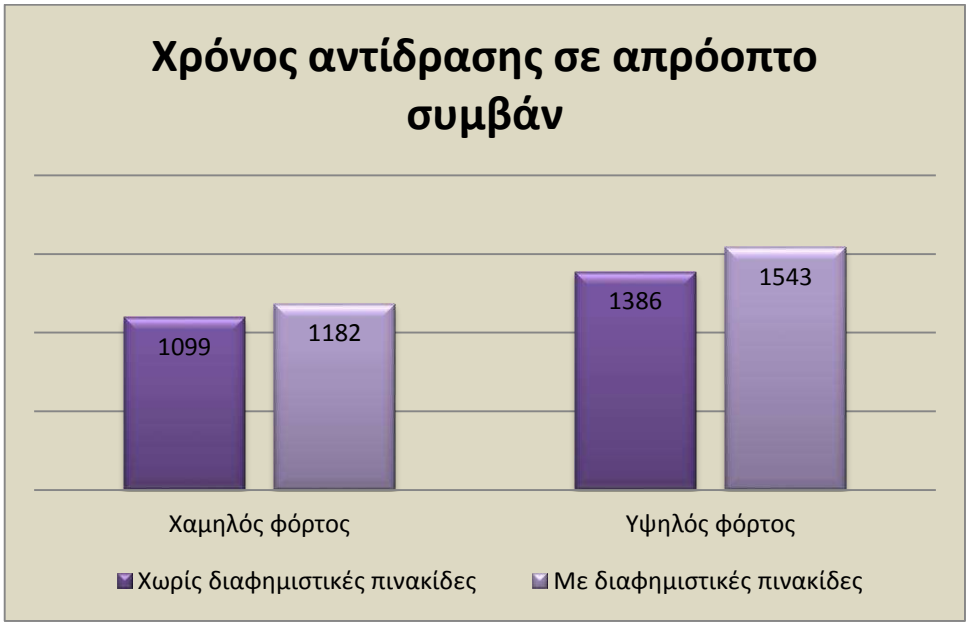
Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Για τις ίδιες συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου οι συμμετέχοντες στα σενάρια στα οποία υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες είχαν την τάση να οδηγούν με ελαφρώς χαμηλότερη ταχύτητα
- Επίσης, στα σενάρια οδήγησης στα οποία υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες, οι οδηγοί παρουσίαζαν λίγο μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης και λίγο μεγαλύτερη πλευρική απόσταση σε σχέση με τα σενάρια οδήγησης στα οποία δεν υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες
- Τέλος, σε αυτή την αρχική προσέγγιση δεν εξάγεται ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με το εάν η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων επηρέασε τον αριθμό των ατυχημάτων και την απόσταση που διατηρούσαν οι οδηγοί από τα προπορευόμενα οχήματα

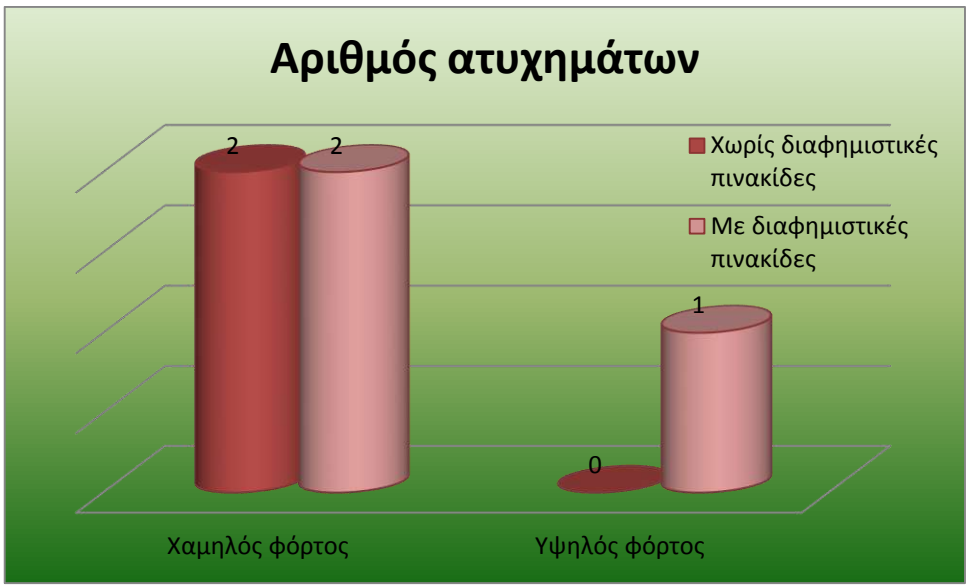
Στη συνέχεια, παρατίθενται ορισμένα από τα παραπάνω αποτελέσματα και υπό μορφή γραφημάτων.



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3: *Μέση ταχύτητα οδήγησης ανά σενάριο οδήγησης*



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



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.5: *Αριθμός ατυχημάτων που πραγματοποιήθηκαν ανά σενάριο οδήγησης.*

4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μετά τη διαμόρφωση των τελικών πινάκων στο λογισμικό EXCEL, ακολούθησε η εισαγωγή τους στο πεδίο δεδομένων (data view) του **ειδικού πακέτου στατιστικής**

ανάλυσης. Στη συνέχεια καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος και ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής στο πεδίο των μεταβλητών (variable view).

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

Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal). Μετά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι τόσο στο λογισμικό EXCEL όσο και στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, δημιουργήθηκε μία ενιαία βάση δεδομένων.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

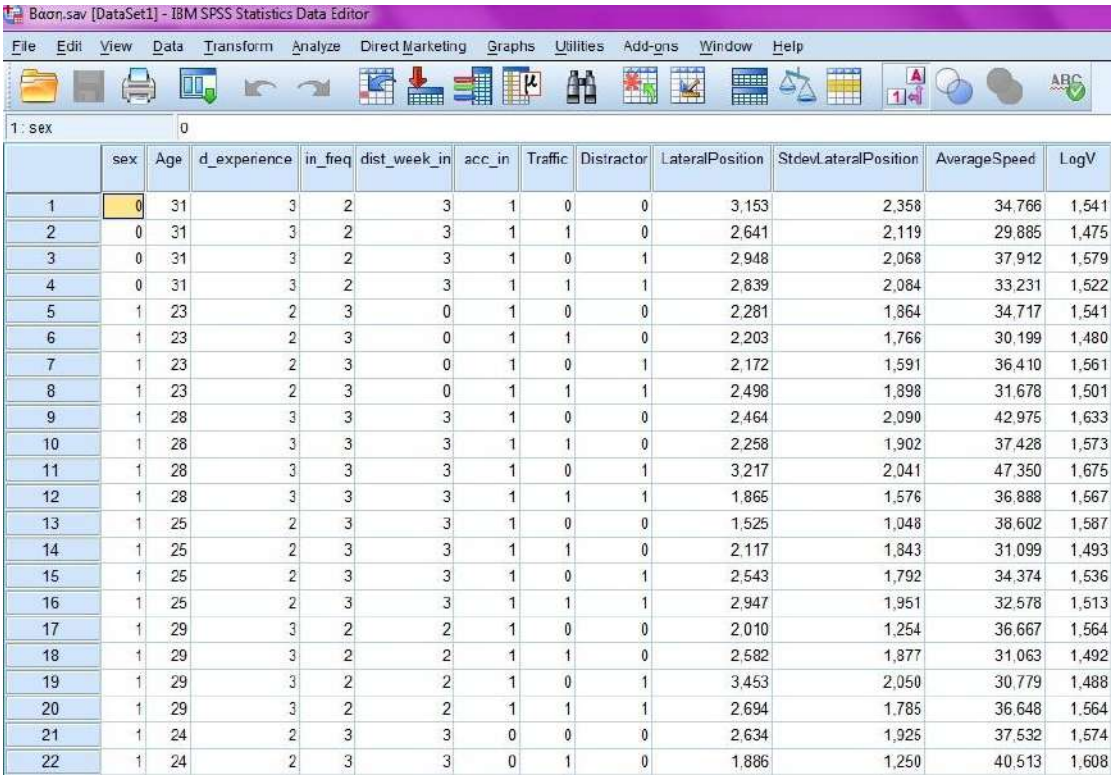
1. **Descriptive statistics:** πρόκειται για διαδικασία για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων, όπως αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου (analyze >descriptive statistics >Descriptives >options)

2. **Correlate:** πρόκειται για διαδικασία για τη μέτρηση της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο **Variables** (analyze >correlate >bivariate >correlations). Χρήσιμες επιλογές είναι οι Pearson ή οι Spearman συσχετίσεις.

3. **Regression:** πρόκειται για διαδικασία που εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με τη γραμμική παλινδρόμηση, οπότε και επιλέγεται η εντολή **Linear** (analyze >regression linear). Επίσης, για το σκοπό του πειράματος χρησιμοποιείται και η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, οπότε και επιλέγεται η εντολή **Binary logistic** (analyze >regression >binary logistic). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter, που σημαίνει ότι, στο μοντέλο εισέρχονται όσες

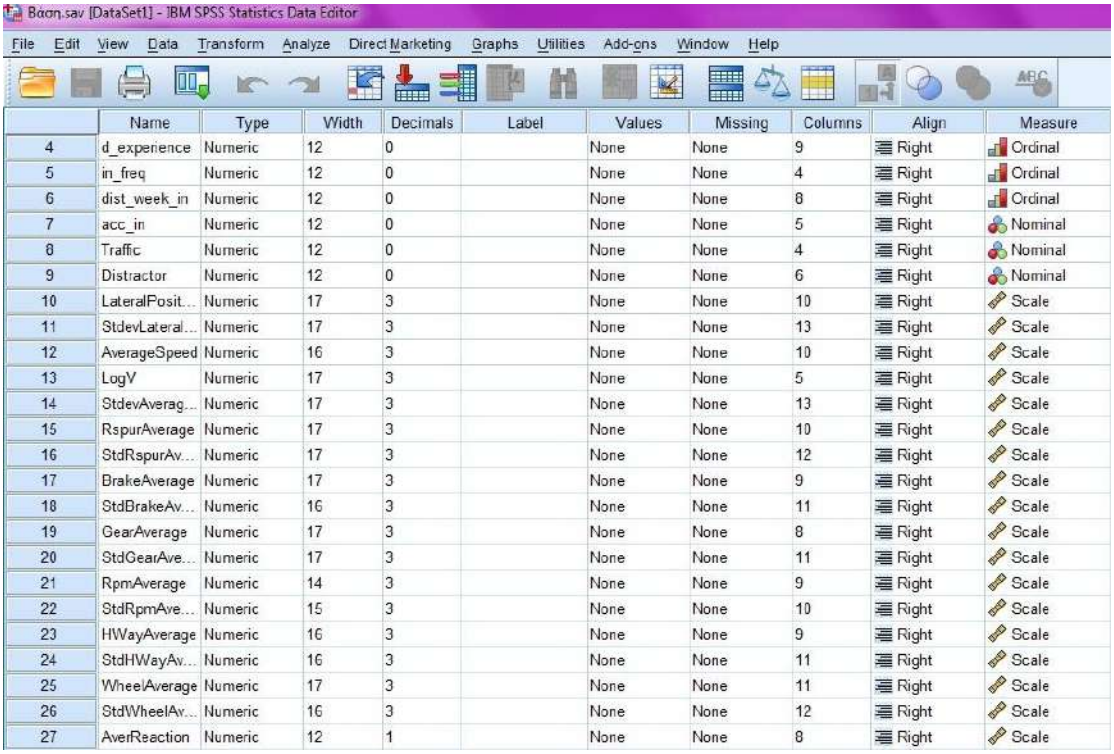
μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που περιγράφονται εκεί.

Η εφαρμογή των όσων περιγράφηκαν στο εδάφιο αυτό, παρουσιάζεται στις επόμενες εικόνες. (Εικόνες 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41)



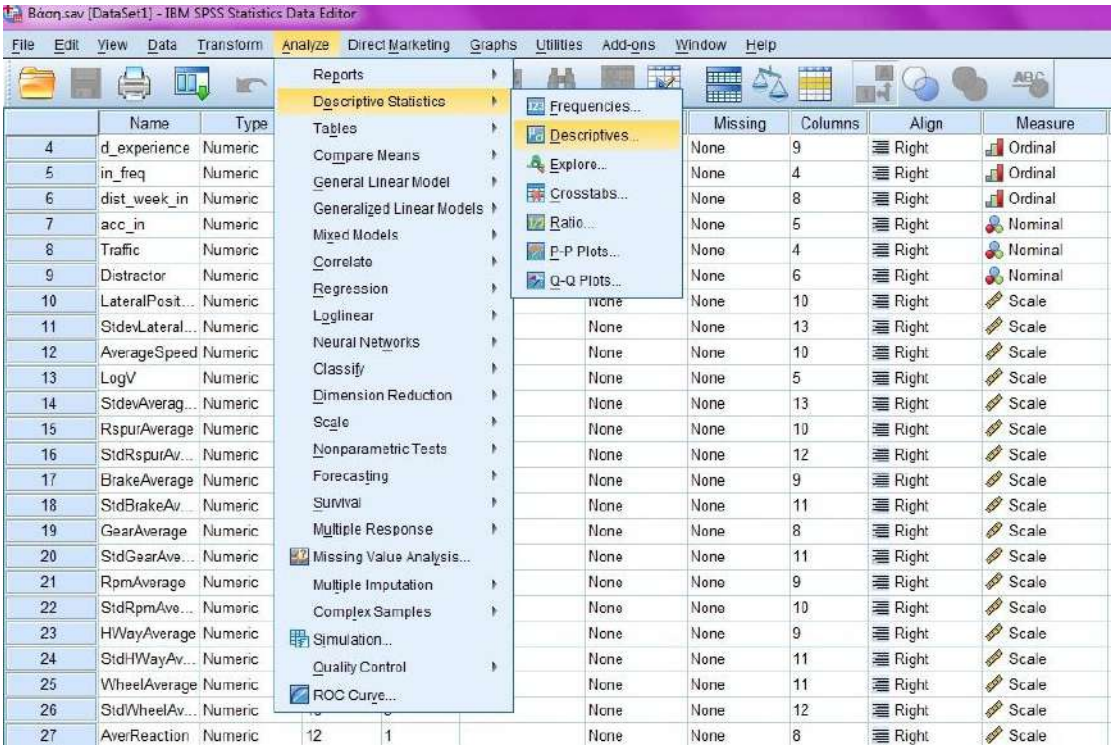
	sex	Age	d_experience	in_freq	dist_week_in	acc_in	Traffic	Distractor	LateralPosition	StdevLateralPosition	AverageSpeed	LogV
1	0	31	3	2	3	1	0	0	3,153	2,358	34,766	1,541
2	0	31	3	2	3	1	1	0	2,641	2,119	29,885	1,475
3	0	31	3	2	3	1	0	1	2,948	2,068	37,912	1,579
4	0	31	3	2	3	1	1	1	2,839	2,084	33,231	1,522
5	1	23	2	3	0	1	0	0	2,281	1,864	34,717	1,541
6	1	23	2	3	0	1	1	0	2,203	1,766	30,199	1,480
7	1	23	2	3	0	1	0	1	2,172	1,591	36,410	1,561
8	1	23	2	3	0	1	1	1	2,498	1,898	31,678	1,501
9	1	28	3	3	3	1	0	0	2,464	2,090	42,975	1,633
10	1	28	3	3	3	1	1	0	2,258	1,902	37,428	1,573
11	1	28	3	3	3	1	0	1	3,217	2,041	47,350	1,675
12	1	28	3	3	3	1	1	1	1,865	1,576	36,888	1,567
13	1	25	2	3	3	1	0	0	1,525	1,048	38,602	1,587
14	1	25	2	3	3	1	1	0	2,117	1,843	31,099	1,493
15	1	25	2	3	3	1	0	1	2,543	1,792	34,374	1,536
16	1	25	2	3	3	1	1	1	2,947	1,951	32,578	1,513
17	1	29	3	2	2	1	0	0	2,010	1,254	36,667	1,564
18	1	29	3	2	2	1	1	0	2,582	1,877	31,063	1,492
19	1	29	3	2	2	1	0	1	3,453	2,050	30,779	1,488
20	1	29	3	2	2	1	1	1	2,694	1,785	36,648	1,564
21	1	24	2	3	3	0	0	0	2,634	1,925	37,532	1,574
22	1	24	2	3	3	0	1	0	1,886	1,250	40,513	1,608

ΕΙΚΟΝΑ 4.33: *Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*

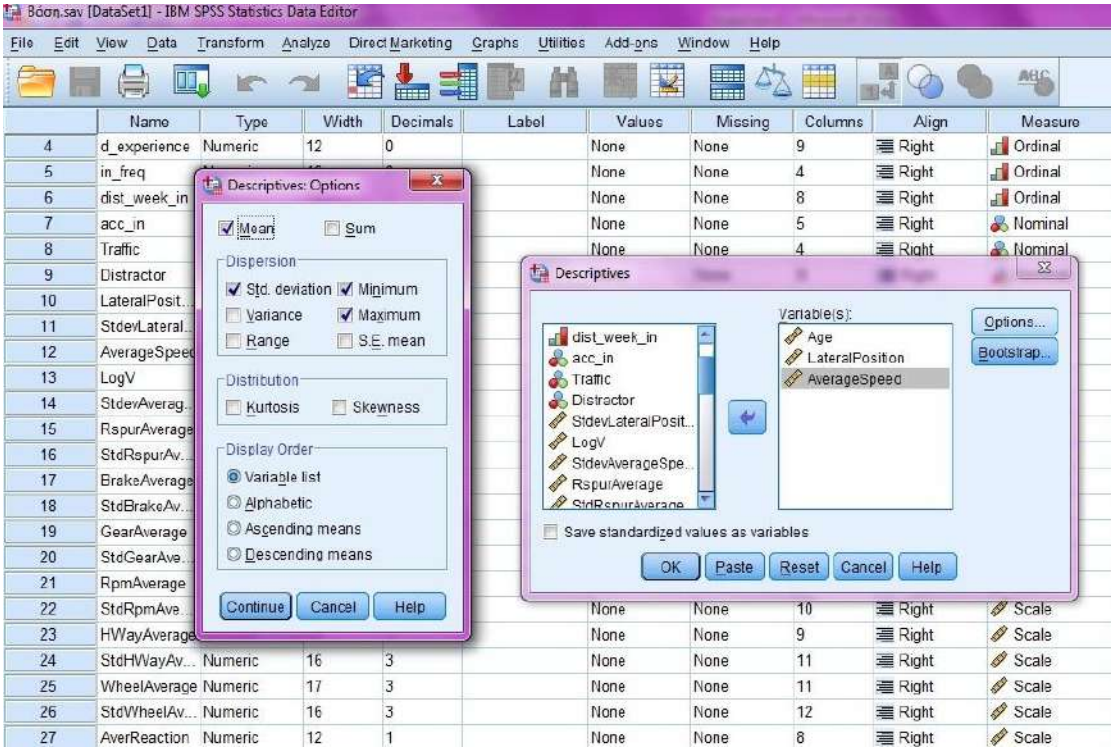


	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
4	d_experience	Numeric	12	0		None	None	9	Right	Ordinal
5	in_freq	Numeric	12	0		None	None	4	Right	Ordinal
6	dist_week_in	Numeric	12	0		None	None	8	Right	Ordinal
7	acc_in	Numeric	12	0		None	None	5	Right	Nominal
8	Traffic	Numeric	12	0		None	None	4	Right	Nominal
9	Distractor	Numeric	12	0		None	None	6	Right	Nominal
10	LateralPosit...	Numeric	17	3		None	None	10	Right	Scale
11	StdevLateral...	Numeric	17	3		None	None	13	Right	Scale
12	AverageSpeed	Numeric	16	3		None	None	10	Right	Scale
13	LogV	Numeric	17	3		None	None	5	Right	Scale
14	StdevAverag...	Numeric	17	3		None	None	13	Right	Scale
15	RspurAverage	Numeric	17	3		None	None	10	Right	Scale
16	StdRspurAv...	Numeric	17	3		None	None	12	Right	Scale
17	BrakeAverage	Numeric	17	3		None	None	9	Right	Scale
18	StdBrakeAv...	Numeric	16	3		None	None	11	Right	Scale
19	GearAverage	Numeric	17	3		None	None	8	Right	Scale
20	StdGearAve...	Numeric	17	3		None	None	11	Right	Scale
21	RpmAverage	Numeric	14	3		None	None	9	Right	Scale
22	StdRpmAve...	Numeric	15	3		None	None	10	Right	Scale
23	HWayAverage	Numeric	16	3		None	None	9	Right	Scale
24	StdHWayAv...	Numeric	16	3		None	None	11	Right	Scale
25	WheelAverage	Numeric	17	3		None	None	11	Right	Scale
26	StdWheelAv...	Numeric	16	3		None	None	12	Right	Scale
27	AverReaction	Numeric	12	1		None	None	8	Right	Scale

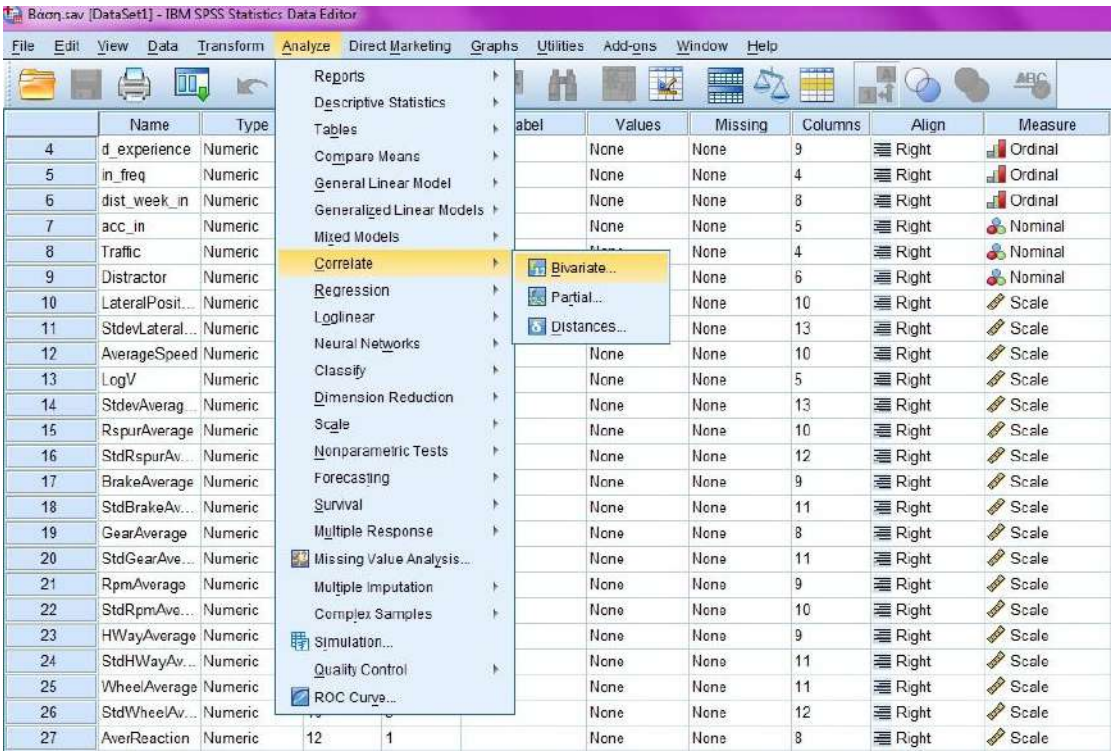
ΕΙΚΟΝΑ 4.34: *Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



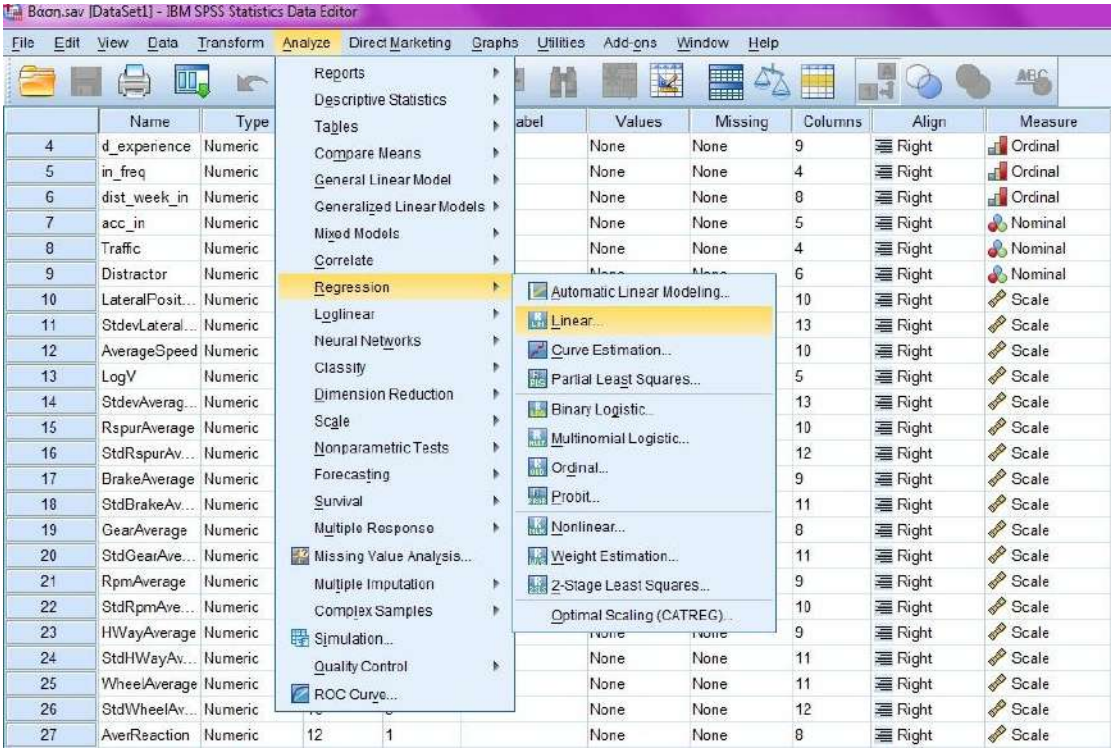
ΕΙΚΟΝΑ 4.35: *Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



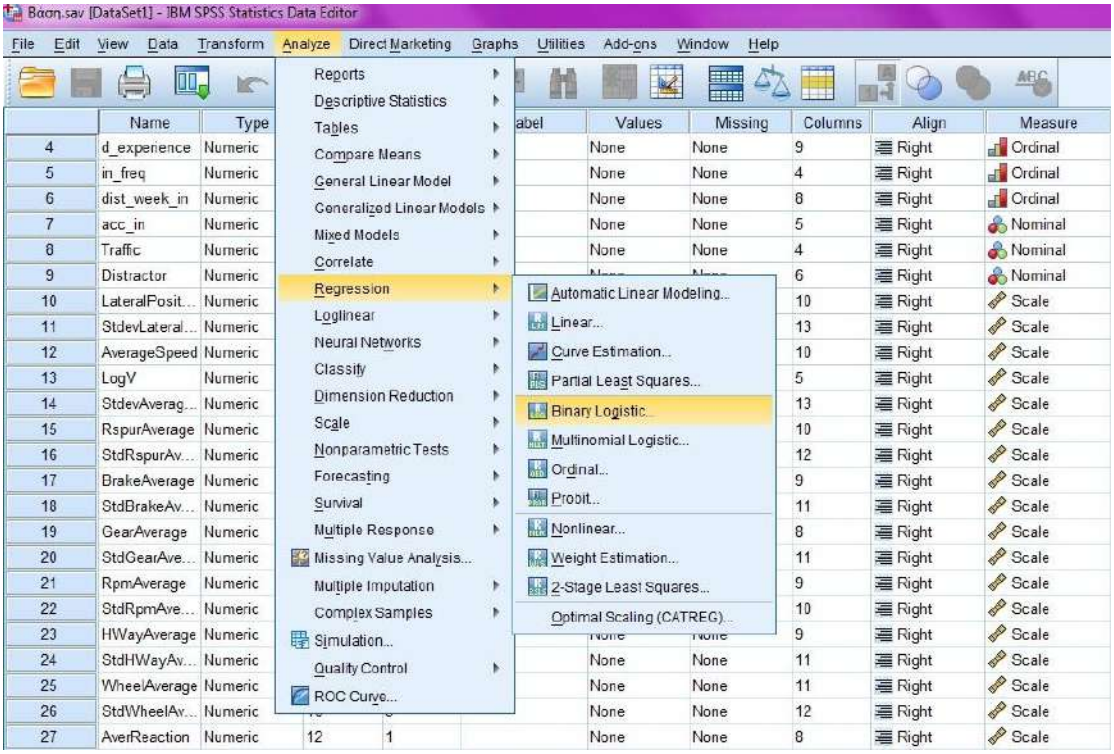
ΕΙΚΟΝΑ 4.36: *Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



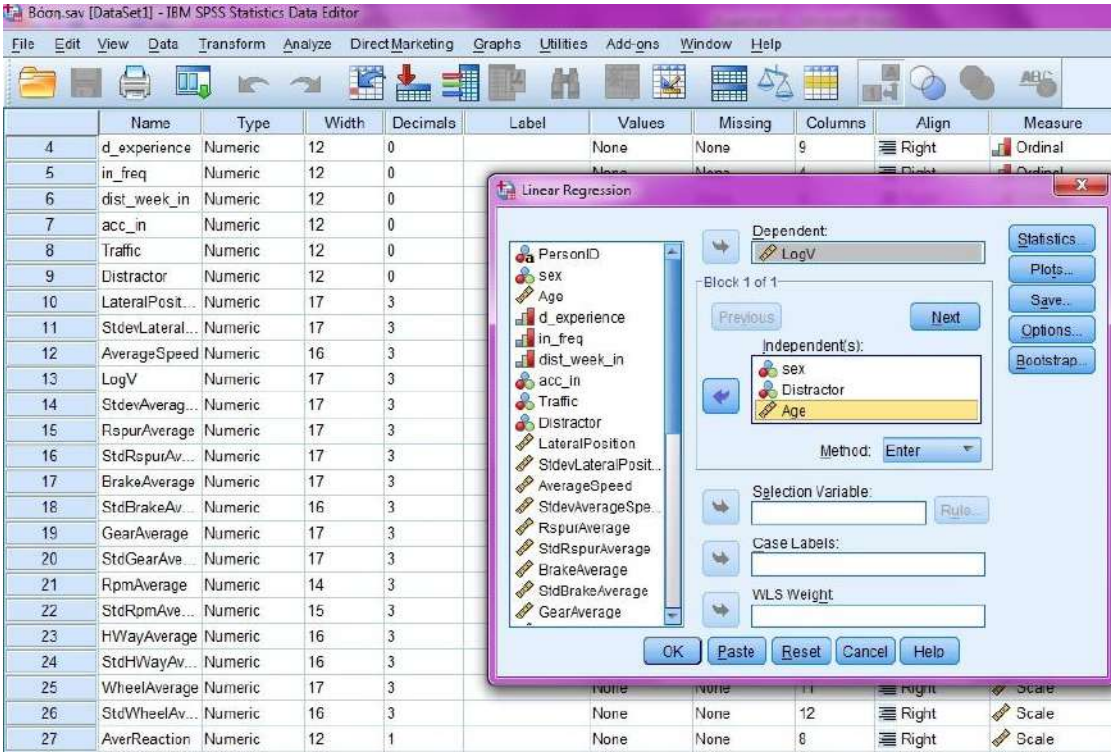
ΕΙΚΟΝΑ 4.37*: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



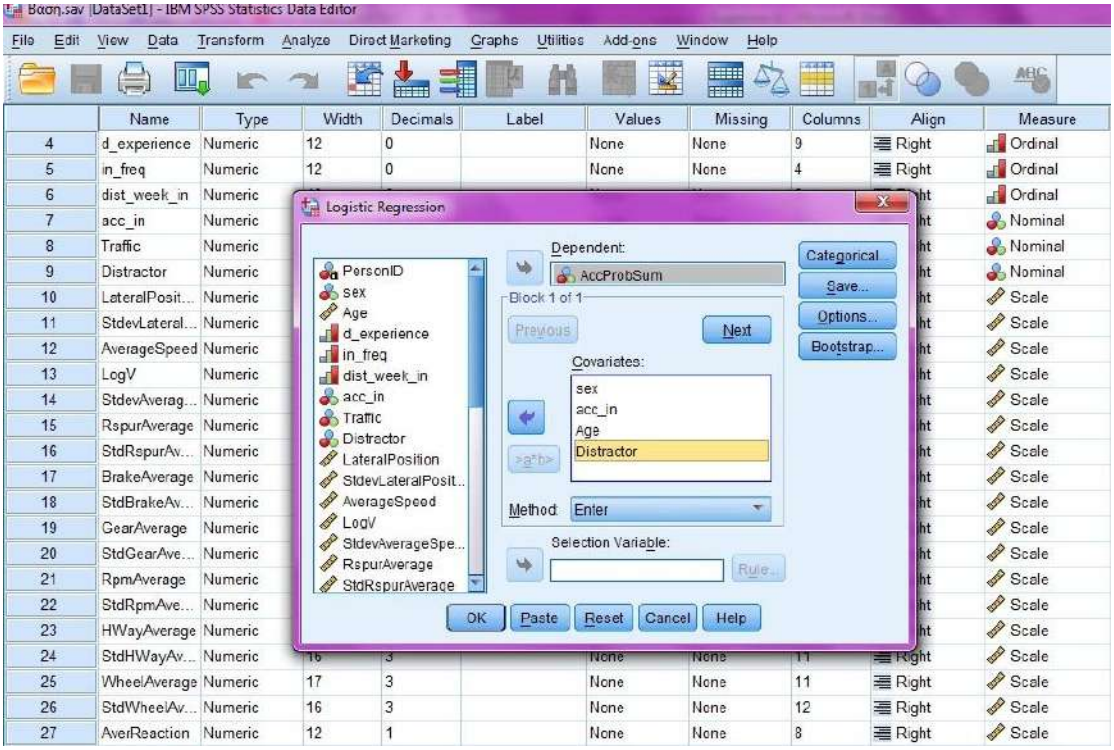
ΕΙΚΟΝΑ 4.38: *Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



ΕΙΚΟΝΑ 4.39: *Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



ΕΙΚΟΝΑ 4.40: *Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης*



ΕΙΚΟΝΑ 4.41: *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 **πέντε ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις**, μία για το μοντέλο προσδιορισμού πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή, μία για το μοντέλο προσδιορισμού του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν, μία για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας, μία για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και τέλος μία για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό πρότυπο εξετάστηκε η επιρροή της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού 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**, 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 ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΞΙΑ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή** και θα διερευνηθεί η επιρροή της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αυτή. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν την πλευρική απόσταση του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή.

5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.5. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

LogLat: πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού (1=ναι, 0=όχι)

acc_in: αν έχει συμβεί στο συμμετέχοντα ατύχημα σε αστικό περιβάλλον (1=ναι, 0=όχι)

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος

num_adv: αν παρατήρησε ο συμμετέχων αλλαγή στην οδική του συμπεριφορά από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (1=ναι, 0=όχι)

AverageSpeed: η μέση ταχύτητα οδήγησης

GearAverage: η μέση ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων

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

5.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων** (analyze >descriptive statistics >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 **LogLat** (πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα), **Age** (η ηλικία του συμμετέχοντος), **AverageSpeed**(η μέση ταχύτητα οδήγησης), **GearAverage** (η μέση ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: *Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
LogLat	124	,140	,603	,36698	,117708
Age	124	21	31	24,29	2,354
AverageSpeed	124	25,858	51,999	33,62711	4,496676
GearAverage	124	1,739	3,223	2,54255	,306039
Valid N (listwise)	124				

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 του μοντέλου της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα*

		sex	acc_in	Traffic	Distractor	num_adv	b_adv
sex	Pearson Correlation	1	,300**	,000	,000	,249**	,276**
	Sig. (2-tailed)		,001	1,000	1,000	,005	,002
	N	124	124	124	124	124	124
acc_in	Pearson Correlation	,300**	1	,000	,000	,338**	,160
	Sig. (2-tailed)	,001		1,000	1,000	,000	,075
	N	124	124	124	124	124	124
Traffic	Pearson Correlation	,000	,000	1	,000	,000	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000
	N	124	124	124	124	124	124
Distractor	Pearson Correlation	,000	,000	,000	1	,000	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000
	N	124	124	124	124	124	124
num_adv	Pearson Correlation	,249**	,338**	,000	,000	1	,878
	Sig. (2-tailed)	,005	,000	1,000	1,000		,000
	N	124	124	124	124	124	124
b_adv	Pearson Correlation	,276**	,160	,000	,000	,878**	1
	Sig. (2-tailed)	,002	,075	1,000	1,000	,000	
	N	124	124	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: *Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα*

		acc_in	Distractor	num_adv
acc_in	Pearson Correlation	1	,000	,338**
	Sig. (2-tailed)		1,000	,000
	N	124	124	124
Distractor	Pearson Correlation	,000	1	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000		1,000
	N	124	124	124
num_adv	Pearson Correlation	,338**	,000	1
	Sig. (2-tailed)	,000	1,000	
	N	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: *Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα*

		AverageSpeed	GearAverage	Age	BrakeAverage
AverageSpeed	Pearson Correlation	1	,290**	,243**	,544**
	Sig. (2-tailed)		,001	,007	,000
	N	124	124	124	124
GearAverage	Pearson Correlation	,290**	1	,021	-,076
	Sig. (2-tailed)	,001		,821	,403
	N	124	124	124	124
Age	Pearson Correlation	,243**	,021	1	,144
	Sig. (2-tailed)	,007	,821		,111
	N	124	124	124	124
BrakeAverage	Pearson Correlation	,544**	-,076	,144	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,403	,111	
	N	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα

		AverageSpeed	GearAverage	Age
AverageSpeed	Pearson Correlation	1	,290**	,243**
	Sig. (2-tailed)		,001	,007
	N	124	124	124
GearAverage	Pearson Correlation	,290**	1	,021
	Sig. (2-tailed)	,001		,821
	N	124	124	124
Age	Pearson Correlation	,243**	,021	1
	Sig. (2-tailed)	,007	,821	
	N	124	124	124

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

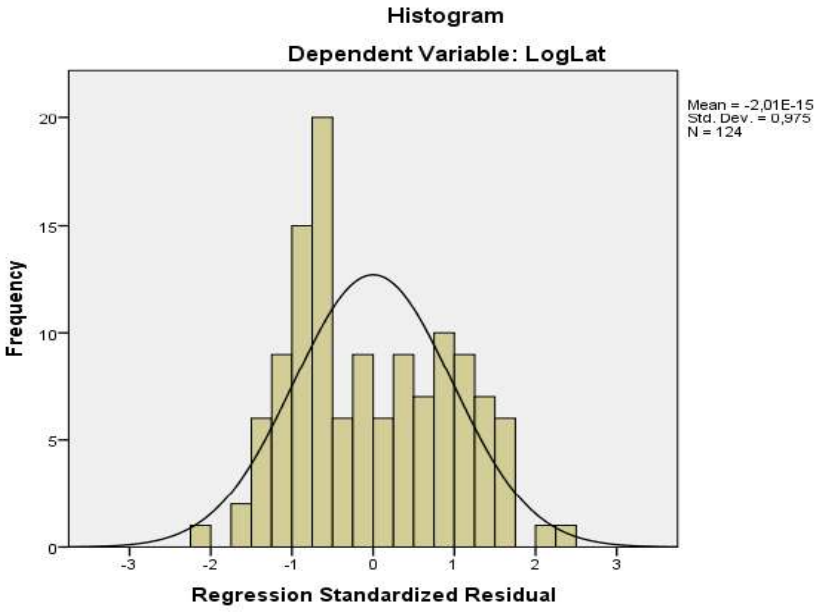
Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίστηκε, **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Συνεπώς, οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στο τελικό μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα.

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 των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω του μοντέλου της πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η πλευρική απόσταση του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή (LogLat). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα



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 βi, οι τιμές t του στατιστικού ελέγχου t-test και το σφάλμα της εξίσωσης.

Ο συντελεστής R^2 καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, για τον οποίο έγινε αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, εκφράζει

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

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

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

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

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

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

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

Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μια κρίσιμη τιμή του t (t^*). Έτσι, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι $t^* = 1,7$ και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι $t^* = 1,3$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του t είναι μικρότερες από το 1,7 δε συμπεριλαμβάνονται στην επόμενη δοκιμή για τη διαμόρφωση του μοντέλου, με μοναδική εξαίρεση αυτής της μεταβλητής του Distractor, η οποία αντιπροσωπεύει την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού και για την οποία θα δεχτούμε επίπεδο εμπιστοσύνης 90%. Από την αξιολόγηση ενός μοντέλου δε θα πρέπει να παραλείπεται ο έλεγχος του

σφάλματος. Σε κάθε εξίσωση υπάρχει ο προσθετέος ε, που ονομάζεται σφάλμα της εξίσωσης.

Το σφάλμα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

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

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

Πρέπει να σημειωθεί ότι αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητική προσαρμογή. Όμως, θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο η καμπύλη συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής να μην παρουσιάζει σταθερή κλίση σε όλα τα τμήματά της και για το λόγο αυτό εξετάστηκε η πλευρική απόσταση του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή και με την ανάπτυξη **μοντέλου λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτό περιγράφεται στη συνέχεια.

5.2.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

Η **διαδικασία της ανάλυσης** είναι ακριβώς η ίδια με εκείνη που ακολουθήθηκε προηγουμένως για τη γραμμική παλινδρόμηση (analyze >regression >linear), με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί ως εξαρτημένη μεταβλητή ο λογάριθμος της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα (LogLat).

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

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

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,406	,125		3,235	,002
	Distractor	,034	,020	,144	1,665	,099
	acc_in	,052	,022	,217	2,341	,021
	Age	-,013	,005	-,252	-2,624	,010
	AverageSpeed	,007	,002	,256	2,700	,008
	Traffic	,006	,021	,026	,287	,775

a. Dependent Variable: LogLat

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: *Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης*

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,454[a]	,206	,165	,107562

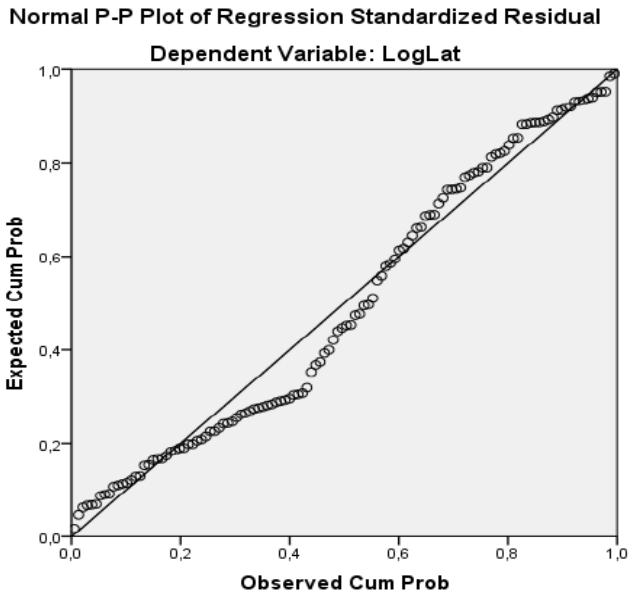
a. Predictors: (Constant), GearAverage, Distractor, Age, num_adv, AverageSpeed, acc_in

b. Dependent Variable: LogLat

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,181	,138		1,315	,191
	acc_in	,060	,022	,251	2,680	,008
	Distractor	,033	,019	,141	1,707	,090
	Age	-,011	,005	-,222	-2,422	,017
	AverageSpeed	,005	,002	,202	2,243	,027
	num_adv	-,064	,028	-,200	-2,234	,027
	GearAverage	,097	,034	,252	2,891	,005

a. Dependent Variable: LogLat



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,206 στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα
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 ύπαρξη ή όχι διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού
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 την πλευρική απόσταση του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή.

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

LogLat= +0.181 +0.033***Distractor** +0.060***acc_in** -0.011***Age** +0.005***AverageSpeed** -0.064***num_adv** +0.097***GearAverage**

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

Lat= $10^{(+0.181 +0.033*\textbf{Distractor} +0.060*\textbf{acc_in} -0.011*\textbf{Age} +0.005*\textbf{AverageSpeed} -0.064*\textbf{num_adv} +0.097*\textbf{GearAverage})}$

όπου:

LogLat: πλευρική απόσταση του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή

Distractor: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού (1=ναι, 0=όχι)

acc_in: αν έχει συμβεί στο συμμετέχοντα ατύχημα σε αστικό περιβάλλον (1=ναι, 0=όχι)

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος

num_adv: αν παρατήρησε ο συμμετέχων αλλαγή στην οδική του συμπεριφορά από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (1=ναι, 0=όχι)

AverageSpeed: η μέση ταχύτητα οδήγησης

GearAverage: η μέση ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» είναι θετικό, γεγονός που δείχνει ότι, όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο περισσότερο παίρνει την τιμή 1 που σημαίνει «οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού», τόσο **αυξάνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogLat». Δηλαδή, παρατηρείται ότι οι οδηγοί διατηρούσαν μεγαλύτερη πλευρική απόσταση στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού σε σχέση με τις διαδρομές στις οποίες δεν υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ερμηνεύσιμο, καθώς είναι φυσικό οι οδηγοί στο περιβάλλον στο οποίο υπάρχει παράγοντας απόσπασης προσοχής (διαφημιστικές πινακίδες) να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία να διατηρήσουν το όχημα στη σωστή θέση στη λωρίδα κυκλοφορίας τους.

Υπογραμμίζεται ότι η μεταβλητή «Distractor» θεωρείται στατιστικά σημαντική αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,707.

ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ ΣΕ ΑΤΥΧΗΜΑ

Η μεταβλητή «acc_in» προέκυψε από το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες και αναφέρεται στο εάν έχουν εμπλακεί ποτέ στο παρελθόν σε ατύχημα οδηγώντας σε αστική περιοχή. 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 τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogLat». Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί λαμβάνοντας υπόψη ότι, όσοι οδηγοί έχουν εμπλακεί σε ατύχημα, πιθανόν αυτό να τους έχει επιβαρύνει με άγχος κατά την οδήγηση ώστε να αποφύγουν στο μέλλον αντίστοιχες καταστάσεις. Για αυτό το λόγο η οδήγησή τους φαίνεται να είναι περισσότερο «νευρική» και να δυσκολεύονται να διατηρήσουν το όχημά τους στο κέντρο της λωρίδας κυκλοφορίας τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 2,680 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της διακριτής αυτής μεταβλητής.

ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ 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 «LogLat». Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του συμμετέχοντος, τόσο πιθανόν μεγαλύτερη είναι και η οδηγική του εμπειρία. Επομένως, οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη αντίληψη των διαστάσεων του οχήματος και των αποστάσεων που πρέπει να διατηρούν, οπότε και εμφανίζουν μικρότερη πλευρική απόσταση, οδηγώντας σε σωστότερη θέση στη λωρίδα κυκλοφορίας τους.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,422.

ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Η διακριτή μεταβλητή «num_adv» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες μετά από την ολοκλήρωση της διαδικασίας του πειράματος και αναφέρεται στο εάν ο οδηγός παρατήρησε αλλαγή στην οδική του συμπεριφορά στις διαδρομές που υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού. Η μεταβλητή αυτή παρουσίασε στο μοντέλο αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι οδηγοί, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής και ότι επηρεάζουν την οδηγική τους συμπεριφορά, τελικά ήταν αυτοί οι οποίοι οδηγούσαν πιο προσεκτικά διατηρώντας **μικρότερη πλευρική απόσταση του οχήματός τους.**

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 2,234, πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα.

ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Η συνεχής μεταβλητή «AverageSpeed» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα με θετικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής αυτής συνεπάγεται **αύξηση της πλευρικής απόστασης** που διατηρούσαν οι οδηγοί. Συνεπώς, η αύξηση της μέσης ταχύτητας επιφέρει αύξηση της απόστασης του οχήματος από την άκρη του οδοστρώματος. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός 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 γεγονός ότι οι οδηγοί οι οποίοι αναπτύσσουν μεγαλύτερη ταχύτητα, το επιτυγχάνουν αυξάνοντας την απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή, όπου πιθανώς υπάρχουν πλευρικά εμπόδια (π.χ. σταθμευμένα οχήματα), για να έχουν περισσότερη άνεση στην οδήγηση.

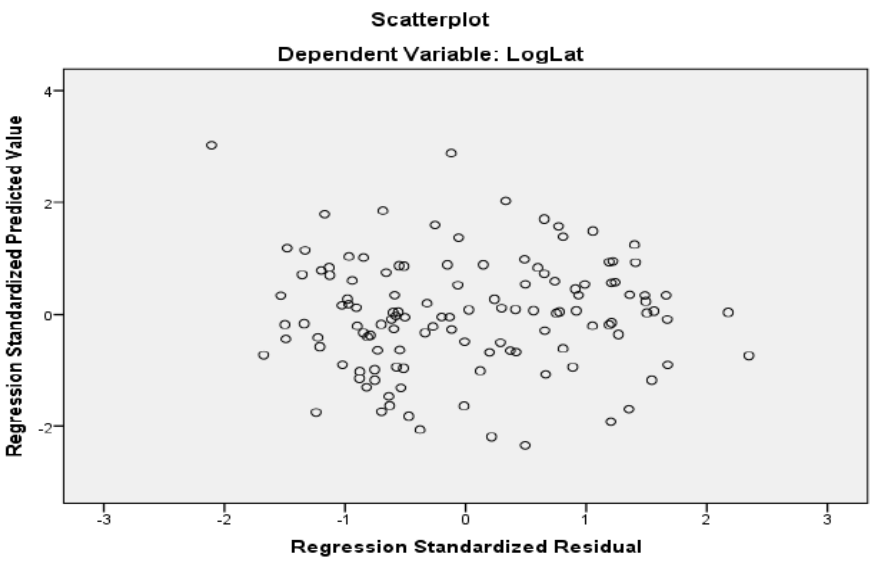
Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «AverageSpeed» είναι 2,243.

ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Η μεταβλητή «GearAverage» παρουσιάζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της συνεχούς μεταβλητής αυτής, οδηγεί σε **αύξηση της τιμής** της εξαρτημένης μεταβλητής «LogLat». Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί λαμβάνοντας υπόψη και τις παρατηρήσεις που έγιναν παραπάνω για τη μέση ταχύτητα οδήγησης. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ταχύτητα οδήγησης, καταλήγοντας σε όσα ήδη αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 2,891, πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της συνεχής αυτής μεταβλητής.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας Χ 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.



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 πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η κατά 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

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

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

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 πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή.*

Ανεξάρτητες Μεταβητές	**Πλευρική απόσταση**			
	βi	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Διαφημιστικές πινακίδες	0,033	1,707	0,053	-1,60
Εμπλοκή σε ατύχημα	0,060	2,680	0,081	-2,44
Ηλικία	-0,011	-2,422	-0,855	25,88
Μέση ταχύτητα	0,005	2,243	0,538	-16,29
Αλλαγή οδηγικής συμπεριφοράς	-0,064	-2,234	-0,033	1,00
Μέση ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων	0,097	2,891	0,789	-23,89

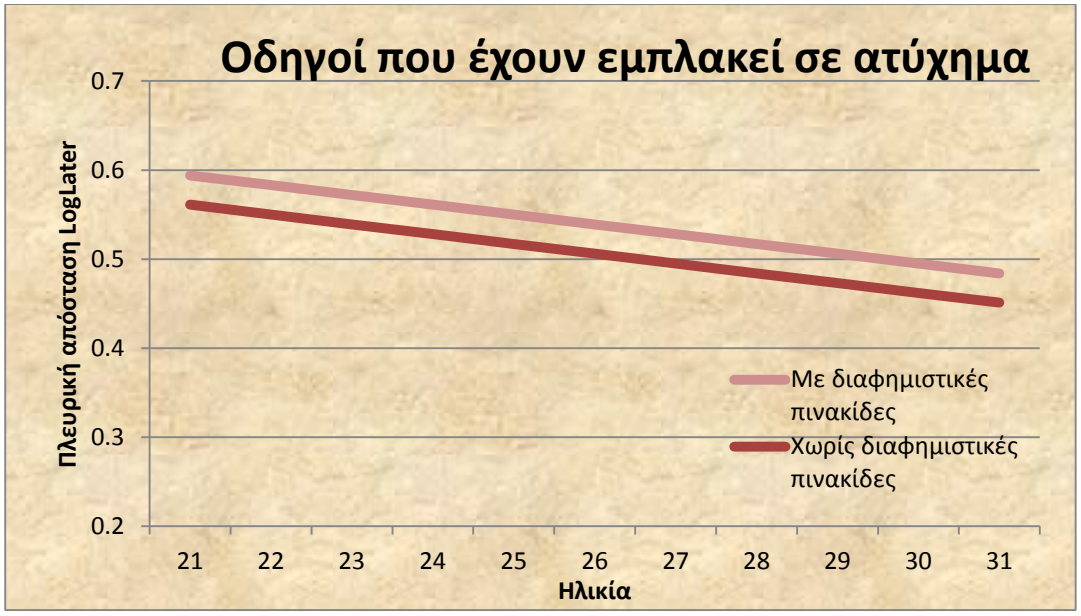
Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη e_i^* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο **μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή,** παρατηρούμε τα εξής:

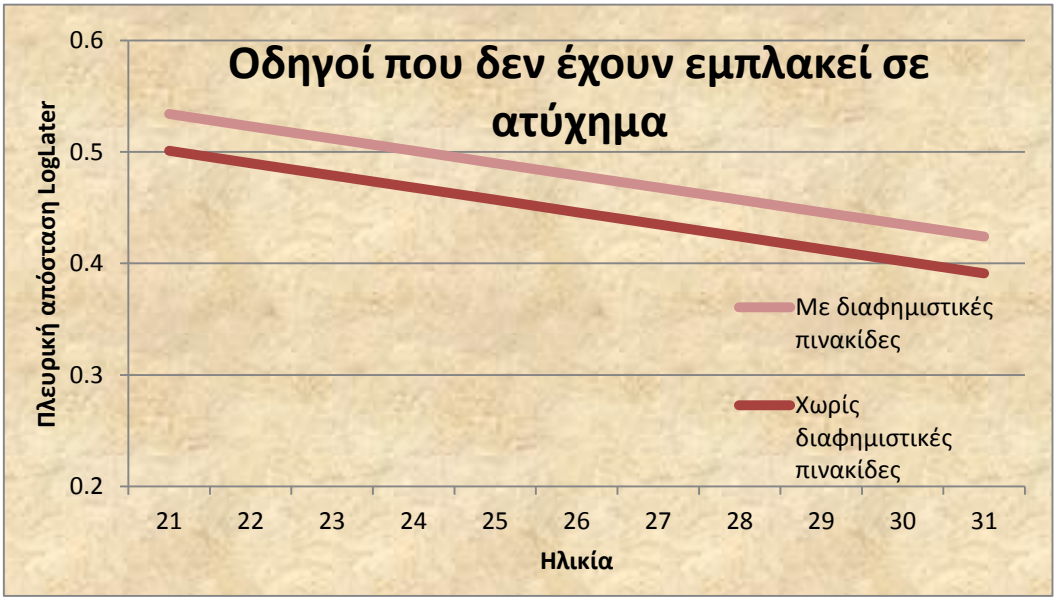
- Η μεταβλητή «**αλλαγή στην οδηγική συμπεριφορά**» παρουσιάζει τη **μικρότερη επιρροή** στην εξαρτημένη μεταβλητή με e_i = -0,033.
- Την αμέσως μικρότερη σχετική επιρροή φαίνεται να παρουσιάζει η μεταβλητή που αφορά στην ύπαρξη ή όχι **διαφημιστικών πινακίδων** παραπλεύρως της οδού, με επιρροή -1,60 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**αλλαγή στην οδηγική συμπεριφορά**».
- Η μεταβλητή «**Ηλικία**» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα. Έχει 25,88 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «**αλλαγή στην οδηγική συμπεριφορά**» και 16,18 φορές μεγαλύτερη σχετική επιρροή σε σχέση με την **ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων**.
- Την αμέσως μικρότερη επιρροή παρουσιάζουν οι μεταβλητές «**Μέση ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων**» και «**Μέση ταχύτητα**», οι οποίες παρουσιάζουν -23,89 και -16,29 φορές μεγαλύτερη σχετική επιρροή αντίστοιχα, σε σχέση με τη μεταβλητή «**αλλαγή στην οδηγική συμπεριφορά**», ενώ σε σχέση με τη μεταβλητή «**διαφημιστικές πινακίδες**» παρουσιάζουν 14,93 και 10,18 φορές μεγαλύτερη επιρροή αντίστοιχα.
- Τέλος, η μεταβλητή «**Εμπλοκή σε ατύχημα**» εμφανίζει 1,53 φορές μεγαλύτερη σχετική επιρροή στην πλευρική απόσταση σε σχέση με τη μεταβλητή «**διαφημιστικές πινακίδες**».

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.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4: Συσχέτιση της πλευρικής απόστασης με την ηλικία των συμμετεχόντων για οδηγούς που έχουν εμπλακεί σε ατύχημα για διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες ή χωρίς. (AverageSpeed=52, GearAverage=3, num_adv=0)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5: Συσχέτιση της πλευρικής απόστασης με την ηλικία των συμμετεχόντων για οδηγούς που δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα για διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες ή χωρίς. (AverageSpeed=52, GearAverage=3, num_adv=0)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6: Συσχέτιση της πλευρικής απόστασης με τη μέση ταχύτητα οδήγησης για οδηγούς που δεν παρατήρησαν αλλαγή στην οδηγική τους συμπεριφορά για διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες ή χωρίς. (Age=31, GearAverage=3, acc_in=0)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7: Συσχέτιση της πλευρικής απόστασης με τη μέση ταχύτητα οδήγησης για οδηγούς που παρατήρησαν αλλαγή στην οδηγική τους συμπεριφορά για διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες ή χωρίς. (Age=31, GearAverage=3, acc_in=0)

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

- Οι οδηγοί διατηρούσαν μεγαλύτερη πλευρική απόσταση στις διαδρομές που υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες συγκριτικά με εκείνες στις οποίες δεν υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες αποδεικνύοντας την επιρροή τους στην οδηγική συμπεριφορά των συμμετεχόντων, ανεξαρτήτως της ηλικίας τους.

- Οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας διατηρούσαν μικρότερη πλευρική απόσταση τόσο στις διαδρομές όπου υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού όσο και στις διαδρομές που δεν υπήρχαν, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη οδηγική τους εμπειρία.

- Σε όλα τα σενάρια οδήγησης οι συμμετέχοντες που οδηγούσαν με μεγαλύτερες ταχύτητες, είχαν τη τάση να απομακρύνονται περισσότερο από τη δεξιά οριογραμμή του οδοστρώματος, με την απόσταση αυτή να είναι μεγαλύτερη στα σενάρια στα οποία υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού.

- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι αντιλαμβάνονταν ότι οι διαφημιστικές πινακίδες επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά τους, φαίνεται να ήταν περισσότερο προσεκτικοί τηρώντας μικρότερες πλευρικές αποστάσεις στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες σε σχέση με τους υπόλοιπους.

5.3 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 ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού 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.

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.5. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των

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

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

AverReaction: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού (1=ναι, 0=όχι)

dist_week_in: πόσα km οδηγεί ο συμμετέχων σε αστική οδό την εβδομάδα (<15= 1, 16-50= 2, >51= 3, δεν ξέρω= 0)

dang_adv_in: πόσο επικίνδυνη θεωρεί ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων σε αστικό περιβάλλον (όχι= 1, λίγο= 2, μέτρια= 3, αρκετά= 4, πολύ= 5)

HWayAverage: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

BreakAverage: ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές AverReaction, HWayAverage και BreakAverage ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, η μεταβλητή Distractor ορίστηκε ως διακριτή (nominal) και τέλος, οι μεταβλητές dist_week_in και dang_adv_in ορίστηκαν ως διακριτές 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, για τη μεταβλητή dist_week_in οι δυνατές τιμές ήταν από 0 έως 3 και για τη μεταβλητή dang_adv_in οι δυνατές τιμές ήταν από 1 έως 5.

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 **AverReaction** (μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν), **HWayAverage** (μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα) και **BreakAverage** (ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: *Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών*

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
AverReaction	119	400,0	2843,5	1297,987	492,6106
HWayAverage	124	17,317	165,963	77,31472	33,388543
BrakeAverage	124	,586	8,653	2,71064	1,529415
Valid N (listwise)	119				

5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: *Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν*

Correlations

		Distractor	dist_week_in	dang_adv_in	in_freq
Distractor	Pearson Correlation	1	,000	,000	,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000
	N	124	124	124	124
dist_week_in	Pearson Correlation	,000	1	-,080	,462**
	Sig. (2-tailed)	1,000		,380	,000
	N	124	124	124	124
dang_adv_in	Pearson Correlation	,000	-,080	1	-,125
	Sig. (2-tailed)	1,000	,380		,165
	N	124	124	124	124
in_freq	Pearson Correlation	,000	,462**	-,125	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000	,165	
	N	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: *Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν*

Correlations

		Distractor	dist_week_in	dang_adv_in
Distractor	Pearson Correlation	1	,000	,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000
	N	124	124	124
dist_week_in	Pearson Correlation	,000	1	-,080
	Sig. (2-tailed)	1,000		,380
	N	124	124	124
dang_adv_in	Pearson Correlation	,000	-,080	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,380	
	N	124	124	124

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations

		HWayAverage	BrakeAverage	AverageSpeed	LateralPosition	GearAverage
HWayAverage	Pearson Correlation	1	-,062	,079	,138	,152
	Sig. (2-tailed)		,492	,383	,127	,093
	N	124	124	124	124	124
BrakeAverage	Pearson Correlation	-,062	1	,544**	,124	-,076
	Sig. (2-tailed)	,492		,000	,169	,403
	N	124	124	124	124	124
AverageSpeed	Pearson Correlation	,079	,544**	1	,157	,290**
	Sig. (2-tailed)	,383	,000		,081	,001
	N	124	124	124	124	124
LateralPosition	Pearson Correlation	,138	,124	,157	1	,288**
	Sig. (2-tailed)	,127	,169	,081		,001
	N	124	124	124	124	124
GearAverage	Pearson Correlation	,152	-,076	,290**	,288**	1
	Sig. (2-tailed)	,093	,403	,001	,001	
	N	124	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Correlations

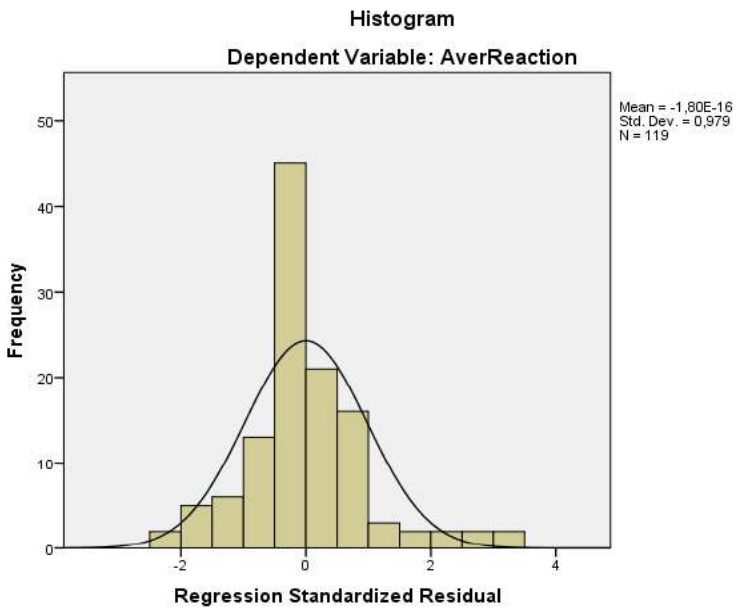
		HWayAverage	BrakeAverage
HWayAverage	Pearson Correlation	1	-,062
	Sig. (2-tailed)		,492
	N	124	124
BrakeAverage	Pearson Correlation	-,062	1
	Sig. (2-tailed)	,492	
	N	124	124

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.

5.3.4 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 των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού 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 (AverReaction). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του μέσου χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν.

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 βi, οι τιμές t του στατιστικού ελέγχου t-test και το σφάλμα της εξίσωσης.

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

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

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	1098,257	253,362		4,335	,000
	Distractor	145,518	82,968	,148	1,754	,082
	dist_week_in	147,179	53,670	,241	2,742	,007
	HWayAverage	-3,741	1,256	-,253	-2,978	,004
	BrakeAverage	-65,900	27,792	-,207	-2,371	,019
	dang_adv_in	98,237	41,568	,206	2,363	,020
	speed_adv_in	8,878	81,070	,010	,110	,913

a. Dependent Variable: AverReaction

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,451[a]	,203	,168	449,2851

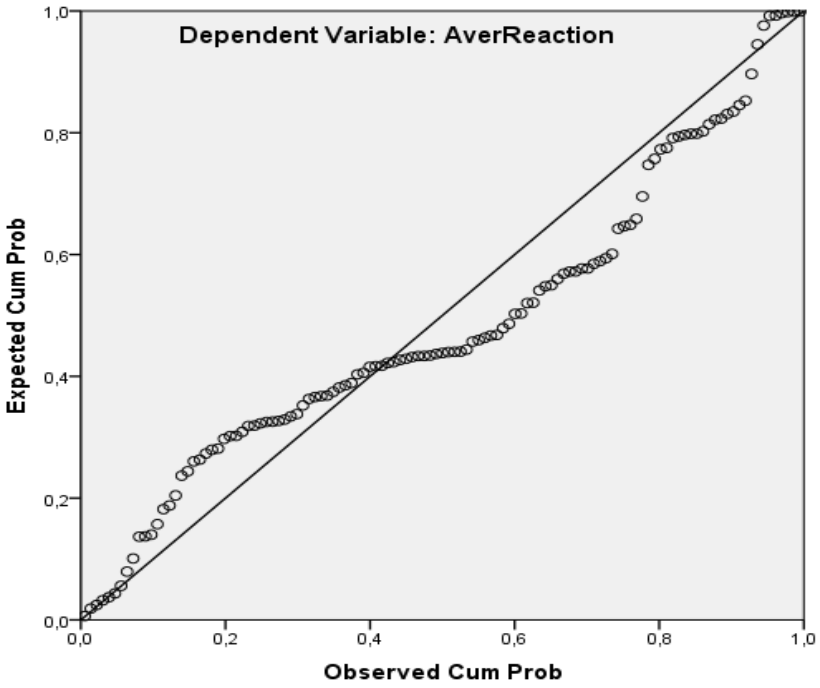
a. Predictors: (Constant), BrakeAverage, dist_week_in, Distractor, HWayAverage, dang_adv_in

b. Dependent Variable: AverReaction

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1113,238	212,319		5,243	,000
	Distractor	145,575	82,603	,148	1,762	,081
	dist_week_in	145,633	51,554	,238	2,825	,006
	dang_adv_in	99,071	40,685	,208	2,435	,016
	HWayAverage	-3,737	1,250	-,253	-2,990	,003
	BrakeAverage	-66,432	27,245	-,208	-2,438	,016

a. Dependent Variable: AverReaction



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.10: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,203 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 ύπαρξη ή όχι διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού
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 το μέσο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

AverReaction= 1113.238 +145.575*__Distractor__ +145.633*__dist_week_in__ +99.071*__dang_adv_in__ -3.737*__HWayAverage__ -66.432*__BreakAverage__

Όπου:

AverReaction: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν

Distractor: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού (1=ναι, 0=όχι)

dist_week_in: πόσα km οδηγεί ο συμμετέχων σε αστική οδό την εβδομάδα (<15= 1, 16-50= 2, >51= 3, δεν ξέρω= 0)

dang_adv_in: πόσο επικίνδυνη θεωρεί ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων σε αστικό περιβάλλον (όχι= 1, λίγο= 2, μέτρια= 3, αρκετά= 4, πολύ= 5)

HWayAverage: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

BreakAverage: ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» είναι θετικό, γεγονός που δείχνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο περισσότερο παίρνει την τιμή 1 που σημαίνει «οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού», τόσο **αυξάνεται η τιμή** της εξαρτημένης μεταβλητής «AverReaction». Δηλαδή, παρατηρείται ότι οι οδηγοί είχαν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού σε σχέση με τις διαδρομές στις οποίες δεν υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ερμηνεύσιμο, καθώς είναι φυσικό οι οδηγοί στο περιβάλλον στο οποίο υπάρχει παράγοντας απόσπασης προσοχής (διαφημιστικές πινακίδες) να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία να διατηρήσουν την προσοχή τους στραμμένη στη διαδρομή, με αποτέλεσμα να αργούν να αντιληφθούν τα πιθανά συμβάντα και έτσι να έχουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης.

Υπογραμμίζεται ότι η μεταβλητή «Distractor» θεωρείται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,762.

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ ΔΙΑΝΥΟΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

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

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,825.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ

Η διακριτή μεταβλητή «dang_adv_in» προέρχεται από το ερωτηματολόγιο στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες μετά την ολοκλήρωση του πειράματος και εξετάζει το πόσο επικίνδυνη θεωρούν την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού. Η μεταβλητή, αν και διακριτή, έχει την έννοια της φυσικής διάταξης, επομένως όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει σημαίνει ότι ο συμμετέχων τόσο περισσότερο θεωρεί επικίνδυνη την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων

παραπλεύρως της οδού. Στο μοντέλο εμφανίζεται με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει αυτή η μεταβλητή τόσο **αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης** του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν. Αυτό σημαίνει ότι οδηγοί οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής, τελικά αυτός φαινόταν όντως να τους επηρεάζει και να τους οδηγεί σε μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν είναι 2,435.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «HWayAverage» συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της συνεχούς αυτής μεταβλητής, οδηγεί σε **μείωση της τιμής** του χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει, ότι όσο μεγαλύτερη απόσταση διατηρεί ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα, τόσο μικρότερο χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν θα έχει. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς όσο μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας διατηρεί ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα, τόσο καλύτερη εποπτεία της οδού διαθέτει και έτσι έχει μικρότερο χρόνο αντίδρασης σε κάποιο συμβάν.

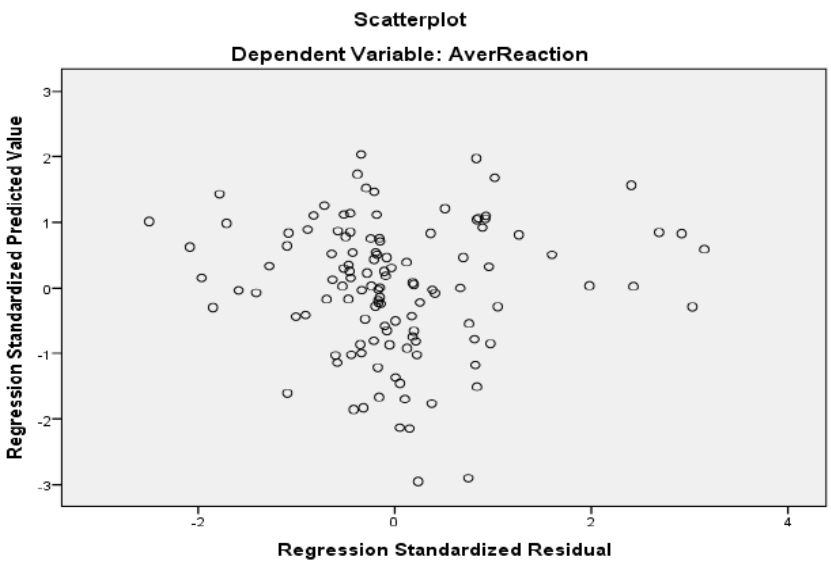
Η μεταβλητή «HWayAverage» θεωρείται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,990.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΠΑΤΟΥΣΕ ΦΡΕΝΟ

Η μεταβλητή «BreakAverage» παρουσιάζεται στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με αρνητικό πρόσημο. Αύξηση του ποσοστού της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο οδηγεί σε **μείωση του χρόνου αντίδρασης** του οδηγού. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί που χρησιμοποιούν το φρένο πιο συχνά έχουν τη δυνατότητα να αντιδράσουν πιο άμεσα σε κάποιο συμβάν και έτσι να έχουν καλύτερο χρόνο αντίδρασης.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,438.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας Χ 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.



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

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

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

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

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 5.16: *Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.*

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	**Χρόνος αντίδρασης**			
	βi	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Διαφημιστικές πινακίδες	145,575	1,762	0,142	1,00
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	145,633	2,825	0,685	4,84
Επικινδυνότητα διαφημιστικών πινακίδων	99,071	2,435	0,460	3,25
Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα	-3,737	-2,990	-0,562	-3,97
Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	-66,432	-2,438	-0,350	-2,47

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 «**Διαφημιστικές πινακίδες**» παρουσιάζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με $e_i = 0,142$.

- Την αμέσως **μικρότερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν** εμφάνισε η μεταβλητή «**Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο**» με επιρροή 2,47 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**».

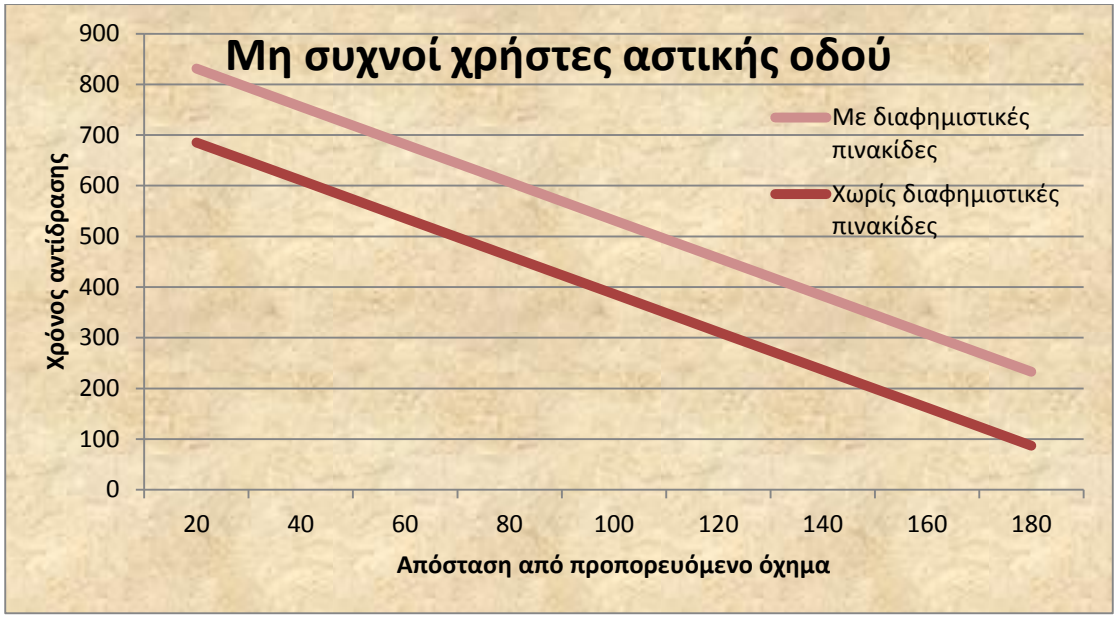
- Η μεταβλητή «**Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση**» φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες στο **μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν**. Έχει **4,84 φορές** μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**» και **1,22, 1,5** φορές μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές «**Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα**» «**Επικινδυνότητα διαφημιστικών πινακίδων**» που είναι η **δεύτερη και τρίτη τη τάξει επιρροής** στο χρόνο αντίδρασης.

- Η μεταβλητή «**Επικινδυνότητα διαφημιστικών πινακίδων**» επηρεάζει σημαντικά το μέσο χρόνο αντίδρασης και μάλιστα κατά **3,25** φορές περισσότερο από τη μεταβλητή που αντιπροσωπεύει την ύπαρξη ή όχι **διαφημιστικών πινακίδων** παραπλεύρως της οδού.

- Τέλος, η μεταβλητή «**Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα**» εμφανίζει **3,97** φορές μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**».

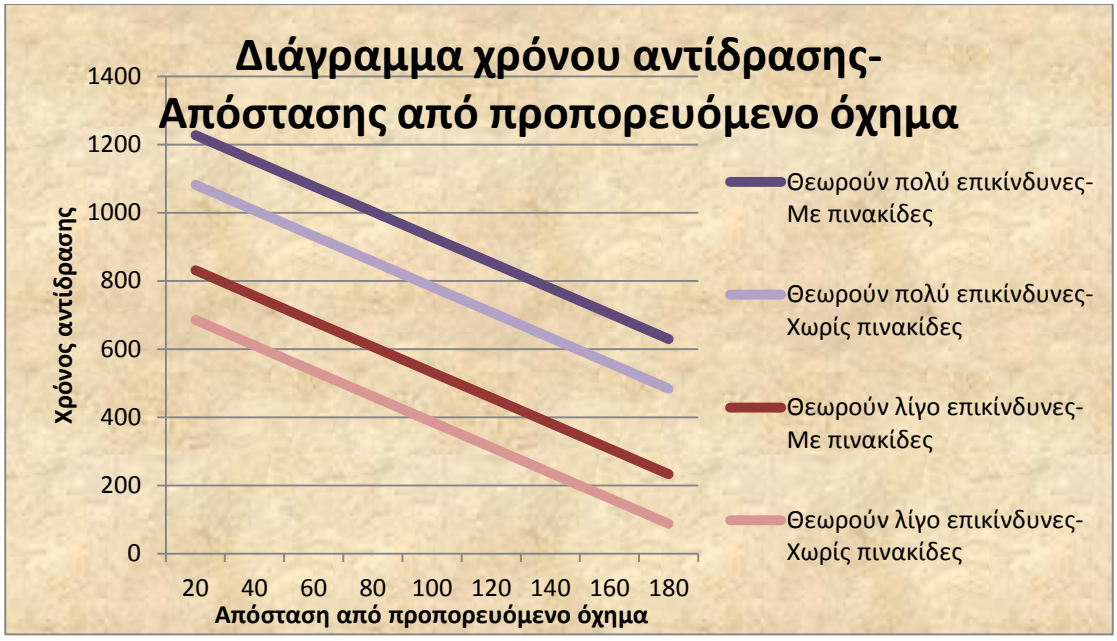
5.3.8 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα για μη συχνούς χρήστες αστικής οδού σε διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού ή χωρίς. (dang_adv_in=1, dist_week_in=1, BreakAverage=9)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.13: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με το ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο για συχνούς χρήστες αστικής οδού σε διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού ή χωρίς (dang_adv_in=1, dist_week_in=3, BreakAverage=9)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.14: Συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν με την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα για συμμετέχοντες που θεωρούσαν λίγο ή πολύ επικίνδυνες τις διαφημιστικές πινακίδες σε διαδρομές που αυτές υπήρχαν ή όχι (dist_week_in=1, BreakAverage=9)

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

- Οι συμμετέχοντες παρουσίασαν σε οποιαδήποτε περίπτωση μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν στις διαδρομές που υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες συγκριτικά με τις διαδρομές στις οποίες δεν υπήρχαν.

- Οι οδηγοί εμφάνιζαν μικρότερους χρόνους αντίδρασης όσο αυξανόταν η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, καθώς διέθεταν καλύτερη οπτική των συνθηκών που επικρατούσαν στην οδό, τόσο στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες όσο και σε αυτές χωρίς.

- Όσο αυξανόταν το ποσοστό που οι οδηγοί πατούσαν φρένο, γεγονός που τους καθιστά πιο προσεκτικούς στην οδήγηση, φαίνεται να μειωνόταν ο χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν, ανεξάρτητα αν στη διαδρομή υπήρχαν ή όχι διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού.

- Για τους συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων επικίνδυνη σε αστική περιοχή, αποδείχθηκε όντως παράγοντας απόσπασης της προσοχής, καθώς παρουσίασαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με αυτούς που δε θεωρούσαν επικίνδυνη την ύπαρξη τους. Και στις δύο περιπτώσεις οι οδηγοί παρουσίασαν μεγαλύτερους χρόνους

αντίδρασης στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού.

5.4 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 ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αυτή. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης.

5.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

LogV: μέση ταχύτητα οδήγησης

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

Distractor: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού (1=ναι, 0=όχι)

sex: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=0)

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος

acc_in: αν έχει συμβεί στο συμμετέχοντα ατύχημα σε αστικό περιβάλλον (1=ναι, 0=όχι)

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

dang_adv_in: πόσο επικίνδυνη θεωρεί ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων σε αστικό περιβάλλον (όχι= 1, λίγο= 2, μέτρια= 3, αρκετά= 4, πολύ= 5)

BreakAverage: ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

RspurAverage: απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές LogV, Age, BreakAverage και RspurAverage ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές Distractor, sex, acc_in και Traffic ορίστηκαν ως διακριτές (nominal), ενώ μόνο η μεταβλητή dang_adv_in ορίστηκε ως διακριτή έχοντας την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές για τη μεταβλητή dang_adv_in ήταν από 1 έως 5, ενώ για τις υπόλοιπες διακριτές μεταβλητές (nominal) διακρίθηκαν δύο κατηγορίες στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1.

5.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων** (analyze >descriptive statistics >descriptive >options). Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι, οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται μόνο οι μεταβλητές **LogV** (μέση ταχύτητα οδήγησης), **Age** (η ηλικία του συμμετέχοντος), **BreakAverage** (το ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο) και **RspurAverage** (απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: *Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών*

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
LogV	124	1,413	1,716	1,52318	,054315
Age	124	21	31	24,29	2,354
BrakeAverage	124	,586	8,653	2,71064	1,529415
RspurAverage	124	1,822	4,258	3,05182	,678888
Valid N (listwise)	124				

5.4.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: *Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης*

Correlations

		Distractor	sex	acc_in	num_adv	b_adv	dang_adv_in	speed_adv_in
Distractor	Pearson Correlation	1	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	N	124	124	124	124	124	124	124
sex	Pearson Correlation	,000	1	,300**	,249**	,276**	-,137	-,438**
	Sig. (2-tailed)	1,000		,001	,005	,002	,131	,000
	N	124	124	124	124	124	124	124
acc_in	Pearson Correlation	,000	,300**	1	,338**	,160	-,065	-,074
	Sig. (2-tailed)	1,000	,001		,000	,075	,473	,414
	N	124	124	124	124	124	124	124
num_adv	Pearson Correlation	,000	,249**	,338**	1	,878	,175	,198*
	Sig. (2-tailed)	1,000	,005	,000		,000	,052	,027
	N	124	124	124	124	124	124	124
b_adv	Pearson Correlation	,000	,276**	,160	,878**	1	,135	,014
	Sig. (2-tailed)	1,000	,002	,075	,000		,136	,875
	N	124	124	124	124	124	124	124
dang_adv_in	Pearson Correlation	,000	-,137	-,065	,175	,135	1	,157
	Sig. (2-tailed)	1,000	,131	,473	,052	,136		,081
	N	124	124	124	124	124	124	124
speed_adv_in	Pearson Correlation	,000	-,438**	-,074	,198*	,014	,157	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	,000	,414	,027	,875	,081	
	N	124	124	124	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: *Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης της μέσης ταχύτητας οδήγησης*

Correlations

		Distractor	sex	acc_in	dang_adv_in	Traffic
Distractor	Pearson Correlation	1	,000	,000	,000	,000
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	1,000	1,000
	N	124	124	124	124	124
sex	Pearson Correlation	,000	1	,300**	-,137	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000		,001	,131	1,000
	N	124	124	124	124	124
acc_in	Pearson Correlation	,000	,300**	1	-,065	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000	,001		,473	1,000
	N	124	124	124	124	124
dang_adv_in	Pearson Correlation	,000	-,137	-,065	1	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000	,131	,473		1,000
	N	124	124	124	124	124
Traffic	Pearson Correlation	,000	,000	,000	,000	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	1,000	1,000	
	N	124	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: *Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης*

Correlations

		Age	LateralPosition	RspurAverage	BrakeAverage	HWayAverage	GearAverage
Age	Pearson Correlation	1	-,136	,075	,144	-,145	,021
	Sig. (2-tailed)		,133	,410	,111	,107	,821
	N	124	124	124	124	124	124
LateralPosition	Pearson Correlation	-,136	1	-,943**	,124	,138	,288**
	Sig. (2-tailed)	,133		,000	,169	,127	,001
	N	124	124	124	124	124	124
RspurAverage	Pearson Correlation	,075	-,943**	1	-,119	-,116	-,226*
	Sig. (2-tailed)	,410	,000		,186	,199	,012
	N	124	124	124	124	124	124
BrakeAverage	Pearson Correlation	,144	,124	-,119	1	-,062	-,076
	Sig. (2-tailed)	,111	,169	,186		,492	,403
	N	124	124	124	124	124	124
HWayAverage	Pearson Correlation	-,145	,138	-,116	-,062	1	,152
	Sig. (2-tailed)	,107	,127	,199	,492		,093
	N	124	124	124	124	124	124
GearAverage	Pearson Correlation	,021	,288**	-,226*	-,076	,152	1
	Sig. (2-tailed)	,821	,001	,012	,403	,093	
	N	124	124	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης

Correlations

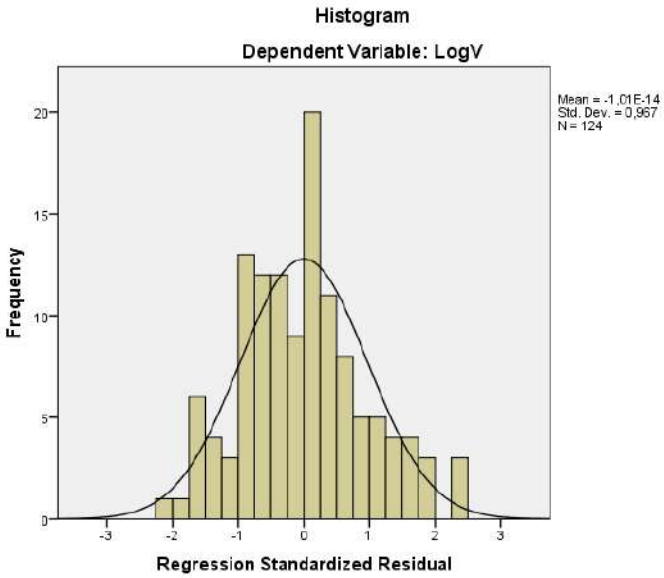
		Age	RspurAverage	BrakeAverage
Age	Pearson Correlation	1	,075	,144
	Sig. (2-tailed)		,410	,111
	N	124	124	124
RspurAverage	Pearson Correlation	,075	1	-,119
	Sig. (2-tailed)	,410		,186
	N	124	124	124
BrakeAverage	Pearson Correlation	,144	-,119	1
	Sig. (2-tailed)	,111	,186	
	N	124	124	124

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 πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα.

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 των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.15: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης ταχύτητας οδήγησης

5.4.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

Τα δεδομένα που εξετάζονται για την **αξιολόγηση του μοντέλου** είναι ο συντελεστής R^2 οι συντελεστές της εξίσωσης βi, 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.

5.4.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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

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

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,280	,067		19,219	,000
	Distractor	-,010	,007	-,094	-1,437	,153
	sex	,036	,007	,328	4,766	,000
	Age	,005	,002	,229	2,925	,004
	acc_in	-,017	,009	-,158	-2,010	,047
	Traffic	-,030	,007	-,275	-4,203	,000
	LateralPosition	,009	,006	,116	1,698	,092
	BrakeAverage	,017	,002	,474	7,087	,000
	observ	,019	,022	,061	,849	,398

a. Dependent Variable: LogV

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,736[a]	,542	,510	,038031

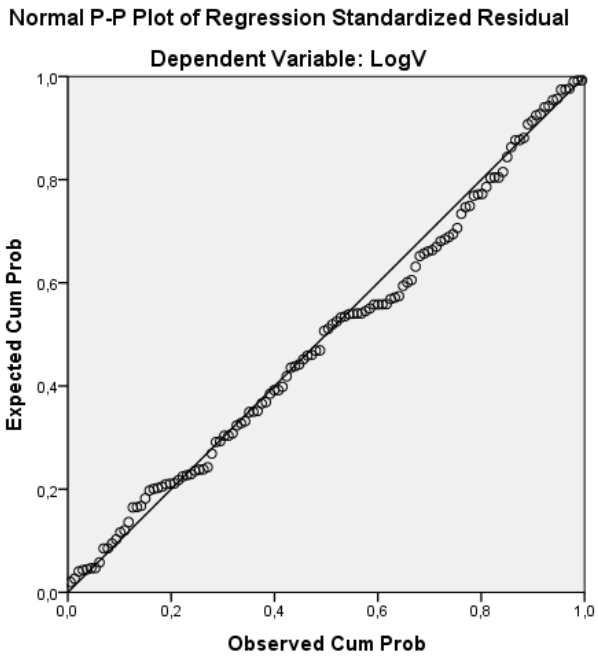
a. Predictors: (Constant), RspurAverage, Age, Traffic, Distractor, sex, BrakeAverage, dang_adv_in, acc_in

b. Dependent Variable: LogV

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,404	,041		34,338	,000
	Distractor	-,010	,007	-,094	-1,477	,142
	sex	,035	,007	,323	4,790	,000
	Age	,004	,002	,177	2,335	,021
	acc_in	-,016	,008	-,149	-2,008	,047
	Traffic	-,030	,007	-,274	-4,300	,000
	dang_adv_in	-,009	,004	-,173	-2,453	,016
	BrakeAverage	,016	,002	,447	6,827	,000
	RspurAverage	-,012	,005	-,149	-2,240	,027

a. Dependent Variable: LogV



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.16: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,542 στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης
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 ύπαρξη ή όχι διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού
iv. Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών του
v. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο διάγραμμα 5.16 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**.

5.4.7 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:

LogV= +1.404 -0.010***Distractor** +0.035***sex** +0.004***Age** -0.016***acc_in** -0.030***Traffic** -0.009***dang_adv_in** +0.016***BreakAverage** -0.012***RspurAverage**

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

V= $10^{(+1.404 -0.010*\mathbf{Distractor} +0.035*\mathbf{sex} +0.004*\mathbf{Age} -0.016*\mathbf{acc_in} -0.030*\mathbf{Traffic} -0.009*\mathbf{dang_adv_in} +0.016*\mathbf{BreakAverage} -0.012*\mathbf{RspurAverage})}$

Όπου:

LogV: μέση ταχύτητα οδήγησης

Distractor: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού (1=ναι, 0=όχι)

sex: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=0)

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος

acc_in: αν έχει συμβεί στο συμμετέχοντα ατύχημα σε αστικό περιβάλλον (1=ναι, 0=όχι)

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

dang_adv_in: πόσο επικίνδυνη θεωρεί ο συμμετέχων την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων σε αστικό περιβάλλον (όχι= 1, λίγο= 2, μέτρια= 3, αρκετά= 4, πολύ= 5)

BreakAverage: ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

RspurAverage: απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής «Distractor» στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης εμφανίζεται αρνητικό. Αυτό συνεπάγεται ότι αύξηση της διακριτής αυτής μεταβλητής, δηλαδή όσο πλησιάζει την τιμή 1 (οδήγηση σε αστικό περιβάλλον με την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού), έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι, όταν οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον το οποίο ήταν περισσότερο επιβαρυμένο με παράγοντες απόσπασης προσοχής (διαφημιστικές πινακίδες), οδηγούσαν με χαμηλότερη ταχύτητα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,477 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «sex» εμφανίζεται στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται η μέση ταχύτητα**. Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι άνδρες (τιμή 1 της μεταβλητής) παρουσιάζουν ψηλότερη ταχύτητα από εκείνη των γυναικών (τιμή 0 της μεταβλητής). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας, που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και να οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες σε σύγκριση με τους άνδρες.

Η τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας είναι 4,790

ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «Age», συνεπάγεται ότι αύξηση της τιμής της συνεχούς αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση της τιμής** της

εξαρτημένης μεταβλητής «LogV». Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο, καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του συμμετέχοντος, τόσο πιθανόν μεγαλύτερη είναι και η οδηγική του εμπειρία. Επομένως, οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη επίγνωση των ικανοτήτων τους για το χειρισμό του οχήματος σε σχέση με το χρόνο αντίδρασης, την απόσταση πέδησης και τις δυνατότητες πραγματοποίησης ελιγμών, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στην αύξηση της ταχύτητάς τους

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,335.

ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ ΣΕ ΑΤΥΧΗΜΑ

Η μεταβλητή «acc_in» προέκυψε από το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες και αναφέρεται στο εάν έχουν εμπλακεί ποτέ στο παρελθόν σε ατύχημα οδηγώντας σε αστική περιοχή. 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 «LogV». Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί λαμβάνοντας υπόψη ότι, όσοι οδηγοί έχουν εμπλακεί σε ατύχημα, πιθανόν αυτό να τους έχει επιβαρύνει με άγχος και ανασφάλεια κατά την οδήγηση ώστε να αποφύγουν στο μέλλον αντίστοιχες καταστάσεις. Για αυτό το λόγο η οδήγησή τους φαίνεται να είναι περισσότερο επιφυλακτική και να έχουν την τάση να διατηρούν χαμηλότερες ταχύτητες σε σχέση με αυτούς που δεν έχουν εμπλακεί ποτέ σε ατύχημα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 2,008 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της διακριτής αυτής 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 απολύτως λογικό, καθώς χαμηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει 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 4,300 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ

Η διακριτή μεταβλητή dang_adv_in προέρχεται από το ερωτηματολόγιο στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες μετά την ολοκλήρωση του πειράματος και εξετάζει το πόσο επικίνδυνη θεωρούν την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού. Η μεταβλητή, αν και διακριτή, έχει την έννοια της φυσικής διάταξης, επομένως όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει σημαίνει ότι ο συμμετέχων τόσο περισσότερο θεωρεί επικίνδυνη την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού. Στο μοντέλο εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει αυτή η μεταβλητή τόσο **μειώνεται η μέση ταχύτητα** του οδηγού. Αυτό σημαίνει ότι οδηγοί οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής, τελικά ήταν αυτοί οι οποίοι οδηγούσαν πιο προσεκτικά διατηρώντας χαμηλότερη ταχύτητα οδήγησης.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης είναι 2,453.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ Ο ΣΥΜΜΕΤΕΧΩΝ ΠΑΤΟΥΣΕ ΦΡΕΝΟ

Η μεταβλητή «BreakAverage» παρουσιάζεται στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης με θετικό πρόσημο. Αύξηση του ποσοστού της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο οδηγεί σε **αύξηση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι, οι οδηγοί που ανέπτυξαν μεγαλύτερες ταχύτητες, κατέφυγαν περισσότερες φορές να πατήσουν το φρένο προκειμένου να ελέγξουν την πορεία του οχήματος, να πραγματοποιήσουν κάποιο ελιγμό ή να αποφύγουν κάποιο απρόοπτο συμβάν. Αντίθετα, οι οδηγοί που διατηρούσαν χαμηλότερες ταχύτητες, είχαν πιο σταθερή και καλύτερα ελεγχόμενη οδήγηση, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούν λιγότερες φορές το φρένο.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 6,827.

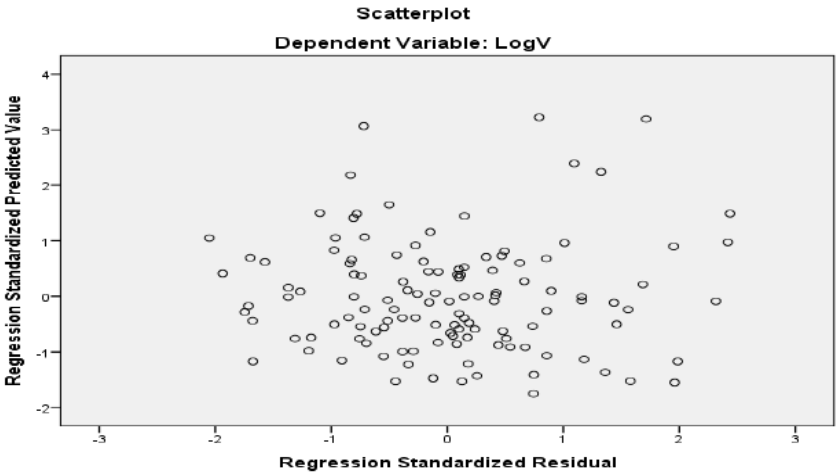
ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

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 2,240.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας Χ 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.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.17 : Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο

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

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

5.4.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

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

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

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

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 5.24: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης ταχύτητας οδήγησης

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	**Μέση ταχύτητα οδήγησης**			
	βi	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Διαφημιστικές πινακίδες	-0,010	-1,477	-0,003	1,00
Φύλο	0,035	4,790	0,011	-3,61
Ηλικία	0,004	2,335	0,061	-19,43
Εμπλοκή σε ατύχημα	-0,016	-2,008	-0,004	1,34
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,030	-4,300	-0,009	3,00
Επικινδυνότητα διαφημιστικών πινακίδων	-0,009	-2,453	-0,014	4,30
Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	0,016	6,827	0,027	-8,67
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,012	-2,240	-0,023	7,32

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

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης, παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή e_i = -0,003.

- Την αμέσως **μικρότερη επιρροή στο λογάριθμο της ταχύτητας** εμφάνισαν οι μεταβλητές «**Εμπλοκή σε ατύχημα**», «**Κυκλοφοριακές συνθήκες**», «**Φύλο**» και «**Επικινδυνότητα διαφημιστικών πινακίδων**» με επιρροή 1,34, 3,00, 3,61 και 4,30 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**».

- Η μεταβλητή «**Ηλικία**» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Έχει **19,43 φορές** μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**» και **2,24, 2,65** φορές μεγαλύτερη από τις μεταβλητές «**Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο**», «**Απόσταση από τον άξονα της οδού**» που είναι η **δεύτερη και τρίτη τη τάξει επιρροή** στη μέση ταχύτητα.

- Η μεταβλητή «**Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο**» επηρεάζει σημαντικά τη μέση ταχύτητα οδήγησης και μάλιστα κατά **8,67** φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**». Επίσης, επηρεάζει **2,02** φορές περισσότερο το μοντέλο από την «**Επικινδυνότητα διαφημιστικών πινακίδων**» και **1,18** φορές από τη μεταβλητή «**Απόσταση από τον άξονα της οδού**».

- Τέλος, η μεταβλητή «**Απόσταση από τον άξονα της οδού**» εμφανίζει **7,32** μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο σε σχέση με τη μεταβλητή «**Διαφημιστικές πινακίδες**» και **2,03** φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Φύλο**».

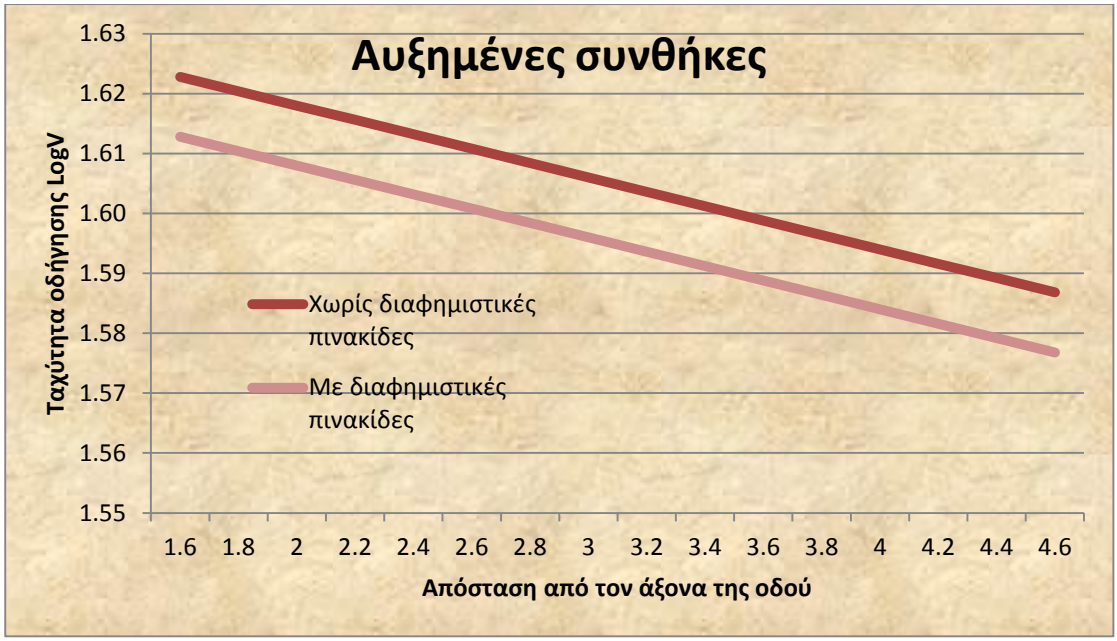
5.4.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

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.

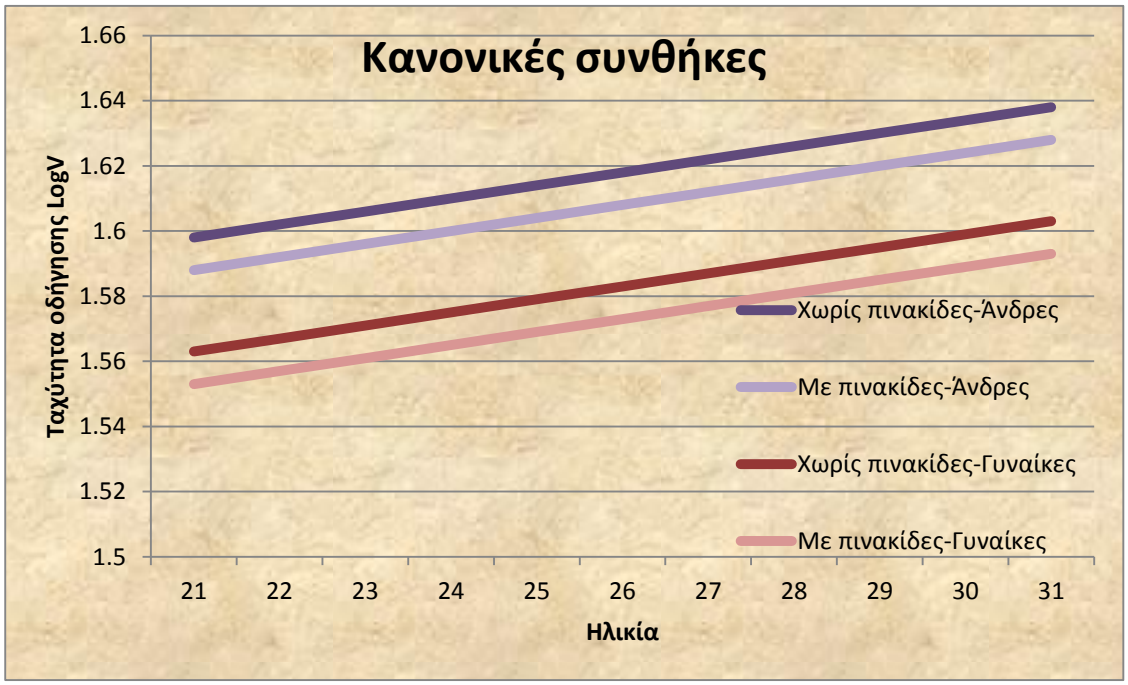
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.18: Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο για κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (RspurAverage=5, Age=31, sex=0, acc_in=0, dang_adv_in=1)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.19: *Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο για αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (RspurAverage=5, Age=31, sex=0, acc_in=0, dang_adv_in=1)*

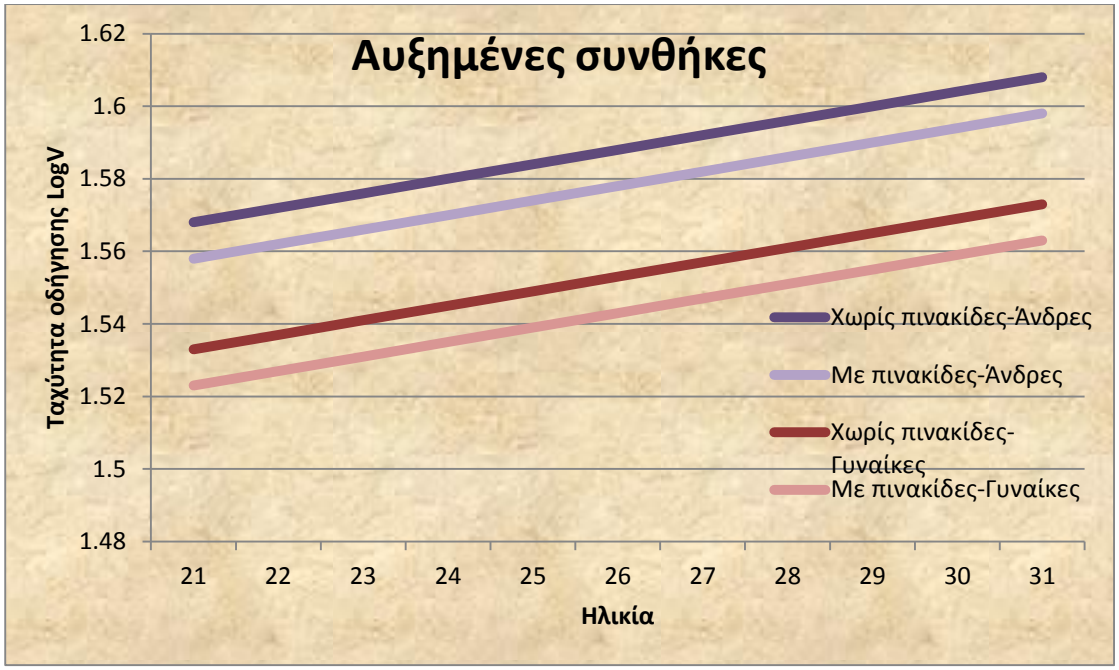
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.20: *Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με την απόσταση από τον άξονα της οδού για κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (BreakAverage=9, Age=31, sex=0, acc_in=0, dang_adv_in=1)*



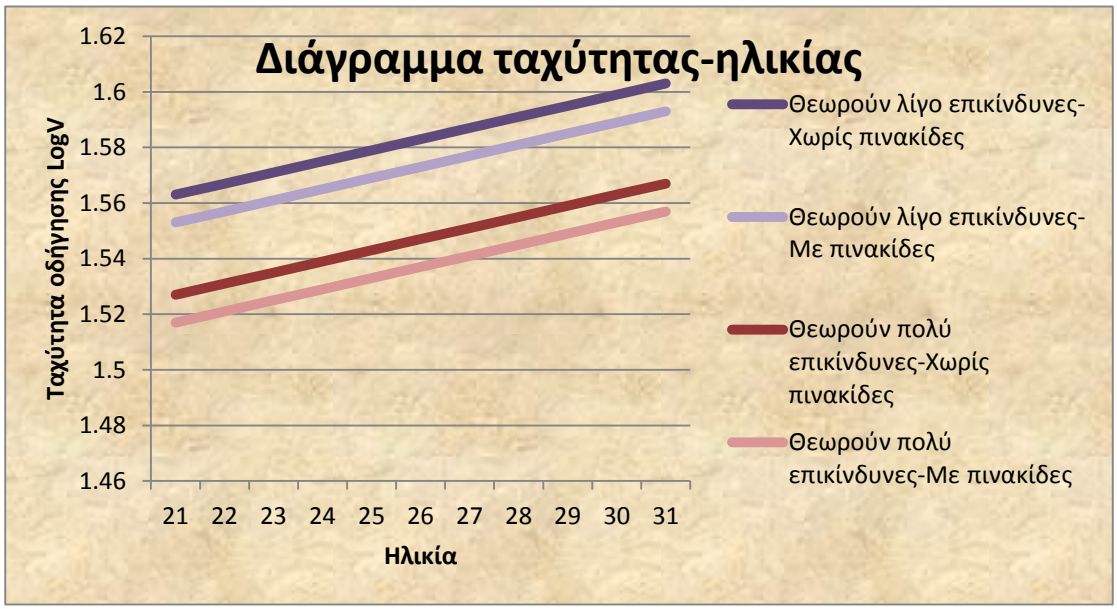
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.21: Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με την απόσταση από τον άξονα της οδού για αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων (BreakAverage=9, Age=31, sex=0, acc_in=0, dang_adv_in=1)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.22: Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με την ηλικία για κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων για άνδρες και γυναίκες οδηγούς (RspurAverage=5, BreakAverage=9, Age=31, acc_in=0, dang_adv_in=1)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.23: *Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με την ηλικία για αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων για άνδρες και γυναίκες οδηγούς (RspurAverage=5, BreakAverage=9, Age=31, acc_in=0, dang_adv_in=1)*



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.24: *Συσχέτιση μέση ταχύτητας οδήγησης με την ηλικία σε διαδρομές με ή χωρίς την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων για οδηγούς που θεωρούν λίγο ή πολύ επικίνδυνη την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων σε αστική οδό. (RspurAverage=5, BreakAverage=9, Age=31, acc_in=0, sex=0)*

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

- Οι συμμετέχοντες σε όλες τις περιπτώσεις ελάττωναν την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, πιθανώς λόγω του επιβαρυμένου περιβάλλοντος οδήγησης.

- Οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας, εξαιτίας της οδηγικής εμπειρίας που διέθεταν, φαίνεται να οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα, ανεξάρτητα από το είδος της διαδρομής.

- Οι οδηγοί οι οποίοι φαίνεται να πατούσαν φρένο σε μεγαλύτερο ποσοστό της διαδρομής, ήταν και αυτοί οι οποίοι είχαν αναπτύξει την μεγαλύτερη ταχύτητα τόσο στις διαδρομές με διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, όσο και σε αυτές στις οποίες δεν υπήρχαν.

- Οι συμμετέχοντες οι οποίοι διατηρούσαν μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της οδού, οδηγούσαν και με μικρότερη ταχύτητα ανεξάρτητα αν στη διαδρομή υπήρχαν ή όχι διαφημιστικές πινακίδες, 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 στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, όσο και σε αυτές στις οποίες δεν υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες.

- Όσοι από τους συμμετέχοντες δε θεωρούσαν σημαντικό κίνδυνο για τους οδηγούς την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων στις αστικές οδούς, φαίνεται να είναι και αυτοί οι οποίοι οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα, σε σχέση με αυτούς που θεωρούσαν επικίνδυνη την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων. Και οι δύο παραπάνω κατηγορίες οδηγών ελάττωναν την ταχύτητα με την οποία οδηγούσαν στις διαδρομές στις οποίες υπήρχαν διαφημιστικές πινακίδες σε σχέση με τις διαδρομές στις οποίες δεν υπήρχαν.

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

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** και θα διερευνηθεί η επιρροή της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αυτή. Σημειώνεται ότι θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

5.5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

LogHway: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

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

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος

sex: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=0)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές LogHway και Age ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, οι μεταβλητές sex και Traffic ορίστηκαν ως διακριτές (nominal), χωρίς να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι διακριτές μεταβλητές (nominal) διακρίθηκαν δύο κατηγορίες στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1.

5.5.2 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 **LogHway** (μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα) και **Age** (η ηλικία του συμμετέχοντα). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25: *Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών*

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Age	124	21	31	24,29	2,354
LogHway	124	1,24	2,22	1,8440	,20280
Valid N (listwise)	124				

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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26: *Απόρριψη διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα*

Correlations

		sex	Traffic	Distractor	b_adv	num_adv	dang_adv_in
sex	Pearson Correlation	1	,000	,000	,276**	,249**	-,137
	Sig. (2-tailed)		1,000	1,000	,002	,005	,131
	N	124	124	124	124	124	124
Traffic	Pearson Correlation	,000	1	,000	,000	,000	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000
	N	124	124	124	124	124	124
Distractor	Pearson Correlation	,000	,000	1	,000	,000	,000
	Sig. (2-tailed)	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000
	N	124	124	124	124	124	124
b_adv	Pearson Correlation	,276**	,000	,000	1	,878**	,135
	Sig. (2-tailed)	,002	1,000	1,000		,000	,136
	N	124	124	124	124	124	124
num_adv	Pearson Correlation	,249**	,000	,000	,878**	1	,175
	Sig. (2-tailed)	,005	1,000	1,000	,000		,052
	N	124	124	124	124	124	124
dang_adv_in	Pearson Correlation	-,137	,000	,000	,135	,175	1
	Sig. (2-tailed)	,131	1,000	1,000	,136	,052	
	N	124	124	124	124	124	124

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.27: *Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών μοντέλου μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα*

Correlations

		sex	Traffic
sex	Pearson Correlation	1	,000
	Sig. (2-tailed)		1,000
	N	124	124
Traffic	Pearson Correlation	,000	1
	Sig. (2-tailed)	1,000	
	N	124	124

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.28: *Απόρριψη συνεχών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα*

Correlations

		Age	LateralPosition	RspurAverage	BrakeAverage	AverageSpeed	WheelAverage
Age	Pearson Correlation	1	-,136	,075	,144	,243**	,008
	Sig. (2-tailed)		,133	,410	,111	,007	,927
	N	124	124	124	124	124	124
LateralPosition	Pearson Correlation	-,136	1	-,943**	,124	,157	,091
	Sig. (2-tailed)	,133		,000	,169	,081	,317
	N	124	124	124	124	124	124
RspurAverage	Pearson Correlation	,075	-,943**	1	-,119	-,210*	,026
	Sig. (2-tailed)	,410	,000		,186	,020	,774
	N	124	124	124	124	124	124
BrakeAverage	Pearson Correlation	,144	,124	-,119	1	,544**	,122
	Sig. (2-tailed)	,111	,169	,186		,000	,177
	N	124	124	124	124	124	124
AverageSpeed	Pearson Correlation	,243**	,157	-,210*	,544**	1	,046
	Sig. (2-tailed)	,007	,081	,020	,000		,615
	N	124	124	124	124	124	124
WheelAverage	Pearson Correlation	,008	,091	,026	,122	,046	1
	Sig. (2-tailed)	,927	,317	,774	,177	,615	
	N	124	124	124	124	124	124

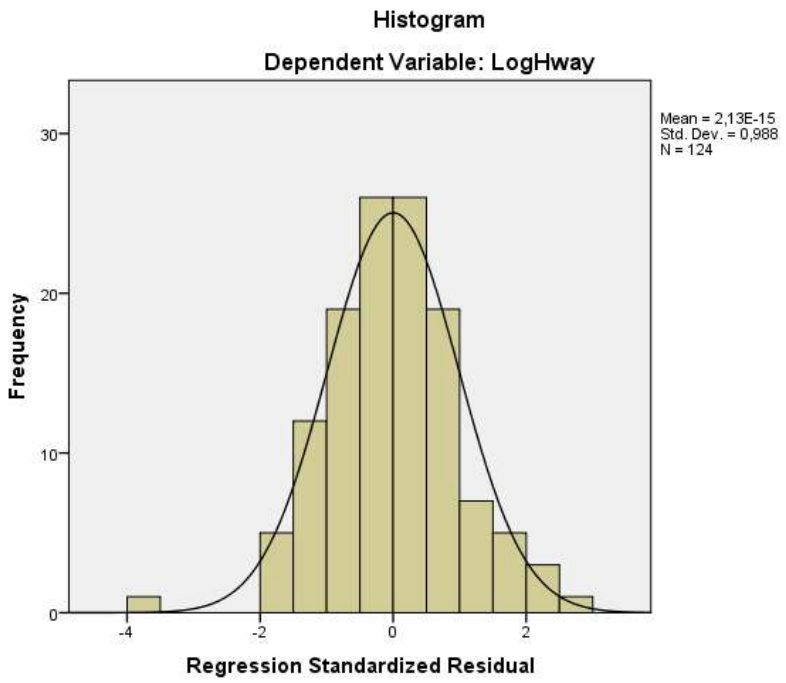
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίστηκε, δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Συνεπώς, οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στο τελικό μοντέλο της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.

5.5.4 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 των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω του μοντέλου της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (LogHway). 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 5.25: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

5.5.5 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 βi, 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 απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και με την ανάπτυξη **μοντέλου λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτό περιγράφεται στη συνέχεια.

5.5.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.29: *Πίνακας απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση*

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,312	,111		20,812	,000
	Traffic	-,326	,021	-,806	-15,363	,000
	sex	-,041	,021	-,102	-1,961	,052
	Age	-,012	,004	-,136	-2,598	,011
	AccProbSum	-,005	,054	-,005	-,093	,926

a. Dependent Variable: LogHway

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.30: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης μοντέλου μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,823[a]	,677	,669	,11660

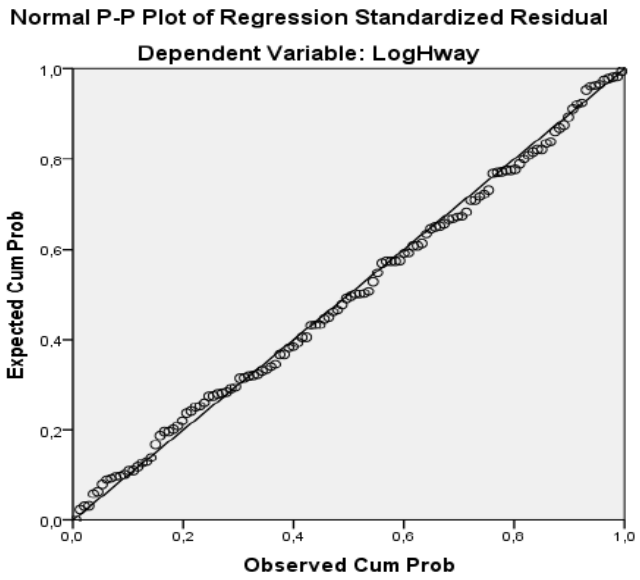
a. Predictors: (Constant), sex, Traffic, Age

b. Dependent Variable: LogHway

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,311	,110		21,022	,000
	Traffic	-,325	,021	-,805	-15,534	,000
	Age	-,012	,004	-,135	-2,609	,010
	sex	-,041	,021	-,102	-1,967	,051

a. Dependent Variable: LogHway



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.26: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,677 στο μοντέλο 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 **ΔΕΝ εμπεριέχεται η μεταβλητή Distractor** που αντιπροσωπεύει την ύπαρξη ή όχι διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού

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

v. Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα **τυπικά σφάλματα** στο διάγραμμα 5.26 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**.

5.5.7 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 απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

LogHway= 2.311 -0.325***Traffic** -0.012***Age** -0.041***sex**

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

Hway= $10^{(2.311 -0.325*\mathbf{Traffic} -0.012*\mathbf{Age} -0.041*\mathbf{sex})}$

Όπου:

LogHway: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

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

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος

sex: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=0)

<u>ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ</u>

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Traffic» στο μοντέλο συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **μείωση της τιμής** της μέσης απόστασης του οδηγού από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, όταν στην αστική οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 1 της μεταβλητής), οι αποστάσεις μεταξύ των οχημάτων ήταν μικρότερες από όταν στην οδό επικρατούσε χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται απολύτως λογικό, καθώς χαμηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει λιγότερα οχήματα στην οδό, οπότε και ο οδηγός έχει

τη δυνατότητα να διατηρήσει μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και να οδηγεί με μεγαλύτερη άνεση, από ότι αν στην ίδια οδό επικρατούσε υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής είναι 15,534 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

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

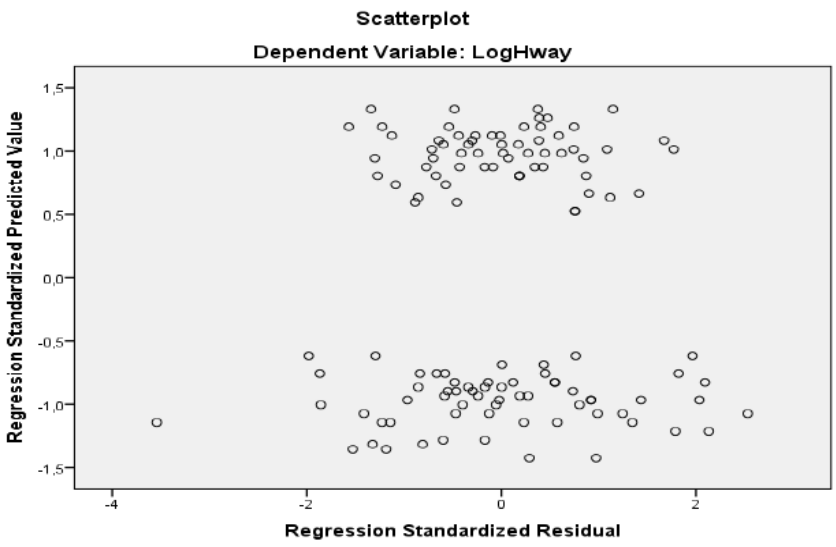
Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 2,609.

ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΟΣ

Η διακριτή μεταβλητή «sex» εμφανίζεται στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **μειώνεται η απόσταση** που διατηρεί ο οδηγός. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι άνδρες (τιμή 1 της μεταβλητής) διατηρούν μικρότερη απόσταση από τα προπορευόμενα οχήματα σε σχέση με αυτή που διατηρούν οι γυναίκες (τιμή 0 της μεταβλητής). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και να οδηγούν με μεγαλύτερη προσοχή σε σύγκριση με τους άνδρες.

Η τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα είναι 1,967.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας Χ 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.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.27: 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.

5.5.8 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 απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η κατά 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

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

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

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 5.31: *Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα*

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	**Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα**			
	βi	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,325	-15,534	-0,084	7,68
Ηλικία	-0,012	-2,609	-0,150	13,77
Φύλο	-0,041	-1,967	-0,011	1,00

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

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

- Η μεταβλητή «**Φύλο**» παρουσιάζει τη **μικρότερη σχετική επιρροή** στην εξαρτημένη μεταβλητή συγκριτικά με τις υπόλοιπες με ei = -0,011.

- Την αμέσως **μικρότερη επιρροή στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** εμφάνισε η μεταβλητή «**Κυκλοφοριακές συνθήκες**» με επιρροή 7,68 μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**Φύλο**».

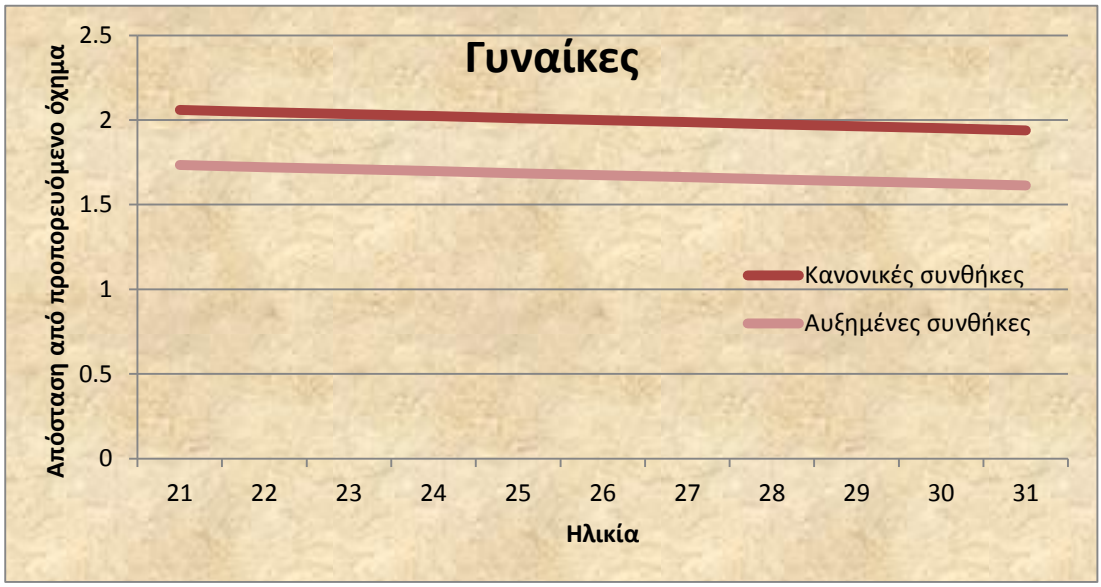
- Η μεταβλητή «**Ηλικία**» έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο. Έχει **13,77** φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «**Φύλο**» και **1,79** φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μεταβλητή «**Κυκλοφοριακές συνθήκες**».

5.5.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

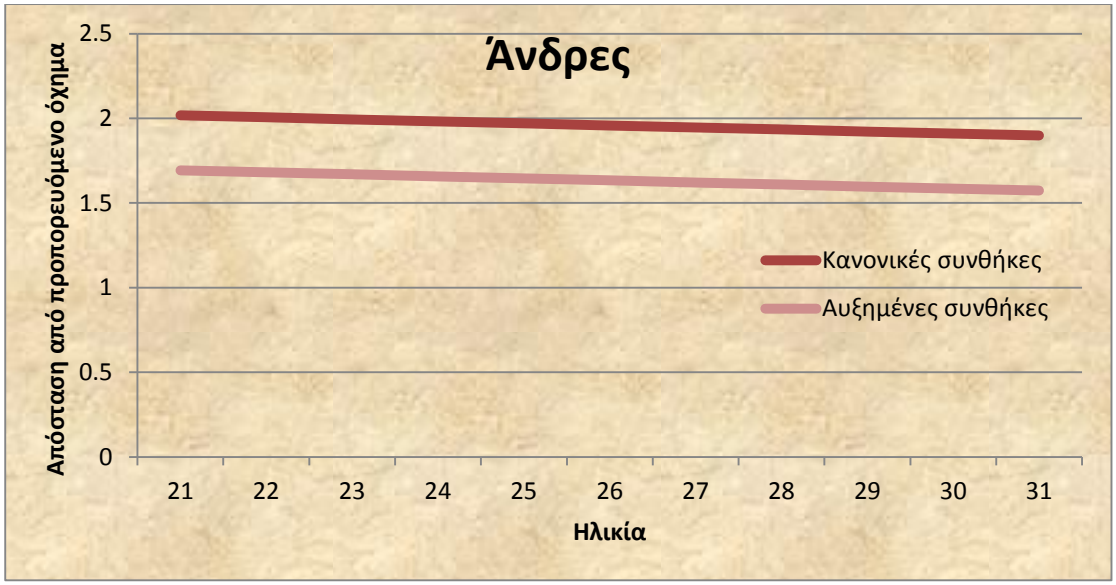
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.28: Συσχέτιση απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την ηλικία των συμμετεχόντων σε κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας για άνδρες και γυναίκες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.29: Συσχέτιση απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την ηλικία των συμμετεχόντων σε αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας για άνδρες και γυναίκες.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.30 : Συσχέτιση απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την ηλικία των συμμετεχόντων για τις γυναίκες σε κανονικές ή αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.31: *Συσχέτιση απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την ηλικία των συμμετεχόντων για τους άνδρες σε κανονικές ή αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας.*

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

- Τόσο στις αυξημένες συνθήκες κυκλοφορίας όσο και στις κανονικές, οι γυναίκες οδηγοί είχαν την τάση να διατηρούν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους άνδρες, καθώς έχει αποδειχθεί και από τη βιβλιογραφία ότι η γυναίκες είναι περισσότερο προσεκτικές οδηγοί.

- Οι οδηγοί διατηρούσαν μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα όσο αυξανόταν η ηλικία τους, ανεξάρτητα από το φύλο και τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούσαν, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη οδηγική τους εμπειρία και άρα στον καλύτερο έλεγχο του αυτοκινήτου.

- Τόσο οι γυναίκες οδηγοί όσο και οι άνδρες φαίνεται να τηρούσαν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα στις κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας σε σχέση με τις αυξημένες, καθώς τα λιγότερα αυτοκίνητα στο οδόστρωμα τους προσφέρουν αυτή τη δυνατότητα.

5.6 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστικό περιβάλλον στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού. Στην παράγραφο αυτή θα περιγραφεί η **διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη των μοντέλων που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** και να εξετασθεί η επιρροή από την ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού. Συνολικά θα πραγματοποιηθεί μία στατιστική ανάλυση.

5.6.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.5. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5.6.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Με στόχο τη **διερεύνηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα** ως εξαρτημένη μεταβλητή ελήφθη η μεταβλητή «AccProbSum», 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 ό,τι και στην απλή γραμμική και λογαριθμοκανονικη παλινδρόμηση, με τη διαφορά ότι στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης το αντίστοιχό 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(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(likelihood)** αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test (LRT)** (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT), εάν η διαφορά LRT= -2*(L(b)-L(0)), όπου L(b)= L(μοντέλο με τις p μεταβλητές), ενώ L(0)= L(μοντέλο χωρίς τις p μεταβλητές), είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου x^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 ρ^2= 1-(L(b)/ L(0)) όπου L(b)= L(μοντέλο με τις p μεταβλητές) και 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. 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.

5.6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Δεν κατέστη δυνατή η ανάπτυξη μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος. Η αδυναμία ανάπτυξης μοντέλου για την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα μπορεί να αποδοθεί στο μικρό αριθμό ατυχημάτων που πραγματοποιήθηκαν κατά την

πειραματική διαδικασία. Προκύπτει με αυτόν τον τρόπο το συμπέρασμα ότι οι διαφημιστικές πινακίδες δεν επηρεάζουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

5.7 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Προκειμένου να συγκριθούν τα μοντέλα και να εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα, συγκεντρώθηκαν τα αποτελέσματα των τεσσάρων μοντέλων σε έναν πίνακα, στον οποίο παρουσιάζονται οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών του κάθε μοντέλου καθώς και οι σταθεροί τους όροι.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.32: *Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των τεσσάρων μοντέλων*

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πλευρική απόσταση (LogLater)	Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν (AverReaction)	Μέση ταχύτητα οδήγησης (LogV)	Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα (LogHway)
Σταθερά	**0,181**	**1113,238**	**1,404**	**2,311**
Διαφημιστικές πινακίδες (Distractor)	**0,033**	**145,575**	**-0,010**	
Ηλικία (Age)	**-0,011**		**0,004**	**-0,012**
Φύλο (sex)			**0,035**	**-0,041**
Κυκλοφοριακές συνθήκες (Traffic)			**-0,030**	**-0,325**
Μέση εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε αστική οδό (dist_week_in)		**145,633**		
Εμπλοκή του συμμετέχοντα σε ατύχημα στο παρελθόν (acc_in)	**0,060**		**-0,016**	
Βαθμός στον οποίο ο συμμετέχων θεωρεί επικίνδυνες τις διαφημιστικές πινακίδες σε αστική οδό (dang_adv_in)		**99,071**	**-0,009**	
Αν ο συμμετέχων θεωρεί ότι η ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων επηρέασε την οδηγική του συμπεριφορά στο πείραμα (num_adv)	**-0,064**			
Μέση ταχύτητα οδήγησης (AverageSpeed)	**0,005**			
Μέση ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων (GearAverage)	**0,097**			
Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα (HwayAverage)		**-3,737**		
Ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο (BreakAverage)		**-66,432**	**0,016**	
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού (RspurAverage)			**-0,012**	

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα, δηλαδή από τη σύγκριση των τεσσάρων προτύπων, αλλά και λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν στο παρόν κεφάλαιο, είναι τα εξής:

- Οι διαφημιστικές πινακίδες, ως παράγοντας απόσπασης προσοχής του οδηγού εμφανίζεται στα **τρία από τα τέσσερα** μοντέλα που αναπτύχθηκαν, δηλαδή στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα, στο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν και στη μέση ταχύτητα οδήγησης, ενώ δε φαίνεται να επηρεάζουν τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Επιπλέον, δεν κατέστη δυνατή η ανάπτυξη μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος (κυρίως λόγω του μικρού αριθμού ατυχημάτων), οδηγώντας ενδεχομένως στο συμπέρασμα ότι οι διαφημιστικές πινακίδες δεν επηρεάζουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

- Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού φαίνεται να επηρεάζει **αρνητικά** την πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα και το χρόνο αντίδρασης των οδηγών σε απρόσμενο συμβάν, προκαλώντας την αύξηση των δύο αυτών μεγεθών.

- Οι διαφημιστικές πινακίδες αντίθετα, συνέβαλαν **θετικά** στο να διατηρηθεί χαμηλή η μέση ταχύτητα οδήγησης, καθώς το επιβαρυμένο περιβάλλον οδήγησης πιθανώς ανάγκασε τους συμμετέχοντες να μειώσουν ταχύτητα.

- Η μεταβλητή που αντιστοιχούσε στην ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων σε μία διαδρομή στα μοντέλα στα οποία αυτή εμφανίζεται, φαίνεται να έχει **πολύ μικρή επιρροή**. Στα μοντέλα του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν και της μέσης ταχύτητας οδήγησης είναι η μεταβλητή η οποία επηρεάζει λιγότερο τα μοντέλα, με σχετική επιρροή e_i = 0,142 και e_i = -0,003 αντίστοιχα. Στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα, επίσης, είναι η δεύτερη μεταβλητή που επηρεάζει λιγότερο το μοντέλο με σχετική επιρροή e_i = 0,053.

- Σε όλα τα μοντέλα στα οποία τελικά περιλήφθηκε η μεταβλητή που αντιπροσώπευε την ύπαρξη ή όχι των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού, είχε γίνει η παραδοχή ότι το διάστημα εμπιστοσύνης θα ήταν **90% αντί 95%** που ήταν για όλες τις άλλες μεταβλητές.

- Η **άποψη των συμμετεχόντων** για την επιρροή των διαφημιστικών πινακίδων στην οδηγική συμπεριφορά, εμφανίζεται επίσης στα τρία από τα τέσσερα μοντέλα. Ο βαθμός στον οποίο οι συμμετέχοντες θεωρούν επικίνδυνες τις διαφημιστικές πινακίδες σε αστικές οδούς, είναι μεταβλητή τόσο του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης του οδηγού όσο και του μοντέλου της μέσης

ταχύτητας. Μάλιστα, όσοι οδηγοί φαίνεται να θεωρούσαν επικίνδυνη την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων, εμφάνιζαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης, ενώ μείωναν την ταχύτητα οδήγησης. Στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης, η άποψη των συμμετεχόντων εισέρχεται μέσω της μεταβλητής που αντιπροσωπεύει εάν οι οδηγοί θεωρούν ότι άλλαξαν την οδηγική τους συμπεριφορά από την ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων, με όσους απάντησαν θετικά να παρουσιάζουν μικρότερη πλευρική απόσταση, οδηγώντας με μεγαλύτερη προσοχή.

- Από τις υπόλοιπες μεταβλητές, η ηλικία των συμμετεχόντων φαίνεται να είναι ένας σημαντικός παράγοντας, καθώς εμφανίζεται σε όλα τα μοντέλα εκτός από εκείνο του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν. Το φύλο του οδηγού και οι κυκλοφοριακές συνθήκες εμφανίζονται μόνο στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας οδήγησης και της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση του βαθμού στον οποίο επηρεάζει η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων τη συμπεριφορά των νέων οδηγών με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε αστική οδό.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 31 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, τη μέση πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα και τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ότι αφορά στο 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, ενώ τελικά δεν επιτεύχθηκε προσδιορισμός μοντέλου για την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της ελαστικότητας. Η σχετική επιρροή χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και των τεσσάρων προτύπων και περιλαμβάνει τους **συντελεστές** $\boldsymbol{\beta_i}$ και τις τιμές της σχετικής επιρροής $\mathbf{e_i}$ και $\mathbf{e_i^*}$ των ανεξάρτητων μεταβλητών τους.

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πλευρική απόσταση				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν				Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα			
	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*
Διαφημιστικές πινακίδες	**0,033**	**1,707**	**0,053**	**-1,60**	**145,575**	**1,762**	**0,142**	**1,00**	**-0,010**	**-1,477**	**-0,003**	**1,00**				
Ηλικία	**-0,011**	**-2,422**	**-0,855**	**25,88**					**0,004**	**2,335**	**0,061**	**-19,43**	**-0,012**	**-2,609**	**-0,150**	**13,77**
Φύλο									**0,035**	**4,790**	**0,011**	**-3,61**	**-0,041**	**-1,967**	**-0,011**	**1,00**
Κυκλοφοριακές συνθήκες									**-0,030**	**-4,300**	**-0,009**	**3,00**	**-0,325**	**-15,534**	**-0,084**	**7,68**
Μέση εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε αστική οδό					**145,633**	**2,825**	**0,685**	**4,84**								
Εμπλοκή του συμμετέχοντα σε ατύχημα στο παρελθόν	**0,060**	**2,680**	**0,081**	**-2,44**					**-0,016**	**-2,008**	**-0,004**	**1,34**				
Βαθμός στον οποίο ο συμμετέχων θεωρεί επικίνδυνες τις διαφημιστικές πινακίδες σε αστική οδό					**99,071**	**2,435**	**0,460**	**3,25**	**-0,009**	**-2,435**	**-0,014**	**4,30**				
Αν ο συμμετέχων θεωρεί ότι η ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων επηρέασε την οδηγική του συμπεριφορά στο πείραμα	**-0,064**	**-2,234**	**-0,033**	**1,00**												
Μέση ταχύτητα οδήγησης	**0,005**	**2,243**	**0,538**	**-16,29**												
Μέση ταχύτητα στο κιβώτιο των ταχυτήτων	**0,097**	**2,891**	**0,789**	**-23,89**												
Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα					**-3,737**	**-2,990**	**-0,562**	**-3,97**								
Ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο					**-66,432**	**-2,438**	**-0,350**	**-2,47**	**0,016**	**6,827**	**0,027**	**-8,67**				
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού									**-0,012**	**-2,240**	**-0,023**	**7,32**				

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: *Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων των τεσσάρων μοντέλων.*

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης δεδομένων οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων, όπως εκείνα που παρουσιάζονται στο επόμενο εδάφιο.

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

1. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστική περιοχή φαίνεται να έχει **κάποια επιρροή στην οδηγική συμπεριφορά** των οδηγών, χωρίς όμως να επηρεάζει και την ασφάλεια των οδηγών, καθώς **δεν φαίνεται να συνέβαλε στην πιθανότητα να πραγματοποιηθεί ατύχημα**. Συγκεκριμένα, η ύπαρξη των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού αποδείχθηκε ότι επηρεάζει την πλευρική απόσταση του οχήματος στο οδόστρωμα, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν και τη μέση ταχύτητα οδήγησης, βασικά μεγέθη της οδηγικής συμπεριφοράς των οδηγών.

2. Βέβαια, η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού έχει τη **μικρότερη επιρροή** από κάθε άλλη παράμετρο στα μοντέλα του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν και της μέσης ταχύτητας οδήγησης, καθώς και τη **δεύτερη λιγότερο σημαντική επιρροή** στο μοντέλο της πλευρικής απόστασης του οχήματος στο οδόστρωμα.

3. Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων για την ανάπτυξη των παραπάνω μοντέλων πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους της λογαριθμοκανονικής και της γραμμικής παλινδρόμησης, που αποδείχθηκαν κατάλληλες για τέτοιου είδους ανάλυση. Σε όλα τα μοντέλα στα οποία τελικά περιλήφθηκε η μεταβλητή που αντιπροσώπευε την ύπαρξη ή όχι των διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού, είχε γίνει η παραδοχή ότι το διάστημα εμπιστοσύνης θα ήταν **90% αντί 95%**, που ήταν για όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές.

4. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθεισών παραμέτρων στην **πλευρική απόσταση** του οχήματος στο οδόστρωμα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

    i. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού επιφέρει **αύξηση της πλευρικής απόστασης** από το άκρο της οδού, όπως προκύπτει από το μοντέλο που αναπτύχθηκε. Η ύπαρξη αυτού του

παράγοντα απόσπασης προσοχής ενδεχομένως ωθεί τους οδηγούς να αντισταθμίσουν τον πιθανό κίνδυνο οδηγώντας κοντύτερα προς τον κεντρικό άξονα της οδού.

ii. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής και ότι επηρέασαν την οδηγική τους συμπεριφορά κατά τη διάρκεια του πειράματος, είχαν την τάση να οδηγούν πιο προσεκτικά και να διατηρούν **μικρότερη απόσταση** από το άκρο της οδού.

5. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθεισών παραμέτρων στο **χρόνο αντίδρασης** των οδηγών σε απρόσμενο συμβάν προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

   i. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού οδηγεί στην **αύξηση του χρόνου αντίδρασης** του οδηγού σε απρόσμενο συμβάν, όπως προκύπτει από το μοντέλο που αναπτύχθηκε. Στις διαδρομές, δηλαδή, στις οποίες υπήρχε ο παράγοντας απόσπασης προσοχής, οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να διατηρήσουν την προσοχή τους συγκεντρωμένη στη διαδρομή, με αποτέλεσμα να αργούν ενδεχομένως να αντιληφθούν τα πιθανά συμβάντα και έτσι να εμφανίζουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης.

   ii. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής σε αστική περιοχή, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως επηρεάζονταν και οδηγούνταν σε **αύξηση** του χρόνου αντίδρασής τους. Μάλιστα, όσο περισσότερο επικίνδυνες θεωρούσε κάποιος τις διαφημιστικές πινακίδες παραπλεύρως της οδού, τόσο μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης φαίνεται να είχε.

6. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθεισών παραμέτρων στη **μέση ταχύτητα** οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

   i. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού ανάγκαζε τους συμμετέχοντες να **μειώσουν την ταχύτητα** με την οποία οδηγούσαν. Όταν, δηλαδή, οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον το οποίο ήταν περισσότερο επιβαρυμένο με παράγοντες απόσπασης προσοχής (διαφημιστικές πινακίδες), οδηγούσαν με χαμηλότερη ταχύτητα.

ii. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θεωρούσαν τις διαφημιστικές πινακίδες σημαντικό παράγοντα απόσπασης της προσοχής σε αστική περιοχή, τελικά αποδείχθηκε όντως επηρεάζονταν και είχαν την τάση να οδηγούν με **χαμηλότερη ταχύτητα**.

7. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστική περιοχή **δε φαίνεται να επηρεάζει την απόσταση που διατηρούσαν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα**. Στο μοντέλο στο οποίο αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα, ως ανεξάρτητες μεταβλητές εμφανίζονται οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό, το φύλο και η ηλικία των συμμετεχόντων. Μάλιστα, από αυτές η ηλικία εμφανίζεται να έχει τη μεγαλύτερη επιρροή, με τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας να διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα. Το συμπέρασμα αυτό χαρακτηρίζεται εύλογο καθώς, όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του συμμετέχοντα, τόσο πιθανόν μεγαλύτερη είναι και η οδηγική του εμπειρία και επομένως, οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας έχουν καλύτερη επίγνωση των ικανοτήτων τους.

8. Η ύπαρξη διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού σε αστική περιοχή **δε φαίνεται να επηρεάζει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Κατά τη διάρκεια της στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων δεν κατέστη δυνατή η ανάπτυξη μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος, κυρίως λόγω του μικρού αριθμού ατυχημάτων.

9. 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 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

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

2. Ένα πείραμα με συμμετέχοντες **διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**, ίσως καθιστούσε εφικτή την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιρροή της ύπαρξης διαφημιστικών πινακίδων παραπλεύρως της οδού στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του συνόλου των οδηγών και για τη σύγκριση της συμπεριφοράς ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες.

3. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η εφαρμογή **άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, οι οποίες θα ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα.

4. Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί σε **διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών για παράδειγμα υπό βροχή ή υπό ομίχλη, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (π.χ. αυτοκινητόδρομο).

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ελληνική Αστυνομία, www.astinomia.gr
2. Ελληνική Στατιστική Αρχή, www.statistics.gr
3. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ., **"Οδική Ασφάλεια"**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994.
4. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Λαΐου Α., Βούλγαρη Χ., Πιτσιάβα – Λατινοπούλου Μ., **"Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου Οδικής Ασφάλειας, 2011-2020"**, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (Τομέας Μ.Σ.Υ.) Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Ιούνιος 2011.
5. Ntua Road Safety Audit, www.nrso.eu, 2015
6. Jane Stutts, Ronald R. Knipling, Ronald Pfefer, Timothy R. Neuman, Kevin L. Slack, Kelly K. Hardy, **"NCHRP REPORT 500 Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan"**, Washington D.C., 2005.
7. Jonah B.A., Thiessen R. and Au-Yeung E, **"Sensation seeking, risky driving and behavioural adaptation"**. Accident Analysis and Prevention, 2001.
8. Chattington M., Reed N., Basacik D., Flint A., Parkes A., **"Investigating driver distraction: the effects of video and static advertising"**, Published Project Report PPR409. TRL, Crowthorne, 2009.
9. Lee S., McElheny M., Gibbons R., **"Driving Performance and Digital Billboards"**, Center for Automotive Safety Research, Virginia Tech Transportation Institute, 2007.
10. Crundall D., Van Loon E., Underwood G., **"Attraction and distraction of attention with roadside advertisements"**. Accident Analysis and Prevention, 2006.
11. Ady R., (1967), **"An investigation of the relationship between illuminated advertising signs and expressway accidents"**, Traffic Safety Research Review 3, 9–11.
12. Bendak S., Al-Saleh K., **"The role of roadside advertising signs in distracting drivers"**, International Journal of Industrial Ergonomics 40 (2010), 2009.
13. McMonagle A. (1952), **"Traffic accidents and roadside features"**, Highway Research Board Bulletin, 55, 38–48.
14. Staffeld P. (1953), **"Accidents related to access points and advertising signs in study"**, Traffic Quarterly, 7, No. 11, 59–74.
15. Wallace B. (2003), **"Driver distraction by advertising: Genuine risk or urban myth?"**, Municipal Engineer 156, 185-190.

16. Regan M. A., Young K. L., Johnston I. J., (2005), Monash University Accident Research Centre Submission to the Parliamentary Road Safety Committee: **Inquiry into Driver Distraction**. Monash University Accident Research Centre, Clayton, Victoria.
17. Young M., Mahfood J., **"Driven to distraction: determining the effects of roadside advertising on driver attention"**, Brunel University, 2007.
18. Beijer D., Smiley A., Eizenman M. (2004), **"Observed driver glance behavior at roadside advertising signs"**, Transportation Res. Record J. Transportation Res.Board, 96–103.
19. Horberry T., Anderson J., Regan M. A., Triggs T.J., Brown J., **"Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance"**, Accident Analysis and Prevention 38, 2005.
20. Foerst Driving Simulators, www.drfoerst.de, www.simulators.gr
21. Χριστοφόρου Χ., "***Προσομοίωση των επιπτώσεων των γραπτών μηνυμάτων στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστική και επαρχιακή οδό***", ΕΜΠ, Ιούλιος 2012.
22. Γκαρτζονίκας Χ., "***Επιρροή των γραπτών μηνυμάτων στην κυκλοφορία και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αυτοκινητόδρομους με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης***", ΕΜΠ, Ιούλιος 2012.
23. Yannis G., Papadimitriou E., Papantoniou P., Voulgari C., "***A statistical analysis of the impact of advertising signs on road safety***", International Journal of Injury Control and Safety Promotion, Vol. 20, 2013, No.2, pp.111–120
24. DTPE, Basic Road Safety figures 2004-2014, Department of Transportation Planning and Engineering, Athens, 2015 (http://www.nrso.ntua.gr/images/stories/data/nrso-gr1-2014.pdf, retrieved on 29 June 2015).WHO, Global Road Safety Report 2013, World Health Organisation 2013.