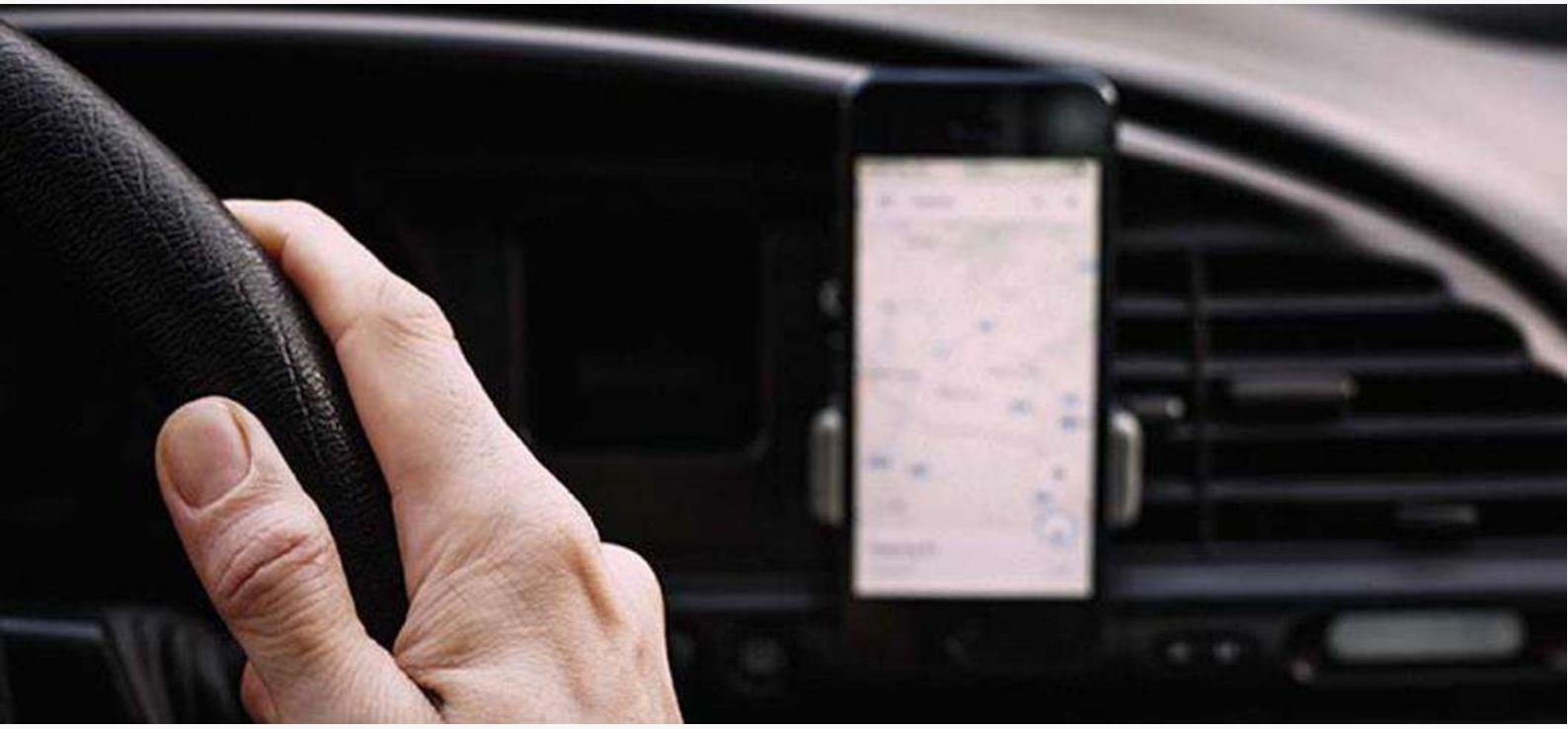
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διπλωματική Εργασία

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΟ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ



Μάριος Σεκαδάκης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της Διπλωματικής Εργασίας θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν με την πολύτιμη βοήθειά τους στην ολοκλήρωσή της. Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για την ανάθεση του θέματος, την καθοριστική καθοδήγηση σε όλα τα στάδια εκπόνησής της και την παρότρυνση για περαιτέρω διερεύνηση όλων των ζητημάτων.

Επιπλέον, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κ. Φωτεινή Ορφανού, Υποψήφια Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για την εξαιρετική βοήθεια, τις πολύτιμες υποδείξεις σε σημαντικά ζητήματα και τον χρόνο που αφιέρωσε σε όλα τα στάδια εκπόνησής της. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τον κ. Δημοσθένη Παύλου, Μεταδιδάκτορα Ε.Μ.Π., για τη μοναδική συνεργασία και τη φιλική του συμβολή σε καίρια ζητήματα. Επιθυμώ, ακόμη, να ευχαριστήσω τον κ. Αποστόλη Ζιακόπουλο, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π. για τις σημαντικές συμβουλές πάνω σε κρίσιμα θέματα.

Κλείνοντας, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για τη στήριξη που μου παρέχει όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Μάρτιος 2020

Μάριος Σεκαδάκης

Συμπεριφορά οδήγησης και χρήση του διαδικτύου στο επαρχιακό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Μάριος Σεκαδάκης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΣΥΝΟΨΗ:

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάζει την επιρροή της χρήσης του διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού τηλεφώνου σε επαρχιακό δίκτυο στη συμπεριφορά ασφάλειας και κυκλοφορίας νέων οδηγών. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης με 37 νέους οδηγούς και σε συνδυασμό με ερωτηματολόγια, συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα που αφορούσαν την συμπεριφορά οδήγησης και τα χαρακτηριστικά τους αντίστοιχα. Το πείραμα περιλάμβανε οδήγηση χωρίς και με απόσπαση προσοχής λόγω της χρήσης των εφαρμογών Facebook Messenger, Facebook και Google Maps. Αρχικά, αναπτύχθηκε μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της πιθανότητας ατυχήματος. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης για την επιρροή της χρήσης του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στη διακύμανσή της καθώς και στη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης, ενώ γενικευμένα γραμμικά μοντέλα αναπτύχθηκαν με σκοπό τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου. Η εφαρμογή των μοντέλων έδειξε ότι η απόσπαση της προσοχής οδηγεί στην αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, της διακύμανσης της πλευρικής απόστασης, ενώ αντιθέτως, οδηγεί στη μείωση της διακύμανσης της ταχύτητας και της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Επιπλέον, η εφαρμογή Google Maps προκάλεσε τη μεγαλύτερη αύξηση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, ενώ η εφαρμογή Facebook τη μείωσε. Τέλος, η εφαρμογή Facebook προκάλεσε τη μεγαλύτερη μείωση στη διακύμανση της ταχύτητας και της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.

Λέξεις κλειδιά: απόσπαση προσοχής, προσομοιωτής οδήγησης, έξυπνο κινητό τηλέφωνο, διαδίκτυο, αποστολή μηνυμάτων, Facebook, Messenger, Google Maps, ταχύτητα, παλινδρόμηση, οδικά ατυχήματα

Driving behaviour during texting and surfing in rural roads using a driving simulator

Marios Sekadakis

Supervisor: George Yannis, Professor N.T.U.A.

ABSTRACT:

This Diploma Thesis investigates the impact of texting and web surfing through smartphone on the driving behaviour and safety of young drivers on rural roads. For this purpose, driving profiles were collected through a driving simulator experiment with 37 young drivers, while a survey was conducted to collect the characteristics and driving habits of the participants. The experiment included driving with and without distraction. In the first case, the drivers were distracted due to the use of one of the following internet applications: Facebook Messenger, Facebook and Google Maps. Initially, a binary logistic regression model was developed in order to identify the probability of an accident occurrence. Subsequently, linear regression models were developed for investigating the impact of smartphone use on mean speed variation, mean headway distance and its variation as well as mean lateral distance variation, while generalized linear models were developed in order to compare the different internet applications impact. It was found that driver distraction leads to statistically significant increase of accident probability, headway distance and lateral distance variation. On the other hand, it was observed that speed variation and headway distance variation were reduced. Furthermore, Google Maps caused the highest increase in headway distance, whereas Facebook caused a decrease. Finally, the highest decrease in speed variation and headway distance variation was caused by the use of the Facebook application.

Keywords: distraction, driving simulator, smartphone, web surfing, texting, Facebook, Messenger, Google Maps, speed, headway, regression, road accidents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η οδική ασφάλεια αποτελεί, διεθνώς, ένα σύγχρονο κοινωνικό ζήτημα και γι' αυτό το λόγο καθίσταται απαραίτητη η αναλυτικότερη μελέτη της. Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά ασφάλειας και κυκλοφορίας των νέων οδηγών στο επαρχιακό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, πραγματοποιήθηκε **πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης** του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής Ε.Μ.Π., με 37 νέους ηλικιακά οδηγούς από 18 έως 33 ετών. Τα σενάρια οδήγησης πραγματοποιήθηκαν σε επαρχιακό περιβάλλον και περιλάμβαναν συνθήκες χαμηλού, υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου αλλά και φωτισμού μέρας και νύχτας. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού από το διαδίκτυο αφορούσε στη χρήση των εφαρμογών **Facebook Messenger (αποστολή άμεσων ηλεκτρονικών μηνυμάτων), Facebook (πλοήγηση στην αρχική σελίδα) και Google Maps (εύρεση διεύθυνσης τοποθεσίας)**. Σε συνδυασμό με τη συλλογή ερωτηματολογίων συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα, ώστε να εξεταστεί πως επηρεάζεται η συμπεριφορά του οδηγού κάνοντας χρήση έξυπνου κινητού τηλεφώνου ενώ πλοηγείται στο διαδίκτυο.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από το πείραμα, ελέγχθηκαν και επεξεργάστηκαν καταλλήλως και δημιουργήθηκαν οι βάσεις δεδομένων, ώστε να πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση. Υστέρα από εμβάθυνση του θεωρητικού υπόβαθρου των μοντέλων, αλλά και μετά από μια πληθώρα δοκιμών **αναπτύχθηκαν διάφορα στατιστικά μοντέλα**. Αρχικά, αναπτύχθηκε μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της πιθανότητας ατυχήματος. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της επιρροής της χρήσης του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στη διακύμανσή της και στη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης καθώς και γενικευμένα γραμμικά μοντέλα για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου.

Στους Πίνακες 1, 2 που ακολουθούν, παρουσιάζονται τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν και περιλαμβάνεται η σχετική επιρροή (**ελαστικότητα**) για τη σύγκριση της επιρροής των μεταβλητών τους.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας μοντέλων γραμμικής και λογιστικής παλινδρόμησης

	Διακύμανση της μέσης ταχύτητας				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα				Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα				Διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης				Πιθανότητα ατυχήματος			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	t	e_i	e_i*	βi	t	e_i	e_i*	βi	t	e_i	e_i*	βi	t	e_i	e_i*	βi	Wald	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές																				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	-5.162	-18.852	-0.47	-23.53	35.111	2.489	0.06	-10.94	-46.411	-5.955	-0.19	5.10	0.029	2.485	0.06	2.25	0.547	3.392	0.32	1.08
Κυκλοφοριακός φόρτος	-0.684	-2.496	-0.06	-3.12	-318.672	-22.589	-0.52	99.29	-102.823	-13.191	-0.42	11.30					-0.834	8.487	-0.35	-1.20
Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού	0.439	2.173	0.02	1.00	-34.423	-3.239	-0.01	1.00	-18.200	-2.880	-0.04	1.00								
Άνεση οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα	0.463	3.113	0.04	2.11									-0.032	-4.503	-0.07	-2.55				
Φύλο					67.813	4.388	0.11	-21.13	33.922	3.819	0.14	-3.73								
Αρέσκεια οδήγησης					-101.671	-3.198	-0.17	31.68					-0.100	-3.611	-0.21	-7.88				
Ατύχημα χωρίς υλικές ζημιές													0.013	1.861	0.03	1.00				
Συνθήκες φωτισμού (μέρα ή νύχτα)																	0.511	3.377	0.29	1.00
Συνεχείς Μεταβλητές																				
Ηλικία	-0.112	-2.808	-0.0001	-0.28																
Χρήση διαδικτύου σε επαρχιακή οδό	0.398	2.092	0.0004	1.00					-20.165	-3.664	-0.0008	2.45								
Χρόνια εμπειρίας οδήγησης					-6.419	-3.562	-0.0001	1.00					-0.005	-2.664	-0.0001	-				
Ημέρες οδήγησης σε επαρχιακή οδό					-7.036	-1.805	-0.0001	1.10	-8.239	-3.707	-0.0003	1.00								
Καθημερινή χρήση διαδικτύου									-18.585	-3.172	-0.0008	2.26								
Χρόνια κατοχής διπλώματος																	-0.054	2.216	-0.12	-
R^2	0.584				0.685				0.538				0.232							

Πίνακας 2: Συγκεντρωτικός πίνακας γενικευμένων γραμμικών μοντέλων

	Διακύμανση της μέσης ταχύτητας		Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα		Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα		Διακύμανση της μέσης ταχύτητας							
							Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος			
							Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες	
Παράμετρος	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square
Χωρίς απόσπαση	**0**[a]		**353.384**	306.32	**0**[a]		**0**[a]		**-1.337**	4.19	**-2.009**	10.30	**-2.243**	11.61
Facebook	**-8.311**	619.92	**258.775**	163.14	**-167.586**	429.18	**-10.340**	272.83	**-9.476**	210.57	**-9.773**	240.64	**-8.938**	184.30
Google Maps	**-6.782**	412.82	**547.813**	716.08	**-160.337**	388.76	**-7.948**	161.21	**-8.280**	158.18	**-7.826**	156.29	**-8.619**	171.40
Facebook Messenger	**-6.201**	345.16	**380.940**	353.53	**-113.042**	195.27	**-6.937**	121.24	**-7.893**	146.10	**-7.829**	156.42	**-7.630**	134.32

	Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα								Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα							
	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος			
	Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες	
Παράμετρος	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square
Χωρίς απόσπαση	**449.9**	403.64	**526.454**	469.79	**163.809**	53.51	**287.867**	136.33	**0**[a]		**56.789**	17.70	**-123.748**	91.46	**-57.878**	18.09
Facebook	**375.360**	280.97	**447.299**	339.14	**77.550**	11.69	**137.396**	31.06	**-193.247**	223.04	**-184.330**	186.48	**-216.472**	276.33	**-209.803**	237.69
Google Maps	**759.664**	1093.28	**935.999**	1397.68	**188.311**	70.72	**363.204**	217.03	**-192.932**	216.62	**-172.114**	157.27	**-205.910**	253.23	**-201.447**	219.13
Facebook Messenger	**472.868**	434.76	**602.105**	614.51	**179.865**	64.51	**288.159**	136.61	**-180.388**	191.89	**-159.769**	140.10	**-141.807**	120.10	**-98.792**	52.70

Στη συνέχεια, ακολουθούν τα **πιο σημαντικά συμπεράσματα** που προέκυψαν από την εφαρμογή των στατιστικών μοντέλων:

Πιθανότητα Ατυχήματος

- Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού **αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος**, αφού ενδεχομένως ο οδηγός δεν έχει πλήρως την προσοχή του στην οδήγηση, δεν έχει πλήρη αντίληψη των κυκλοφοριακών συνθηκών και καθυστερεί να αντιδράσει, παρόλο που διατηρεί μεγαλύτερες **αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα**. Αυτή η ασφαλέστερη συμπεριφορά, δηλαδή η διατήρηση μεγαλύτερης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα δείχνει ότι, δεν επαρκεί να αντισταθμίσει τον μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε συμβάν με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας του ατυχήματος εξαιτίας της χρήσης κινητού τηλεφώνου.

- Η μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος είναι ο **κυκλοφοριακός φόρτος**. Η πιθανότητα ατυχήματος μειώνεται σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο, διότι πιθανώς μειώνονται οι ταχύτητες των οχημάτων. Επιπλέον, η πιθανότητα ατυχήματος αυξάνεται όταν είναι **νύχτα**, διότι ίσως οι οδηγοί είναι δυσκολότερο να προσαρμοστούν στο περιβάλλον λόγω των συνθηκών φωτισμού και να αντιληφθούν εγκαίρως ένα επικίνδυνο συμβάν. Τέλος, όσο **μεγαλύτερος ηλικιακά είναι ο οδηγός**, τόσο μικρότερη παρουσιάζεται η πιθανότητα ατυχήματος, ενδεχομένως λόγω της προσεκτικότερης οδήγησης και της μεγαλύτερης εμπειρίας του.

Διακύμανση της μέσης ταχύτητας

- Η **διακύμανση της μέσης ταχύτητας μειώνεται** με την απόσπαση της προσοχής από το διαδίκτυο κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Ο οδηγός τείνει να διατηρεί πιο σταθερή ταχύτητα, διότι ενδεχομένως γνωρίζει ότι δεν είναι διαθέσιμος για μεταβολή της ταχύτητας και ταυτόχρονα δεν αντιδρά άμεσα στις εναλλαγές της κυκλοφορίας. Η μεταβλητή της απόσπασης της προσοχής έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

- Τη **μεγαλύτερη μείωση και επιρροή στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης προκαλεί η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση της εφαρμογής Facebook, ειδικά σε άντρες οδηγούς. Μετά ακολουθεί η εφαρμογή Google Maps και τη μικρότερη επιρροή από τις εφαρμογές την είχε το Facebook Messenger.

Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

- Ο οδηγός διατηρεί **μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** κατά την απόσπαση της προσοχής του από το διαδίκτυο, εφόσον γνωρίζει ότι εκτελεί μια επικίνδυνη ενέργεια και ενδεχομένως να προσπαθεί να μειώσει τον κίνδυνο, διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση για επαρκή χρόνο αντίδρασης. Η μεταβλητή του κυκλοφοριακού φόρτου έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

- Η χρήση των εφαρμογών Google Maps και Messenger οδηγούν σε **αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** σε σχέση με την κατάσταση της ελεύθερης οδήγησης, με μεγαλύτερη εκείνης του Google Maps, ειδικά σε γυναίκες οδηγούς. Αντιθέτως, στη χρήση της εφαρμογής του Facebook παρατηρείται μείωση της απόστασης σε σχέση με την οδήγηση χωρίς απόσπαση της προσοχής, ενδεχομένως λόγω αυξημένης και πιο συνεχόμενης νοητικής φόρτισης σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

- Η **διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται** με την απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου, ενδεχομένως διότι ο οδηγός διατηρεί πιο σταθερή την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, κρατώντας πιο παθητική στάση για την αντιστάθμιση του κινδύνου. Η μεταβλητή του κυκλοφοριακού φόρτου έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

- Τη μεγαλύτερη μείωση και επιρροή στο μοντέλο της **διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** έχει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση της εφαρμογής Facebook, ειδικά σε άντρες οδηγούς. Μετά ακολουθεί το Google Maps και τη μικρότερη μείωση από τις εφαρμογές την προκαλεί η εφαρμογή του Facebook Messenger, ενδεχομένως λόγω της μικρότερης διάρκειας απόσπασης σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

Μέση πλευρική απόσταση

- Η **διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης του οχήματος** από το άκρο της οδού αυξάνεται με την απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου. Ο οδηγός, ίσως, δεν μπορεί να διατηρήσει σταθερή την πλευρική απόσταση του οχήματος, αφού εμφανίζει πιο πολλές παρεκκλίσεις από την οριογραμμή της οδού. Η μεταβλητή της αρέσκειας οδήγησης έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

Χαρακτηριστικά οδηγού

- Οι οδηγοί που δηλώνουν ότι **δεν αλλάζουν την συμπεριφορά οδήγησης τους κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου**, παρουσιάζουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα, καθώς είναι ενδεχομένως διατεθειμένοι να αναλάβουν μεγαλύτερο ρίσκο και δεν οδηγούν τηρώντας αποστάσεις ασφαλείας. Επιπρόσθετα, παρουσιάζουν και μικρότερη διακύμανση στην απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, εφόσον έχουν πιο επικίνδυνη συμπεριφορά και διατηρούν όμοια ταχύτητα με τα προπορευόμενα οχήματα.

- Οι οδηγοί όσο πιο συχνά **χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο** κατά την οδήγηση σε επαρχιακή οδό τόσο πιο μεγάλη είναι η διακύμανση της ταχύτητάς τους, καθώς ενδεχομένως εμφανίζονται πιο εξοικειωμένοι στη διαδικασία χρήσης του κινητού κατά την οδήγηση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1. Γενική ανασκόπηση 1

1.2. Στόχος 3

1.3. Μεθοδολογία 3

1.4. Δομή 4

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 7

2.1. Εισαγωγή 7

2.2. Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες 7

2.3. Σύνοψη 12

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ 13

3.1. Εισαγωγή 13

3.2. Μαθηματικά μοντέλα 13

3.3. Κριτήρια αποδοχής μοντέλου 14

3.4. Εξήγηση αποτελεσμάτων 16

3.5. Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού 17

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΩΝ 19

4.1. Εισαγωγή 19

4.2. Πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης 19

4.3. Επεξεργασία στοιχείων 26

4.4. Βάση δεδομένων 30

4.5. Περιγραφικά χαρακτηριστικά δείγματος 31

4.6. Εισαγωγή σε ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης 34

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 35

5.1. Γενικά 35

5.2. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος 36

5.3. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης 40

5.4. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας του οχήματος οδήγησης 45

5.5. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα 47

5.6. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα 53

5.7. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα 55

5.8. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα 61

5.9. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης του οχήματος 63

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 67

6.1. Σύνοψη αποτελεσμάτων 67

6.2. Συνολικά συμπεράσματα 69

6.3. Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας.....70

6.4. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα 71

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 73

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... 77

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενική ανασκόπηση

1.1.1. Οδική ασφάλεια και ατυχήματα

Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί, διεθνώς, ένα σύγχρονο κοινωνικό ζήτημα και αυξανομένου του βιοτικού επιπέδου καθίσταται όλο και πιο κρίσιμη. Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της δημόσιας υγείας ανά τον κόσμο. Από τα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, προκύπτει ότι τα οδικά ατυχήματα κατατάσσονται ως η 8η αιτία θανάτου. Το 2016 σε οδικά ατυχήματα έχασαν τη ζωή τους 1,35 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως, από τα οποία περίπου τα τρία τέταρτα (73%) ήταν άντρες (WHO, 2018). Επιπλέον, το 2017 αποτέλεσε το 4ο αίτιο θανάτου παγκοσμίως για τις ηλικίες μεταξύ 15 - 49 ετών (Our World in Data, 2017). Ταυτόχρονα, στην Ελλάδα χάθηκαν 700 ζωές το 2018 (ΕΛΣΤΑΤ, 2018) και ήταν το **3ο αίτιο θανάτου για την ηλικιακή ομάδα 15-49 ετών** (Our World in Data, 2017).

Επίσης, στην **Ευρωπαϊκή Ένωση** καθημερινώς καταγράφονται 70 θάνατοι από οδικά ατυχήματα (European Road Safety Observatory, 2018). Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια μείωσης των οδικών ατυχημάτων. Από το 2007 (43.151 νεκροί) έως το 2016 (25.651 νεκροί) έχουν μειωθεί τα θανατηφόρα ατυχήματα 40,5%, ενώ στην Ελλάδα από το 2007 (1.612 νεκροί) έως το 2016 (824 νεκροί) έχει καταγραφεί μείωση της τάξης του 48,9%. Παρόλα αυτά, η Ελλάδα συνεχίζει να κατέχει υψηλή θέση στη λίστα με τους περισσότερους θανάτους ανά εκατομμύριο κατοίκους, καθώς το 2016 κατατάσσεται 5η στην Ευρωπαϊκή Ένωση μετά τη Βουλγαρία, τη Ρουμανία, την Πολωνία και τη Λετονία (European Road Safety Observatory, 2018).

1.1.2. Ταυτότητα των ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Όσον αφορά στην **ταυτότητα των ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή ένωση** το 54% γίνονται σε επαρχιακή οδό, το 38% σε αστική οδό και μόλις το 8% σε αυτοκινητόδρομο. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, το 52% συμβαίνει εντός πόλης, το 43% σε επαρχιακή οδό και το 5% σε αυτοκινητόδρομο. Το 2017, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σχεδόν το 14% των ατόμων που έχασαν την ζωή τους σε οδικά ατυχήματα ήταν ηλικίας 18 έως 24 ετών, ενώ αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι μόνο το 8% του πληθυσμού αντιστοιχεί σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα. Έχει παρατηρηθεί ότι, οι νέοι είναι σχεδόν δύο φορές πιο πιθανό να χάσουν τη ζωή τους σε οδικό ατύχημα σε σχέση με τον μέσο χρήστη της οδού (European Road Safety Observatory, European Commission, 2018).

Επίσης, από τα ατυχήματα που συμβαίνουν σε επαρχιακή οδό, το 19% είναι ηλικίας κάτω των 25 ετών, το 38% 25-49 ετών, το 21% 50-64 ετών και το 22% πάνω από 65 ετών. Το 47%, από τα καταγεγραμμένα οδικά ατυχήματα με νεκρούς, αφορά Ι.Χ. και το 22% πεζούς. Επίσης, το 76% των συνολικών νεκρών είναι άντρες, ενώ συγκεκριμένα στις νεαρές ηλικίες το ποσοστό φτάνει το 80%. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από τη διαφορετική αντίληψη του κινδύνου και από το γεγονός ότι οι νέοι άνδρες στατιστικά τείνουν να κάνουν μεγαλύτερα ταξίδια σε σχέση με τις γυναίκες. Οι πιο κρίσιμες ηλικιακές ομάδες για την εμπλοκή τους σε θανατηφόρο ατύχημα είναι οι 25-39 ετών και 65+ ετών με πιθανότητα 34,1% και 27,4% αντίστοιχα. Επιπλέον, το 71% των ατυχημάτων γίνεται σε καλές καιρικές συνθήκες και το 9% σε βροχή, ενώ τα περισσότερα ατυχήματα μέσα στη μέρα παρατηρούνται το χρονικό διάστημα 14:00-19:00, με κρισιμότερη την ώρα 17:00-18:00 (European Road Safety Observatory, European Commission, 2018).

1.1.3. Η απόσπαση προσοχής κατά την οδήγηση

Στη συνέχεια, αναλύονται αξιοσημείωτα ευρήματα για την απόσπαση της προσοχής κατά την οδήγηση. Στην Αυστραλία διαπίστωσαν ότι η **απόσπαση της προσοχής συνέβαλε στο 14% των ατυχημάτων**, ενώ στην Αμερική στο 16% και στην Ισπανία στο 37%. (WHO, 2011) Άλλα στοιχεία για τα οδικά ατυχήματα στις ΗΠΑ δείχνουν ότι το 2015, η απόσπαση της προσοχής που προερχόταν από το εσωτερικό του οχήματος συνέβαλε σε 2.920 ατυχήματα (το 3% του συνόλου των οδικών ατυχημάτων) και η απόσπαση της προσοχής εκτός του οχήματος σε 1.526 ατυχήματα (1% του συνόλου των ατυχημάτων). Επίσης, σε μια άλλη μελέτη από τα δεδομένα ατυχημάτων το 8,3% των οδηγών είχαν απόσπαση προσοχής τη στιγμή της σύγκρουσής (ROSPA, 2018).

Όσον αφορά στην απόσπαση της προσοχής, υπολογίζεται ότι περίπου το 52% των οδηγών διαθέτουν συσκευή με δορυφορική σύνδεση για πλοήγηση, έτσι ώστε να μπορούν να καθοδηγούνται στις διαδρομές που ορίζουν. Επιπλέον, μια πιο πρόσφατη έρευνα 1.700 ερωτηθέντων κατέγραψε τις **συνήθειες απόσπασης κατά την οδήγηση** και διαπίστωσε ότι, το 40% των ερωτηθέντων μιλάει στο τηλέφωνο ενώ το όχημά είναι σταματημένο στην κίνηση, το 39% ελέγχει τα μηνύματα του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τα μηνύματα και τα κοινωνικά μέσα, εκ των οποίων το 29% το κάνει όταν είναι ακινητοποιημένοι στην κίνηση ενώ το 16% παραδέχτηκε ότι κάνει λήψη φωτογραφιών ή βίντεο (ROSPA, 2018).

Μία αμερικάνικη έρευνα (AAA Foundation for Traffic Safety, 2001) έδειξε ότι το 40% διαβάζει ή γράφει κατά τη διάρκεια της οδήγησης, 30% μιλάει στο κινητό, 71,4% τρώει ή πίνει, 7,1% καπνίζει, 77,1% συζητάει με τους συνεπιβάτες, 85,7% έχει εξωτερική απόσπαση ενώ το 91,4% χειρίζεται τη μουσική εντός του οχήματος. Από την ίδια έρευνα διαπιστώνεται το ποσοστό του χρόνου οδήγησης που ξοδεύεται για κάθε τύπο απόσπασης: το 0,67% ξοδεύεται για διάβασμα ή γράψιμο, το 1,30% δαπανάται για κλήσεις, 1,45% για να φάει ή να πιει, 1,55% για να καπνίσει, 15,32% για να συζητήσει με τους συνεπιβάτες, 1,62% για εξωτερική απόσπαση και 1,35% για να χειριστεί τη μουσική. Επιπρόσθετα, μια άλλη μελέτη (McEvoy et al., 2006) που εξέτασε βίντεο παρατηρώντας τους οδηγούς στα οχήματά τους, διαπίστωσε ότι όλοι οι οδηγοί συμμετείχαν τουλάχιστον σε μία δραστηριότητα που αποσπάει την προσοχή τους, και από αυτό συνολικά ξόδεψαν το 14,5% του χρόνου που το όχημα ήταν σε κίνηση σε μια δραστηριότητα που αποσπά την προσοχή τους.

1.1.4. Χρήση κινητού και οδήγηση

Η χρήση του κινητού τηλεφώνου αποσπά τους οδηγούς με τους εξής τρόπους: δεν κοιτάνε την οδό (οπτικά), σκέφτονται κάτι διαφορετικό πέρα της οδήγησης (νοητικά), χρησιμοποιούν το τιμόνι με το ένα χέρι (φυσικά) και ακούν δυνατούς ήχους που υπερκαλύπτουν τους υπόλοιπους (ακουστικά). **Η χρήση του κινητού τηλεφώνου μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση της οδήγησης** προκαλώντας τα εξής: μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε απότομα συμβάντα, μειωμένη ικανότητα διατήρησης σωστής πλευρικής θέσης του οχήματος, καθυστερημένη αντίδραση για φρενάρισμα με πιο έντονη πέδηση αφού έχει μικρότερη απόσταση για ακινητοποίηση, μειωμένη ικανότητα διατήρησης της κατάλληλης ταχύτητας, πιο αργές αντιδράσεις στη σήμανση (ή αγνόηση σημάτων), μειωμένο οπτικό πεδίο (δηλαδή οι οδηγοί είναι πιο πιθανό να κοιτάξουν ευθεία και όχι περιφερειακά ή στους καθρέφτες), νοητικά αυξημένος πληροφοριακός φόρτος (με αποτέλεσμα να δημιουργούνται υψηλότερα επίπεδα στρες και εκνευρισμού) και μειωμένη αντίληψη του οδηγού για το τι συμβαίνει γύρω του. Η επικινδυνότητα της απόσπασης της προσοχής του οδηγού εξαρτάται από την πολυπλοκότητα της ενέργειας, τη διάρκειά της, τη συχνότητά της και την κατάσταση που επικρατεί στην οδό. Επιπλέον, η απόσπαση επηρεάζεται και από την ηλικία, το φύλο, την εμπειρία οδήγησης και κατά πόσο ο οδηγός έχει επικίνδυνη συμπεριφορά (WHO, 2011).

Μια δημοσίευση του Εθνικού Συμβουλίου Ασφαλείας της Αμερικής (National Safety Council, 2012) αναφέρει ότι οι οδηγοί που χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα έχουν τάση να κοιτάνε την οδό, αλλά χωρίς να αντιλαμβάνονται αντικείμενα, με κάποιες εκτιμήσεις να δείχνουν ότι οι οδηγοί που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο αποτυγχάνουν να αντιληφθούν έως και 50% των

πληροφοριών του περιβάλλοντος οδήγησης. Σε μη απαιτητικές περιπτώσεις οδήγησης, η προσοχή του οδηγού τείνει να αποσπαστεί από αντικείμενα ή τοπία. Οι εκτιμήσεις για το ποσοστό του χρονικού διαστήματος που ξοδεύουν οι οδηγοί κοιτώντας αλλού, κυμαίνεται από 20% έως 50% (ROSPA, 2018).

1.2. Στόχος

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του διαδικτύου στη συμπεριφορά ασφάλειας και κυκλοφορίας των νέων οδηγών στο επαρχιακό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

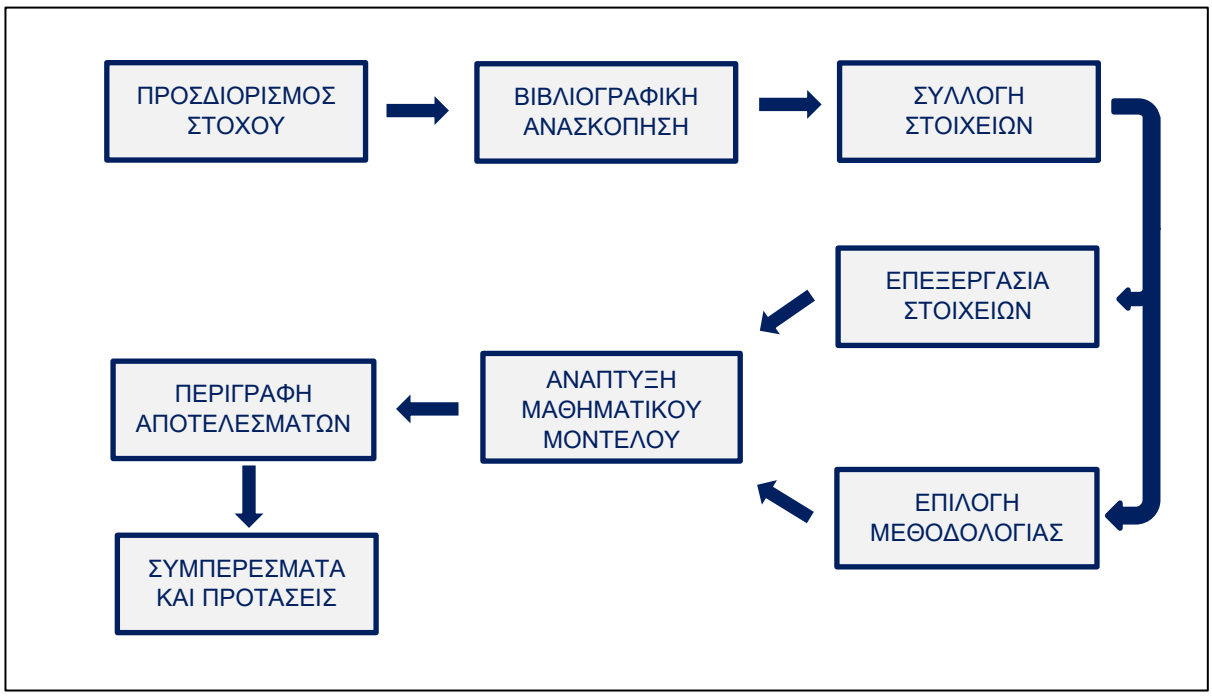
Θα εξεταστεί **μέσω της ανάπτυξης μαθηματικών μοντέλων πως επηρεάζονται τα μεγέθη οδήγησης**, που εξάγει ο προσομοιωτής οδήγησης λαμβάνοντας υπόψιν την απόσπαση της προσοχής, τις συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου, τις συνθήκες φωτισμού, μέρα ή νύχτα καθώς και στοιχεία που διατίθενται από τα ερωτηματολόγια (φύλο, εμπειρία οδήγησης, χιλιόμετρα σε επαρχιακή οδό, αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά την απόσπαση της προσοχής, χρήση του διαδικτύου σε επαρχιακό δίκτυο, κτλ.). Επίσης, θα αναπτυχθεί μοντέλο για την πρόβλεψη της πιθανότητας ατυχήματος με βάση τα προαναφερθέντα αλλά και το πως επηρεάζονται τα μεγέθη οδήγησης λόγω της χρήσης των εφαρμογών Facebook, Facebook Messenger και Google Maps, ξεχωριστά. Συνεπώς, για να γίνει η ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών, απαιτείται η χρήση κατάλληλων μεθόδων. Επομένως, επιμέρους στόχος αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου ύστερα από γνώση του θεωρητικού υπόβαθρου αλλά και μετά από μια πληθώρα δοκιμών.

Τέλος, η εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν, θα επιτρέψει την **καλύτερη κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο η χρήση του διαδικτύου σε επαρχιακή οδό επηρεάζει τη συμπεριφορά του οδηγού** με βάση και τα χαρακτηριστικά του οδηγού και του περιβάλλοντος οδήγησης.

1.3. Μεθοδολογία

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται συνοπτικά η **μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας** με σκοπό την επίτευξη του στόχου.

Αρχικά, ορίστηκε το αντικείμενο προς διερεύνηση καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την επίτευξη του στόχου πραγματοποιήθηκε εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση για την εύρεση συναφών δημοσιευμένων ερευνών, που καθόρισαν την κατάλληλη επιλογή μεθόδου συλλογής δεδομένων καθώς και τις εδραιωμένες μεθόδους ανάλυσης αυτών. Στη συνέχεια, ακολουθήσε η συλλογή στοιχείων από πείραμα με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε επαρχιακή οδό για να διερευνηθεί η επιρροή της χρήσης του διαδικτύου σε κινητό τηλέφωνο στη συμπεριφορά του οδηγού. Ακολούθως, τα στοιχεία επεξεργάστηκαν καταλλήλως ώστε να προκύψει μια τελική βάση δεδομένων και ακολούθως, να εισαχθούν σε λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Στο λογισμικό πραγματοποιήθηκαν διάφορες δοκιμές και επαναλήψεις αναλόγως της επιλεγείσας στατιστικής μεθοδολογίας. Ύστερα, παρουσιάστηκαν όλα τα σημαντικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων. Τέλος, εξάχθηκαν συμπεράσματα καθώς και αντίστοιχες προτάσεις για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Παρακάτω παρουσιάζονται υπό μορφή διαγράμματος ροής (Διάγραμμα 1.1), τα διαδοχικά στάδια που θα ακολουθηθούν για την πραγματοποίηση της εργασίας.



Διάγραμμα 1.1: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης

1.4. Δομή

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζεται **η δομή της Διπλωματικής Εργασίας** μέσω της συνοπτικής αναφοράς του περιεχομένου του κάθε κεφαλαίου.

Στο **κεφάλαιο 1**, το οποίο είναι το παρόν κεφάλαιο, γίνεται μία σύντομη παρουσίαση του αντικειμένου της οδικής ασφάλειας. Αναλύονται τα ατυχήματα σε διεθνές, σε ευρωπαϊκό και σε εθνικό επίπεδο. Τα ατυχήματα χωρίζονται σε τρεις ενότητες: στα γενικά στοιχεία, στην ανάλυση της ταυτότητάς τους, αλλά και πως η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση συμβάλλει σε αυτά. Τέλος, περιγράφεται ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας και η συνοπτική περιγραφή της μεθοδολογίας.

Στο **κεφάλαιο 2**, παρουσιάζονται χρήσιμα ευρήματα σχετικά με τη Διπλωματική Εργασία, που προέκυψαν ύστερα από βιβλιογραφική ανασκόπηση δημοσιευμένων ερευνών. Επίσης, όλα τα συναφή αποτελέσματα των ερευνών συνοψίζονται σε πίνακα.

Στο **κεφάλαιο 3**, το οποίο περιέχει το θεωρητικό υπόβαθρο, αναλύονται οι απαιτούμενες μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης. Αρχικά, αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο όλων των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν, τα στατιστικά και λογικά κριτήρια αποδοχής του μοντέλου. Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου γίνεται μία σύντομη επεξήγηση των βημάτων που ακολουθούνται για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων μέσω του ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης.

Στο **κεφάλαιο 4**, περιέχεται η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Αρχικά, πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή του πειράματος που εκτελέστηκε, στη συνέχεια παρουσιάζεται η επεξεργασία των δεδομένων, ώστε να εξαχθούν οι τελικές βάσεις δεδομένων. Αυτό γίνεται για να έχουν επεξεργάσιμη μορφή και ύστερα να εισαχθούν στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Επιπλέον, παρατίθενται κάποια χρήσιμα αποτελέσματα καθώς και περιγραφικά στοιχεία του δείγματος. Τέλος, γίνεται αναφορά του τρόπου εισαγωγής των βάσεων στο ειδικό λογισμικό.

Στο **κεφάλαιο 5**, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων. Ύστερα από την ανάπτυξη των τελικών μαθηματικών μοντέλων, επιχειρείται να δειχθεί πως επηρεάζονται τα μεγέθη οδήγησης και ασφάλειας από την απόσπαση της προσοχής, τις συνθήκες φωτισμού, τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά και τα γνωρίσματα του οδηγού. Επίσης, παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των επιμέρους μεταβλητών, ενώ τα τελικά μοντέλα συνοδεύονται από διαγράμματα ευαισθησίας για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων.

Στο **κεφάλαιο 6**, περιλαμβάνονται όλα τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των τελικών μαθηματικών μοντέλων, όπως και προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας και για περαιτέρω έρευνα.

Στο **κεφάλαιο 7**, παρατίθεται σε μορφή καταλόγου το σύνολο της βιβλιογραφίας (έρευνες και ιστοσελίδες) που χρησιμοποιήθηκαν σε όλη τη διάρκεια της εργασίας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται **συναφείς δημοσιευμένες έρευνες σχετικές με το αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα Διπλωματική Εργασία**. Αντικείμενο προς αναζήτηση αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού. Στην επόμενη ενότητα θα αναλυθούν συντόμως αντίστοιχες έρευνες αλλά και οι μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν. Αυτές θα επεξηγηθούν σε τρεις κατηγορίες. Αρχικά, θα γίνει μια αναφορά στην παγκόσμια τάση χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση καθώς και στα ατυχήματα που προκαλούνται. Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού, μελετώντας την κάθε μία παράμετρο οδήγησης ξεχωριστά. Τέλος, θα αναλυθεί συγκεκριμένα η επίδραση της χρήσης του διαδικτύου μέσω έξυπνων κινητών τηλέφωνων κατά την οδήγηση.

Ακολούθως, θα παρουσιαστούν και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Τα αποτελέσματα αυτά θα συγκριθούν και θα παρουσιαστεί η σύνοψή τους, έτσι ώστε να παρατηρηθούν είτε πιθανά πεδία που έχουν ελλείψεις ή που δεν έχουν ερευνηθεί ακόμα. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο θα επιλεχθεί η μέθοδος ανάλυσης, ώστε να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα.

2.2. Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες

2.2.1. Η χρήση του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση

Σύμφωνα με τους Atchley et al. (2010), το 92% των οδηγών διαβάζει εισερχόμενα μηνύματα κατά την οδήγηση, εκ των οποίων το 81% απαντάει. Το 70% των οδηγών αναφέρει ότι ξεκινάει τη συγγραφή ενός μηνύματος κατά την οδήγηση, χωρίς να έχει προηγηθεί η λήψη ενός μηνύματος. Επιπλέον, το 6% διαβάζει μηνύματα μόνο όταν ακινητοποιηθεί το όχημά του στην κίνηση, συνεπώς μόνο το 2% δεν διαβάζει ποτέ υπό οποιεσδήποτε συνθήκες. Μία άλλη έρευνα των White et al. (2010) έδειξε ότι το 77% των οδηγών δηλώνει ότι χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης για οποιαδήποτε χρήση το χρειάζεται. Το ~40% χρησιμοποιεί καθημερινά το τηλέφωνό του κατά την οδήγηση και το 37% λιγότερο από μία ή δύο φορές την εβδομάδα. Αντιθέτως, το 23% αναφέρει ότι δεν το χρησιμοποιεί ποτέ. Τέλος, οι οδηγοί που κάνουν καθημερινή χρήση του κινητού κατά την οδήγηση δηλώνουν ότι, το 43% απαντάει σε κλήσεις, το 36% αρχίζει μια κλήση, το 27% διαβάζει εισερχόμενα μηνύματα και το 18% αποστέλλει μηνύματα.

Επιπλέον, με βάση την έρευνα των Young et al. (2010) οι **νέοι οδηγοί**, ηλικίας 18-25 ετών, έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα (σε σχέση με τις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες) να συμμετέχουν σε ορισμένες δραστηριότητες που αποσπούν την προσοχή τους κατά τη διάρκεια της οδήγησης, παραδείγματος χάρη χρήση κινητού τηλεφώνου, αναπαραγωγή μουσικής και κατανάλωση φαγητού και ποτού. Το 84% των οδηγών πιστεύει ότι η οδήγησή του είναι πιο επικίνδυνη όταν αποσπάται η προσοχή του και λαμβάνει μέτρα για να την αποφύγει.

Σύμφωνα με τον οργανισμό NHTSA (2019), στην Αμερική το 9% των ατυχημάτων του 2017 αποτελεί περιστατικά που έχουν προέλθει από την απόσπαση της προσοχής του οδηγού, με το 14% αυτού να έχει δηλωθεί για χρήση κινητού τηλεφώνου. Τα μεγαλύτερα ποσοστά ατυχημάτων που έχουν προέλθει από τη χρήση κινητού τηλεφώνου παρατηρούνται στις ηλικιακές ομάδες 20–29 ετών (με 23%) και 30–39 ετών (με 18%).
Επιπρόσθετα, με βάση δεδομένα που λαμβάνονται από εφαρμογές σε κινητά τηλέφωνα, σύμφωνα με τους Papadimitriou et al. (2019), η χρήση τους διαπιστώνεται ότι είναι συχνότερη σε αστικές οδούς (6,9%), λιγότερο σε επαρχιακές οδούς (5,1%) και σπάνια σε αυτοκινητόδρομους (0,9%). Επιπρόσθετα, όσο πιο μικρή είναι η διάρκεια της διαδρομής, τόσο

περισσότερη είναι η χρήση του κινητού τηλεφώνου, ίσως επειδή οι μεγαλύτερες διαδρομές είναι πιο πιθανές να γίνουν σε επαρχιακές οδούς και σε αυτοκινητόδρομους. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη χρήση κινητού τηλεφώνου (ανά ταξίδι) στις διαδρομές με μέση ταχύτητα 60 - 90 km/h (με την υψηλότερη τιμή μεταξύ 80 - 90 km/h) και μικρότερη σε διαδρομές με ταχύτητα χαμηλότερη από 60 km/h.

2.2.2. Η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού

Η έρευνα των Yannis et al. (2014) που εξέτασε σε προσομοιωτή οδήγησης την επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση έδειξε ότι, στην επαρχιακή οδό οι οδηγοί που χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα με οθόνη αφής τείνουν να μειώσουν τη **μέση ταχύτητα οδήγησης**, πιθανότατα επειδή τα κοιτάνε πιο συχνά και για περισσότερο χρόνο. Η ταχύτητα μειώνεται ενώ γίνεται ανάγνωση μηνύματος κατά 18% σε καλές καιρικές συνθήκες, 12% σε βροχερές συνθήκες και 14% στη διάρκεια της νύχτας. Μεγαλύτερη μείωση γίνεται κατά την εγγραφή μηνυμάτων κατά 22%, 20% και 24%, αντίστοιχα. Επίσης, συμφώνα με τους Choudhary et al. (2017), η αποστολή γραπτών μηνυμάτων έχει σημαντική επίδραση στη μέση ταχύτητα των οδηγών και προκύπτει ότι προκαλεί μείωση της μέσης ταχύτητας 5,30 m/s. Τα μοντέλα της ταχύτητας έδειξαν ότι σημαντικοί παράγοντες για τη μέση ταχύτητα είναι η ηλικία, το φύλο και η απόσπαση της προσοχής. Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι, οι οδηγοί λόγω της απόσπασης της προσοχής προσπαθούν να διατηρήσουν επαρκές επίπεδο ασφαλείας μειώνοντας την ταχύτητά τους. Αντιθέτως, άλλη έρευνα των Young et al. (2014) παρουσιάζει ότι όταν οι οδηγοί γράφουν μηνύματα, σημειώνουν σημαντικά μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με την ανάγνωση των εισερχομένων μηνυμάτων ακόμα και από την ελεύθερη οδήγηση.

Επιπλέον, υπάρχει μια σημαντική επιρροή στην **τυπική απόκλιση της ταχύτητας** όταν οι οδηγοί διαβάζουν μηνύματα και είναι υψηλότερη σε σύγκριση με την ελεύθερη οδήγηση. Ωστόσο, όταν γράφουν μηνύματα, η τυπική απόκλιση της ταχύτητας, είναι μικρότερη από την ελεύθερη οδήγηση (χωρίς απόσπαση της προσοχής) αλλά και από την ανάγνωση (Young et al., 2014). Σύμφωνα με τους Stavrinos et al. (2013) υπάρχει σημαντική επιρροή της απόσπασης της προσοχής μέσω γραπτών μηνυμάτων στη διακύμανση της ταχύτητας. Αναλυτικότερα, σημαντικά μεγαλύτερη διακύμανση στην ταχύτητα παρατηρείται κατά τη διάρκεια της ανταλλαγής μηνυμάτων σε σύγκριση με τη μη απόσπαση της προσοχής.

Επιπρόσθετα, μια άλλη δημοσίευση των Drews et al. (2009) έδειξε ότι η μέση **απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** αυξάνεται σημαντικά κατά την αποστολή μηνυμάτων (34,3m) σε σχέση με τη μη απόσπαση προσοχής (29,1m). Επίσης, προκαλεί αύξηση της **τυπικής απόκλισης της απόστασης από προπορευόμενο όχημα**. Πιο συγκεκριμένα, η τυπική απόκλιση ελεύθερης οδήγησης είναι 11,9m και με απόσπαση από την αποστολή μηνυμάτων 17,9m. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Hosking et al., (2009) όταν οι οδηγοί στέλνουν μηνύματα, η τυπική απόκλιση της χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα διπλασιάζεται. Παράλληλα, ο μέσος χρόνος από το προπορευόμενο όχημα κατά την ανάγνωση μηνυμάτων αυξάνεται κατά 50%.

Σύμφωνα με μια πρόσφατη δημοσίευση των Yannis et al. (2014) η **πιθανότητα ατυχήματος**, σε επαρχιακή οδό, είναι 1,4 φορές υψηλότερη κατά την ανάγνωση μηνύματος και 1,5 φορές υψηλότερη κατά τη συγγραφή μηνύματος, σε σύγκριση με την ελεύθερη οδήγηση. Οδηγώντας κατά τη διάρκεια της νύχτας ή σε βροχερές συνθήκες αυξάνονται οι πιθανότητες σύγκρουσης. Πιο συγκεκριμένα, οι βροχερές συνθήκες έχουν 2,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος από αυτή της οδήγησης τη νύχτα. Οι οδηγοί με απόσπαση της προσοχής τους από κινητό με οθόνη αφής παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος. Επίσης, η πιθανότητα ατυχήματος επηρεάζεται από το αν ο οδηγός έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτή του μέσου όρου των υπόλοιπων οδηγών. Η έρευνα των Choudhary et al. (2017) έδειξε ότι, η αποστολή γραπτών μηνυμάτων αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος κατά 4 φορές. Συγχρόνως, η μέση αύξηση της ταχύτητας κατά 1 m/s αυξάνει τον κίνδυνο ατυχήματος κατά 14%. Επιπλέον, με βάση τα αποτελέσματα των Drews et al. (2009) παρατηρήθηκε ότι το 86% των ατυχημάτων συμβαίνει στην κατάσταση της απόσπασης προσοχής από γραπτά μηνύματα

και βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Με βάση τα αποτελέσματα των Stavrinos et al. (2013) παρατηρείται αρκετά σημαντική αύξηση των συγκρούσεών όταν γράφουν μηνύματα σε σύγκριση με την κατάσταση της μη απόσπασης της προσοχής.

Η ύπαρξη συμβάντων, σύμφωνα με τους Yannis et al. (2014), επηρεάζει το **χρόνο αντίδρασης**, έτσι οι οδηγοί τείνουν να χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν όταν κάνουν χρήση κινητού τηλεφώνου. Ο χρόνος αντίδρασης μεγαλώνει κατά 3,7 φορές από την ανάγνωση μηνυμάτων, 2,27 σε συνθήκες βροχής και 4 φορές τη νύχτα, σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Η βροχή έχει επιρροή 1,72 φορές υψηλότερη σε σχέση με τη νύχτα στο χρόνο αντίδρασης του οδηγού. Αντίστοιχα, οι Drews et al. (2009) βρήκαν ότι οι οδηγοί είναι 0,2 δευτερόλεπτα πιο αργοί στην απόκριση για φρενάρισμα κατά την αποστολή μηνυμάτων σε σύγκριση με την ελεύθερη οδήγηση. Σε ένα άλλο πείραμα των Choudhary et al. (2017) η διαδικασία αποστολής μηνυμάτων διαχωρίστηκε σε απλή και σύνθετη περίπτωση, προκαλώντας αύξηση 137%, 204% των χρόνων αντίδρασης των οδηγών για διέλευση πεζού και 121%, 171% για εμφάνιση σταθμευμένου οχήματος, αντίστοιχα.

Σε σύγκριση με την ελεύθερη οδήγηση, βρέθηκε από τους Hosking et al. (2009), όταν ο οδηγός κάνει ανάγνωση και αποστολή μηνυμάτων κατά την οδήγηση παρατηρείται μείωση του ελέγχου. Αυτό αποδεικνύεται από τον αυξημένο αριθμό παρεκκλίσεων από τη λωρίδα και την αυξημένη διακύμανση της πλευρικής απόσταση του οχήματος. Οι οδηγοί έχουν περίπου 50% μεγαλύτερη **τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης** του οχήματος και πραγματοποιούν 28% περισσότερες παρεκκλίσεις από τη λωρίδα κατά την ανάγνωση και την αποστολή μηνυμάτων.

Επίσης, με πείραμα των Drews et al. (2009) διαπιστώνεται ότι κατά την αποστολή μηνυμάτων, οι οδηγοί παρέκκλιναν περισσότερες φορές από τη λωρίδα κυκλοφορίας (0,49/km) σε σύγκριση με τη μη απόσπαση της προσοχής τους (0,26/km). Σύμφωνα με την έρευνα των Stavrinos et al. (2013) σημαντικά μεγαλύτερη παρατηρείται η απόκλιση της πλευρικής θέσης όταν υπάρχει απόσπαση της προσοχής με συγγραφή μηνυμάτων σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Επιπρόσθετα, εμφανίζονται σημαντικά λιγότερες παρεκκλίσεις από τη λωρίδα κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια των γραπτών μηνυμάτων. Επιπλέον, με βάση πρόσθετα ευρήματα των Rumschlag et al. (2015) προκύπτει ότι η συγγραφή μηνυμάτων συσχετίζεται σημαντικά με τον αριθμό των παρεκκλίσεων από τη λωρίδα κυκλοφορίας, ο οποίος αυξάνεται εξαιτίας αυτής της απόσπασης, αλλά και από τον παράγοντα της ηλικίας των οδηγών.

Τέλος, σύμφωνα με τους Hosking et al. (2009) οι οδηγοί κοιτάζουν μέσα στο όχημα μέχρι και δύο φορές πιο συχνά όταν αποσπώνται από μηνύματα με αποτέλεσμα να **μην κοιτάζουν** την οδό μέχρι και 400% περισσότερο, συγκριτικά με την ελεύθερη οδήγηση. Επίσης, με βάση τα ευρήματα των Young et al. (2014) οι οδηγοί ξοδεύουν λιγότερο χρόνο κοιτώντας τον άξονα της οδού όταν εκτελούν ενέργειες απόσπασης γραπτών μηνυμάτων. Κατά την ανάγνωση μηνυμάτων, ο οπτικός χρόνος που δαπανάται για την οδό από τους οδηγούς μειώνεται κατά 17% και κατά την εγγραφή μηνυμάτων κατά 29%.

2.2.3. Η επιρροή της χρήσης του διαδικτύου κατά την οδήγηση

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια, η απόσπαση της προσοχής από τα κινητά τηλέφωνα περιοριζόταν σε κλήσεις ή σε μηνύματα (SMS). Πλέον, τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) επιτρέπουν την πρόσβαση στο διαδίκτυο, μέσω του οποίου γίνεται αποστολή άμεσων ηλεκτρονικών μηνυμάτων, πλοήγηση σε κοινωνικά δίκτυα και χρήση ηλεκτρονικών χαρτών μέσω διαφόρων εφαρμογών.

Παρακάτω παρουσιάζονται διάφορα πειράματα που έγιναν σε **προσομοιωτή οδήγησης** με σκοπό να εξετάσουν την επιρροή του διαδικτύου στην οδήγηση.

Οι Ortiz et al. (2018) πραγματοποίησαν πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης, ώστε να διερευνηθεί η επιρροή που έχει στους οδηγούς η αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων μέσω της εφαρμογής “WhatsApp”. Σε αυτό συμμετείχαν 75 οδηγοί τεσσάρων διαφορετικών ηλικιακών ομάδων. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε τρεις διαφορετικούς τύπους οδών ορεινή επαρχιακή, αυτοκινητόδρομο και αστική.

Πειραματική διαδικασία των Hashash et al. (2019) με 26 νέους οδηγούς μελέτησε, επιπλέον, την επίδραση της απόσπασης προσοχής από την πλοήγηση σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Το πείραμα είχε τρία σενάρια: χωρίς απόσπαση, πλοήγηση στο Facebook και αποστολή μηνυμάτων στο Facebook Messenger. Το περιβάλλον αποτελούταν από αστικό δίκτυο με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση και μέτριο κυκλοφοριακό φόρτο. Στο σενάριο του Facebook έπρεπε να πατήσουν το κουμπί "Μου αρέσει" σε κάποιες συγκεκριμένες δημοσιεύσεις. Επίσης, στο σενάριο των γραπτών μηνυμάτων μέσω της εφαρμογής Facebook Messenger έλαβαν απλά αριθμητικά ερωτήματα σε μορφή μηνύματος.

Επίσης, μέσω πειράματος των Dumitru et al. (2018) διερευνήθηκε και η επιρροή της χρήσης της εφαρμογής Facebook κατά την οδήγηση σε 17 νέους. Το σενάριο αποτελούταν από επαρχιακή οδό με μέτρια κυκλοφορία και όριο ταχύτητας 50-80 km/h. Κάθε συμμετέχων έπρεπε να οδηγήσει χωρίς απόσπαση προσοχής και με απόσπαση της προσοχής του μέσω της εφαρμογής Facebook. Στην εφαρμογή αυτή, έπρεπε να εκτελέσουν τρεις διαφορετικές ενέργειες: πάτημα του κουμπιού "Μου αρέσει", δημιουργία "Κοινοποίηση τοποθεσίας" και σχολιασμό μιας φωτογραφίας.

Παρατηρείται με βάση τους Ortiz et al. (2018) σημαντική επίδραση της **ηλικίας** στις παραμέτρους της απόδοσης στην οδήγηση. Επιπλέον, σε σύγκριση με την ελεύθερη οδήγηση, η ανταλλαγή μηνυμάτων WhatsApp χειροτερεύει την απόδοση οδήγησης για όλες τις ηλικιακές ομάδες, κυρίως όμως για τους ηλικιωμένους συμμετέχοντες.

Με βάση τα ευρήματα του Ortiz et al. (2018) παρατηρείται μικρότερη ταχύτητα οδήγησης κατά την απόσπαση της προσοχής. Από έρευνα των Hashash et al. (2019) προκύπτει ότι, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στη **μέση ταχύτητα** μεταξύ της ελεύθερης οδήγησης με την απόσπαση από το Facebook ή το Messenger. Η μέση ταχύτητα είναι 12,81 χωρίς απόσπαση, 11,26 με χρήση του Facebook και 12,17 με το Messenger (μονάδες του προσομοιωτή). Επίσης, παρατηρείται από τους Dumitru et al. (2018) ότι η μέση ταχύτητα είναι 61.8 km/h για την ελεύθερη οδήγηση και 60.63 km/h για την απόσπαση από το Facebook, δηλαδή χωρίς μεγάλη απόκλιση. Επιπλέον, ελάχιστα μεγαλύτερος γίνεται ο αριθμός των παραβιάσεων των ορίων ταχύτητας με τη χρήση του Facebook, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντικός. Όσον αφορά στην **απόσταση ασφαλείας** από το προπορευόμενο όχημα, με τη χρήση του Facebook αυξάνεται ~40% σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.

Σύμφωνα με τους Ortiz et al. (2018) η αρνητική επίδραση του έξυπνου κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση εμφανίζεται και στον αριθμό των συγκρούσεων, καθώς παρατηρείται μεγαλύτερη **πιθανότητα ατυχήματος** σε όλες τις ηλικιακές ομάδες κατά 8,3% για νέους ενήλικες, 25,0% για ενήλικες, 80,5% για ενήλικες μέσης ηλικίας και 134,5% για τους μεγαλύτερους. Παράλληλα, σε άλλη έρευνα των Hashash et al. (2019) βρέθηκε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στο μέσο **χρόνο αντίδρασης** του οδηγού για να ανταποκριθεί σε ένα

συμβάν, με μέση τιμή ~1,6sec χωρίς απόσπαση, ~2,4sec με απόσπαση από το Facebook και ~3,1sec από το Messenger.

Με βάση τα ευρήματα των Ortiz et al. (2018) στην ελεύθερη οδήγηση η **τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης** του οχήματος των μεγαλύτερων ηλικιακά οδηγών είναι ~14% υψηλότερη από αυτή του μέσου όρου όλων των άλλων ηλικιών και αυξάνεται στο 29% με απόσπαση της προσοχής τους. Στην επαρχιακή οδό, προκύπτει ότι οι μεγαλύτεροι οδηγοί έχουν μεγαλύτερη τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης του οχήματος, σε σχέση με τους οδηγούς ηλικίας 18-39 ετών. Επιπρόσθετα, σε όλες τις ηλικιακές ομάδες διαπιστώνεται αύξησή της, λόγω της συγγραφής μηνυμάτων κατά την οδήγηση. Αντιθέτως σε άλλη έρευνα, των Hashash et al. (2019) δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά στη διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος, συγκεκριμένα με μέση τιμή 0,38 στην ελεύθερη οδήγηση, 0,39 στην απόσπαση από την εφαρμογή Facebook και 0,49 από την εφαρμογή Messenger.

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Ortiz et al. (2018) παρατηρείται σημαντική επίδραση της ηλικίας στο χρόνο που δαπανάται στο **αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας**. Οι μεγαλύτεροι ηλικιακά ξοδεύουν ~89% περισσότερο χρόνο στο αντίθετο ρεύμα, από εκείνο που ξοδεύει ο μέσος όρος όλων των άλλων οδηγών. Συγχρόνως, αυξάνεται σε 162% κατά την οδήγηση με απόσπαση από την αποστολή μηνυμάτων. Επίσης, από το πείραμα των Dumitru et al. (2018) παρατηρείται αύξηση του αριθμού που το όχημα παρεκκλίνει από τη λωρίδα κυκλοφορίας, όταν οι οδηγοί έχουν απόσπαση προσοχής από το Facebook σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.

Σημαντική επίδραση σύμφωνα με τους Hashash et al. (2019) δείχνει η χρήση κινητού τηλεφώνου στο **ποσοστό του συνολικού χρόνου που ο οδηγός κοιτάζει την οδό**, με μέση τιμή ~0,7 χωρίς απόσπαση, ~0,38 με απόσπαση από την εφαρμογή Facebook και ~0,30 από το Messenger (κλάσματα του δευτερολέπτου).

Η έρευνα των Ortiz et al. (2018) έδειξε ότι οι οδηγοί ηλικίας από 25-39 ξοδεύουν σημαντικά λιγότερο **χρόνο να διαβάζουν και να απαντάνε** μηνύματα, άρα αποσπώνται λιγότερο χρόνο σε σχέση με τους μεγαλύτερους ηλικιακά. Επίσης, σύμφωνα με τους Dumitru et al. (2018) η διάρκεια που κοιτάει ο οδηγός το κινητό του είναι μεγαλύτερη για τον σχολιασμό φωτογραφίας στο Facebook (Comment), μετά ακολουθεί η κοινοποίηση τοποθεσίας (Check-in) και τέλος η ενέργεια “Μου αρέσει” (Like). Η διάρκεια για να ολοκληρώσει τις ενέργειες ο οδηγός είναι με φθίνουσα σειρά: κοινοποίηση τοποθεσίας (Check-in), σχολιασμός φωτογραφίας (Comment) και το πάτημα “μου αρέσει” (Like).

2.3. Σύνοψη

Στη συνέχεια, ακολουθεί **πίνακας με τη σύνοψη των αποτελεσμάτων των ερευνών** που αναλύθηκαν προηγουμένως, έτσι ώστε με συντομία να παρουσιαστεί μια πιο σφαιρική απεικόνιση των κεκτημένων γνώσεων από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Πίνακας 2.1: Η επιρροή του κινητού στα χαρακτικά μεγέθη οδήγησης βάσει ερευνών

	Yannis et al. (2014)	Young et al. (2014)	Choud-hary et al. (2017)	Drews et al. (2009)	Hoskin get al. (2009)	Stavrin os et al. (2013)	Rumsc hlag et al. (2015)	Ortiz et al. (2018)	Hasha sh et al. (2019)	Dumitr u et al. (2018)
Μέση Ταχύτητα	↓	↑	↓	-	-	-	-	↓	↓	-
Τυπική απόκλιση της ταχύτητας	-	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-
Απόσταση από προπορευόμενο όχημα	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	↑
Τυπική απόκλιση απόστασης από προπορευόμενο όχημα	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
Τυπική απόκλιση χρονοαπόστασης από προπορευόμενο όχημα	-	-	-	-	↑	-	-	-	-	-
Πιθανότητα ατυχήματος	↑	-	↑	↑	-	↑	-	↑	-	-
Χρόνος αντίδρασης	↑	-	↑	↑	-	-	-	-	↑	-
Τυπική απόκλιση της πλευρικής απόστασης	-	-	-	-	↑	↑	-	↑	↑	-
Χρόνος που κοιτάζει ο οδηγός την οδό	-	↓	-	-	↓	-	-	-	↓	-
Παρεκκλίσεις από την λωρίδα	-	-	-	↑	↑	↓	↑	-	-	-

Αναλυτικότερα από τον Πίνακα 2.1, προκύπτει ότι έχει ερευνηθεί ευρέως η επιρροή της συγγραφής μηνυμάτων κατά την οδήγηση αλλά όχι ιδιαίτερα **της χρήσης του διαδικτύου μέσω κινητού τηλεφώνου**. Αυτό συμβαίνει, διότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια δεν έχει προλάβει να μελετηθεί ακόμα εις βάθος. Επομένως, στη διπλωματική αυτή θα αναλυθεί η χρήση του **Facebook** και **Facebook Messenger** κατά την οδήγηση, καθώς είναι οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές στους νέους. Η συμπεριφορά αυτή, θα συνεχίσει και στο μέλλον, καθώς οι σημερινοί νέοι θα μεταβούν σε μεγαλύτερη ηλικιακή ομάδα.

Συγχρόνως, δεν υπάρχει κάποια έρευνα για το πως επιδρά η χρήση της εφαρμογής **Google Maps** στη συμπεριφορά του οδηγού, οπότε αποτελεί ευκαιρία για περαιτέρω ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη της έχει βαρύνουσα σημασία, διότι με την ανάπτυξη των έξυπνων κινητών τηλεφώνων έχει διευρυνθεί η χρήση τους, με αποτέλεσμα να έχει πλέον και τον ρόλο του G.P.S. στην οδήγηση.

Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψιν όλη τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, θα γίνει πείραμα σε **προσομοιωτή οδήγησης**, όπως και η πλειοψηφία των παραπάνω ερευνών, με οδήγηση σε επαρχιακή οδό αφού οι περισσότερες έρευνες έγιναν για αστική οδό και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση. Επίσης, θα διεξαχθούν σενάρια υψηλού και χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου αλλά και σε συνθήκες ημέρας και νύχτας. Συγκεκριμένα, το πείραμα θα εξειδικευτεί σε νέους ηλικιακά οδηγούς, καθώς αποτελούν την ομάδα με την πιο πιθανή χρήση κινητού στην οδήγηση. Τέλος, άλλος ένας σημαντικός παράγοντας για την ολιστική διερεύνηση του θέματος αποτελεί η έλλειψη αντίστοιχων ερευνών **σε επίπεδο Ελλάδας**.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1. Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο που είναι απαραίτητο για να ολοκληρωθεί η παρούσα Διπλωματική Εργασία**. Πιο συγκεκριμένα, θα αναλυθούν οι τρεις μέθοδοι ανάλυσης που χρειάζονται για την εξαγωγή μαθηματικών μοντέλων. Αυτές είναι η γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression) και η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (Binary Logistic Regression), οι οποίες χρησιμοποιούνται αναλόγως του είδους της εξαρτημένης μεταβλητής, αν είναι συνεχής ή διακριτή, αντίστοιχα. Συνεχείς μεταβλητές αποτελούν τα χαρακτηριστικά μεγέθη οδήγησης που εξάγονται από τον προσομοιωτή οδήγησης και διακριτή μεταβλητή η πιθανότητα ατυχήματος. Η τρίτη μέθοδος είναι τα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα (Generalized Linear Models), που θα αναπτυχθούν για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου. Στη συνέχεια, αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο της κάθε μεθόδου, καθώς και τα κριτήρια αποδοχής των μαθηματικών αυτών μοντέλων. Τέλος, παρουσιάζονται οι κύριες εντολές του ειδικού στατιστικού λογισμικού επεξεργασίας το οποίο χρησιμοποιείται, ώστε να πραγματοποιηθούν τα τελικά μοντέλα.

3.2. Μαθηματικά μοντέλα

3.2.1. Γραμμικό μοντέλο

Για το γραμμικό μοντέλο γίνεται χρήση της **γραμμικής παλινδρόμησης**. Η ανάλυση παλινδρόμησης (Regression Analysis) δημιουργεί μια εξίσωση μεταξύ δύο ή περισσοτέρων μεταβλητών, ώστε να επιτυγχάνεται η πρόβλεψη της μίας βάσει των υπόλοιπων. Η προβλεπόμενη μεταβλητή ονομάζεται εξαρτημένη, ενώ οι υπόλοιπες ανεξάρτητες. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παίρνουν καθορισμένες τιμές, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή, είναι συνεχής, θεωρείται τυχαία και γίνεται υπόθεση ότι ακολουθεί κανονική κατανομή. Ο τύπος της γραμμικής παλινδρόμησης παρουσιάζεται στη συνέχεια:

$$\boldsymbol{y_i = \beta_0 + \beta_1\, x_{1i} + \beta_2\, x_{2i} + \cdots + \beta_n\, x_{ni} + \varepsilon_i}$$

όπου:

- $\beta_1,\ldots,\beta_n$: συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών
- β_0: σταθερά του μοντέλου
- $x_{1i},\ldots,x_{ni}$: ανεξάρτητες μεταβλητές
- y_i: εξαρτημένη μεταβλητή
- ε_i: σφάλμα παλινδρόμησης

3.2.2. Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο

Για το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο έγινε χρήση της **λογιστικής παλινδρόμησης**. Τα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή, όπως στην περίπτωση πιθανότητας ατυχήματος. Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης. Ο τύπος της λογιστικής παλινδρόμησης παρουσιάζεται στη συνέχεια:

$$\boldsymbol{y_i = logit(P_i) = ln\frac{P_i}{1-P_i} = \beta_0 + \beta_1\, x_{1i} + \beta_2\, x_{2i} + \cdots + \beta_n\, x_{ni}}$$

όπου:

- P_i: προβλεπόμενη πιθανότητα
- β_0: σταθερά του μοντέλου

• $\beta_1,...,\beta_n$: συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών

Η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει την τιμή 1 με πιθανότητα επιτυχίας P_i και την τιμή 0 με πιθανότητα αποτυχίας $1-P_i$ και καλείται δυαδική (Binary) ή **διωνυμική** (Binomial), όπως και το μοντέλο. Η πιθανότητα κυμαίνεται από 0 έως 1, ενώ ο νεπέριος λογάριθμος $ln\frac{P_i}{1-P_i}$ κυμαίνεται από μείον άπειρο ως συν άπειρο.

3.2.3. Γενικευμένα γραμμικά μοντέλα

Τα **γενικευμένα γραμμικά μοντέλα** διαμορφώθηκαν ως ένας τρόπος ενοποίησης διαφόρων άλλων στατιστικών προτύπων, συμπεριλαμβανομένων της γραμμικής παλινδρόμησης, της λογιστικής παλινδρόμησης και της παλινδρόμησης Poisson. Η ανάπτυξη του μοντέλου προήλθε από τη γενίκευση της κανονικής κατανομής στην εκθετική οικογένεια των κατανομών. Η συνάρτηση πιθανότητας της διακριτής μεταβλητής *y* ή η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της συνεχούς μεταβλητής βασίζεται μόνο σε μία παράμετρο *θ*. Ο τύπος του γενικευμένου γραμμικού μοντέλου παρουσιάζεται στη συνέχεια:

$$\boldsymbol{f(y;\theta) = s(y)\, t(\theta)\, e^{a(y)b(\theta)}}$$

Και αν *s(y)= exp[d(y)]* , *t(θ)= exp[c(θ)]* γίνεται:

$$f(y;\theta) = \exp\,[a(y)b(\theta) + c(\theta) + d(y)]$$

όπου:

• *α*,*b*,*s*,*t*: γνωστές συναρτήσεις
• *θ*: παράμετρος που εξετάζεται
• αν *α(y)= y* η κατανομή ακολουθεί κανονική μορφή

3.3. Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

3.3.1. Στατιστική σημαντικότητα

Για την αποδοχή (ή όχι) των παραπάνω μοντέλων απαιτείται η εξέταση διάφορων παραγόντων για την αξιολόγησή τους. Ο **έλεγχος t-test** (t-student κατανομή) χρησιμοποιείται για την **εκτίμηση της στατιστικής σημαντικότητας**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση αξιολογεί τις ανεξάρτητες μεταβλητές ώστε να επιλεχθούν οι κατάλληλες. Ο συντελεστής t υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\boldsymbol{t_i = \frac{\beta i}{S.E.}}$$

όπου:

• β_i: συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών
• *S.E.*: τυπικό σφάλμα των συντελεστών *β* (standard error)

Από τον πίνακα της t κατανομής προκύπτει ότι, για **επίπεδο εμπιστοσύνης** 90% και 95% η τιμή είναι *t=1,3 και t=1,7*, αντίστοιχα. Επομένως, για να συμπεριληφθεί κάποια μεταβλητή στο μοντέλο θα πρέπει να έχει συντελεστή *t>1,7* (για *p<0.05*) κατά απόλυτη τιμή, ώστε να θεωρείται στατιστικά σημαντική.

Για τα *λογιστικά μοντέλα* παλινδρόμησης χρησιμοποιείται το **Wald test** που εάν το δείγμα είναι μεγάλο η δοκιμή Wald είναι περίπου ισοδύναμη με τον έλεγχο t-test, άρα ισχύουν τα παραπάνω όρια.

3.3.2. Λογική εξήγηση των συντελεστών της παλινδρόμησης

Μία προϋπόθεση είναι οι τιμές της μεταβλητής y των γραμμικών μοντέλων να ακολουθούν **κανονική κατανομή**. Επίσης, πρέπει να τηρούνται κάποιοι περιορισμοί για τη **συσχέτιση των μεταβλητών**. Πιο συγκεκριμένα, συνίσταται οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους. Τα **πρόσημα** θα πρέπει να ελέγχονται, ώστε να έχουν λογική σημασία.

3.3.3. Ποιότητα του μοντέλου

Ο **προσδιοριστικός συντελεστής R^2** εκφράζει το ποσοστό της ολικής μεταβλητότητας της μεταβλητής *Y*, που προκύπτει από τη συνδυασμένη επίδραση όλων των μεταβλητών X_i, οι οποίες συμμετέχουν στην περιγραφή της εξίσωσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ο συντελεστής R^2 αποτελεί κριτήριο καλής προσαρμογής των X_i στο μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$\boldsymbol{R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

όπου:

- $\hat{y}_i$: προβλεπόμενη τιμή , • y_i: παρατηρηθείσα τιμή, • $\bar{y}$: μέση τιμή

Ο συντελεστής R^2 λαμβάνει τιμές από μηδέν (κανένα ποσοστό προσαρμοστικότητας) μέχρι ένα (άριστη προσαρμοστικότητα). Το R^2 δεν έχει κάποια συγκεκριμένη ελάχιστη τιμή, αλλά αποτελεί παράγοντα σύγκρισης διαφορετικών μοντέλων (επιλογή της μεγαλύτερης τιμής).

Για τα λογιστικά μοντέλα παλινδρόμησης ο υπολογισμός του (**ψευδό-R^2**) συντελεστή προσδιορισμού επισημαίνεται ότι θεωρείται εσφαλμένος έλεγχος της καλής προσαρμογής των μοντέλων, αφού στην πραγματικότητα επιζητείται η εκτίμηση της σχέσης που αναπτύσσεται μεταξύ της εξαρτημένης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Επιπρόσθετα, ελέγχεται για το μοντέλο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης το ποσοστό πρόβλεψης. Ο μέσος όρος των επιμέρους ποσοστών είναι σκόπιμο να είναι μεγαλύτερος από 65%.

Επίσης, για τα λογιστικά μοντέλα πραγματοποιείται **το κριτήριο του λόγου ή λογάριθμου πιθανοφάνειας -2LL** (Likelihood Ratio Statistic), το οποίο ελέγχει ένα μικρότερο μοντέλο *S* με *s* συντελεστές και πιθανοφάνεια *Ls* προς ένα μεγαλύτερο μοντέλο *L* με *l* συντελεστές (συνήθως έναν παραπάνω) και πιθανοφάνεια L_l, με τον περιορισμό ότι οι παράμετροι *s* αποτελούν μέρος του συνόλου των παραμέτρων *l*. Ο τύπος του κριτηρίου παρουσιάζεται στη συνέχεια:

$$\boldsymbol{-2log_e\left(\frac{L_s}{L_l}\right) = -2[\log(L_s) - \log(L_l)] = -2(L_s - L_l)}$$

και η τιμή του συγκρίνεται με τη θεωρητική τιμή x^2, που λαμβάνεται για επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης 95% (ή επίπεδο σημαντικότητας 5%).

3.3.4. Σφάλμα

Επιπρόσθετα, το **σφάλμα** της εξίσωσης του μοντέλου θα πρέπει να πληροί τις εξής προϋποθέσεις: να ακολουθεί κανονική κατανομή, να έχει σταθερή διασπορά $Var(\varepsilon_i)= \sigma_\varepsilon^2=c$ και να έχει μηδενική συσχέτιση $\rho(\varepsilon_i\varepsilon_j)=0 \ \forall i\neq j$.

Ταυτόχρονα, 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.

3.4. Εξήγηση αποτελεσμάτων

3.4.1. Εξήγηση των πρόσημων των β_i

Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχει **λογική εξήγηση των πρόσημων των β_i** (συντελεστές παλινδρόμησης) μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών, αφού μεταβάλλονται γραμμικά. Πιο συγκεκριμένα, αν το πρόσημο είναι θετικό η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση στην εξαρτημένη. Αντίστοιχα, το αρνητικό επιφέρει μείωση. Επιπλέον, **τα πρόσημα των β_i θα πρέπει να συγκρίνονται με τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας**, που έχει γίνει ανάλυση στο κεφάλαιο της Βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

3.4.2. Ανάλυση ευαισθησίας

Θα πρέπει να υπολογιστεί και η **ελαστικότητα,** η οποία αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Ορθότερη θεωρείται η έκφραση της ευαισθησίας, ως μια ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Για γραμμικά μοντέλα με **συνεχείς** μεταβλητές η ελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$\boldsymbol{e_i = \frac{\Delta Yi}{\Delta Xi} * \frac{Xi}{Yi} = \beta i * \frac{Xi}{Yi}}$$

Για γραμμικά μοντέλα με **διακριτές** μεταβλητές χρησιμοποιείται η έννοια της ψευδοελαστικότητας από την οποία υπολογίζεται η μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλείται από μια μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία κλάση των τιμών της.

Για λογιστικά μοντέλα με **διακριτές** μεταβλητές η ψευδοελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$\boldsymbol{E^{P_i}_{x_{ink}} = e^{\beta_{ik}} \frac{\sum_{i=1}^{I} e^{(\beta_i x_n)}}{\sum_{i=1}^{I} e^{\Delta(\beta_i x_n)}} - 1}$$

όπου:

- I: το πλήθος των πιθανών επιλογών
- x_{ink}: η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική i του ατόμου n
- $\Delta(\beta_i x_n)$: η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της x_{ink} έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- $\beta_i x_n$; η αντίστοιχη τιμή όταν η x_{nk} έχει τιμή 0
- β_{ik}: η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής x_{nk}

Για λογιστικά μοντέλα με **συνεχείς** μεταβλητές η ψευδοελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$\boldsymbol{E^{P(i)}_{X_{ink}} = \left[1 - \sum_{P(i)}^{l} P_n(i)\right] X_{ink}\, \beta_k}$$

όπου:

- $P(i)$: η πιθανότητα της εναλλακτικής i
- x_{ink}: η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική I του ατόμου n
- I: το πλήθος των πιθανών επιλογών

3.5. Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η συνένωση του θεωρητικού υπόβαθρου με τη λειτουργία του λογισμικού στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιείται, **IBM SPSS Statistics 24**. Εκτελούνται οι εξής ακόλουθες εντολές:

Για γραμμικά μοντέλα:

•*Analyze>Regression>Linear*: Η διαδικασία εκτελεί **γραμμική παλινδρόμηση** για την ανάπτυξη των μοντέλων. Η εξαρτημένη μεταβλητή εισάγεται στο πλαίσιο *Dependent,* οι ανεξάρτητες μεταβλητές εισάγονται στο πλαίσιο *Independent(s).* Από αυτή τη διαδικασία υπολογίζονται: βi, R^2, S.E. (standard error) κάθε μεταβλητής και του μοντέλου, t και sig. (επίπεδο σημαντικότητας).

•*Analyze>Correlate>Bivariate*: επιλέγεται Pearson και Spearman συσχέτιση για συνεχείς και διακριτές μεταβλητές, αντίστοιχα. Από αυτή τη διαδικασία εξάγεται ο **πίνακας συσχετίσεων** (Pearson/Spearman correlation).

•*Analyze>Descriptive Statistics>Descriptives*: οι συνεχείς μεταβλητές εισάγονται στο πλαίσιο *Variables* και εξάγονται χρήσιμα **περιγραφικά στατιστικά στοιχεία** όπως: μέσος όρος, τυπική απόκλιση, μέγιστη, ελάχιστη τιμή και σύνολο τιμών μεταβλητής.

•*Analyze>Descriptive Statistics>Frequencies:* οι διακριτές μεταβλητές εισάγονται στο πλαίσιο *Variables* και εξάγονται χρήσιμα στοιχεία τους όπως: συχνότητα και διάφορα ποσοστά.

Για διωνυμικά λογιστικά μοντέλα :

•*Analyze>Regression>Binary Logistic*: Η διαδικασία εκτελεί **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** για την ανάπτυξη των μοντέλων. Η εξαρτημένη μεταβλητή εισάγεται στο πλαίσιο *Dependent* και οι ανεξάρτητες στο πλαίσιο *Covariates.* Από αυτή τη διαδικασία υπολογίζεται βi, -2 Log likelihood, S.E. (standard error), Wald, sig. (επίπεδο σημαντικότητας) και το ποσοστό σωστής πρόβλεψης.

•Οι εντολές *Bivariate, Descriptives* και *Frequencies* εκτελούνται όμοια με τα γραμμικά μοντέλα.

Για γενικευμένα γραμμικά μοντέλα:

•*Analyze>Generalized Linear Models> Generalized Linear Models:* Στην καρτέλα Response στο πλαίσιο Dependent Variable μπαίνει η εξαρτημένη μεταβλητή και στην καρτέλα Predictors στο πλαίσιο Factors οι διακριτές-ανεξάρτητες και στο Covariates οι συνεχείς. Ύστερα, στην καρτέλα Model επιλέγεται ο τύπος του μοντέλου από το Type. Από αυτή τη διαδικασία υπολογίζεται: μέγεθος δείγματος, ελάχιστα, μέγιστα, μέσες τιμές, τυπική απόκλιση, βi, S.E. (standard error), Wald και sig. (σημαντικότητα).

• Η εντολή *Descriptives* και *Frequencies* εκτελείται όμοια με τα γραμμικά μοντέλα.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΩΝ

4.1. Εισαγωγή

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, επιλέχθηκε η μέθοδος αλλά και το αντικείμενο της έρευνας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Το πείραμα για την εύρεση κατάλληλων αποτελεσμάτων θα γίνει μέσω **προσομοιωτή οδήγησης σε επαρχιακή οδό.** Αναλυτικότερα, θα μελετηθεί η επίδραση του διαδικτύου στην οδήγηση μέσω έξυπνων κινητών, λόγω της εκτεταμένης χρήση τους. Η απόσπαση του οδηγού επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί με τα επικρατέστερα **μέσα κοινωνικής δικτύωσης και επικοινωνίας**, την εφαρμογή Facebook και Facebook Messenger, καθώς και με την εφαρμογή Google Maps που είναι αρκετά διαδεδομένη κατά την οδήγηση για την εύρεση **διαδρομής**.

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται αρχικά η **συλλογή στοιχείων** η οποία πραγματοποιήθηκε μέσω πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης, το οποίο περιγράφεται αναλυτικά με τα βήματα τα οποία ακολουθήθηκαν και τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν. Γίνεται, επίσης, αναφορά στο δείγμα των οδηγών, στα σενάρια οδήγησης, στην προετοιμασία και εφαρμογή του πειράματος. Στη συνέχεια, ακολουθεί η **επεξεργασία των στοιχείων** που προέκυψαν από το πείραμα και από τα ερωτηματολόγια. Ακολούθως, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών για τη δημιουργία μίας ενιαίας βάσης δεδομένων.

4.2. Πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης

4.2.1. Στόχος πειράματος

Μέσω του πειράματος που πραγματοποιήθηκε στον προσομοιωτή οδήγησης, διερευνήθηκε **η επιρροή στη συμπεριφορά του οδηγού κατά τη χρήση του διαδικτύου** σε επαρχιακή οδό, με ταυτόχρονη επίδραση διαφόρων παραμέτρων. Αναλυτικότερα, εξετάζονται τα χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. ηλικία, φύλο, εμπειρία οδήγησης κτλ.), ο κυκλοφοριακός φόρτος α) χαμηλός β) υψηλός και οι συνθήκες φωτισμού α) μέρα β) νύχτα.

4.2.2. Προσομοιωτής

Η πειραματική διαδικασία διεξήχθη στον προσομοιωτή οδήγησης της εταιρίας Foerst, που διαθέτει το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.. Τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του (κάθισμα, τιμόνι, γκάζι, φρένο, συμπλέκτης, κιβώτιο ταχυτήτων, κόρνα, μίζα) όσο και το ψηφιακό του περιβάλλον, μέσω τριών LCD οθονών, προσομοιάζουν ρεαλιστικά τις πραγματικές συνθήκες οδήγησης του συμμετέχοντα (Εικόνα 4.1).

Εικόνα 4.1: Εξωτερικά χαρακτηριστικά προσομοιωτή οδήγησης

Εικόνα 4.2: Ψηφιακό περιβάλλον προσομοιωτή οδήγησης

Πιο συγκεκριμένα, το ψηφιακό περιβάλλον απεικονίζει την οδό από την οπτική που θα είχε ο οδηγός όπως επίσης, διαθέτει καθρέπτες προσφέροντας πλήρη έλεγχο (Εικόνα 4.2). Επιπλέον, προσφέρεται η δυνατότητα οδήγησης σε ποικίλες συνθήκες που αφορούν τον τύπο της οδού, τον κυκλοφοριακό φόρτο, τον φωτισμό και τον καιρό. Στις συνθήκες αυτές συμπεριλαμβάνονται και γεγονότα τα οποία εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της οδήγησης, όπως κάποια διέλευση άγριου ζώου, τα οποία έχουν σκοπό τη μελέτη της συμπεριφοράς του οδηγού σε επικίνδυνα συμβάντα (Εικόνα 4.3).

Εικόνα 4.3: Εμφάνιση επικίνδυνων γεγονότων

Οι μετρήσεις που γίνονται από τον προσομοιωτή οδήγησης καταγράφονται σε χρονικά διαστήματα των 16-17ms, το οποίο σημαίνει ότι είναι περίπου 60 το δευτερόλεπτο. Τα δεδομένα εξάγονται από το πρόγραμμα μέσω αρχείου μορφής κειμένου, το οποίο είναι διαφορετικό για κάθε σενάριο οδήγησης και περιλαμβάνει τις τιμές πολλών μεταβλητών. Στον Πίνακα 4.1 φαίνονται οι μεταβλητές αυτές.

Πίνακας 4.1: Μεταβλητές προσομοιωτή οδήγησης

Variable	Explanation
Time	current real-time in milliseconds since start of the drive.
x-pos	x-position of vehicle in m.
y-pos	y-position of vehicle in m.
z-pos	z-position of vehicle in m.
Road	road number of the vehicle in [int].
Richt	direction of the vehicle on the road in [BOOL] (0/1).
Rdist	distance of the vehicle from the beginning of the drive in m.
Rspur	track of the vehicle from the middle of the road in m.
Ralpha	direction of the vehicle compared to the road direction in degrees.
Dist	driven course in meters since begin of the drive.
Speed	actual speed in km/h.
Brk	brake pedal position in percent.
Acc	gas pedal position in percent.
Clutch	clutch pedal position in percent.
Gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
RPM	motor revolvation in 1/min.
HWay	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
DLeft	distance to the left road board in m.
DRicht	distance to the right road board in m.
Wheel	steering wheel position in degrees.
THead	time to headway, i.e. to collision with the ahead driving vehicle in ms.
TTL	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in ms.
TTC	time to collision (all obstacles), in ms.
AccLat	acceleration lateral, in m/s^2
AccLon	acceleration longitudinal, in m/s^2
EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
EvDist	event-distance in m.
ErrINo	number of the most important driving failure since the last data set
ErrIVal	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
Err2No	number of the next driving failure (maybe empty).
Err2Val	additional date to failure 2.
Err3No	number of the further driving failure (maybe empty).
Err3Val	additional date to failure 3.

4.2.3. Σενάρια πειράματος

Για την παρούσα Διπλωματική Εργασία, όπως ήδη έχει οριστεί, ο **τύπος της οδού** για την οποία διεξήχθη το πείραμα είναι **επαρχιακή**. Το ψηφιακό αστικό περιβάλλον που παρέχεται από τον προσομοιωτή αποτελείται από οδό με όριο ταχύτητας 70 χλμ/ώρα, δύο κατευθύνσεων, με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση, χωρίς διαχωριστική νησίδα και κατάλληλη σήμανση (Εικόνα 4.4).

Εικόνα 4.4: Επαρχιακό περιβάλλον προσομοιωτή οδήγησης

Για την εξέταση όμως πολλών παραγόντων, που μπορούν πιθανόν να επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδηγού και έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον εξαιτίας της ταυτόχρονης επιρροής της χρήσης του διαδικτύου κατά την οδήγηση, επιλέχθηκαν **τέσσερα διαφορετικά σενάρια**. Τα σενάρια αυτά διακρίνονται σε οδήγηση τη μέρα και τη νύχτα, με το καθένα να περιλαμβάνει χαμηλό και υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Στις Εικόνες 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 αποτυπώνονται στιγμιότυπα από τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

Εικόνα 4.5: 1ο Σενάριο – Μέρα/Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος

Εικόνα 4.6: 2ο Σενάριο – Μέρα/Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος

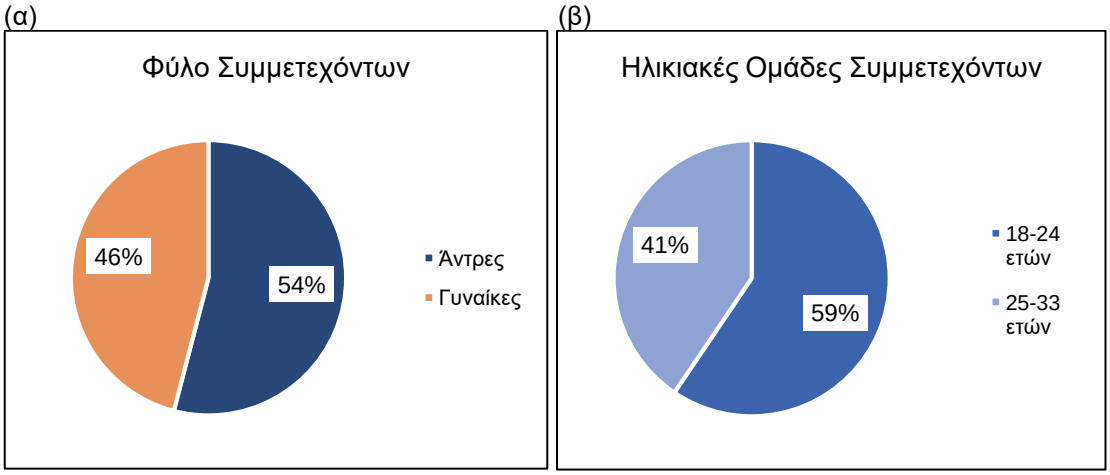
Εικόνα 4.7: 3ο Σενάριο – Νύχτα/Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος

Εικόνα 4.8: 4ο Σενάριο – Νύχτα/Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος

Σε κάθε ένα από τα τέσσερα αυτά σενάρια, επίσης εμφανίζονταν δύο **επικίνδυνα γεγονότα** (διέλευση άγριου ζώου-ελάφι) όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο.

4.2.4. Συμμετέχοντες

Για την πραγματοποίηση του στόχου του πειράματος, η επιλογή των οδηγών που συμμετείχαν εστιάστηκε να είναι **νέοι ηλικιακά, με δίπλωμα οδήγησης και κάτοχοι έξυπνου κινητού τηλεφώνου**. Αυτό ήταν αναγκαίο, αφού έπρεπε να είναι εξοικειωμένοι για την πραγματοποίηση της χρήσης του διαδικτύου μέσω του έξυπνου κινητού τηλεφώνου τους κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή. Επιλέχθηκαν δύο ηλικιακές ομάδες, των 18-24 και 25-33 ετών, με σκοπό την διαφοροποίηση της συμπεριφοράς βάσει της εμπειρίας οδήγησης (Γράφημα 4.1 β). Στην επιλογή τους επίσης, συνέβαλλε και η ισοκατανομή των φύλων (Γράφημα 4.1 α), ώστε στις δύο ηλικιακές ομάδες ο αριθμός των γυναικών και αντρών οδηγών να είναι περίπου ο ίδιος. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν **37 οδηγοί**, 20 άντρες και 17 γυναίκες, με μέσο όρο 5,4 έτη εμπειρίας οδήγησης από τους οποίους οι 22 ανήκουν στην πρώτη και οι 15 στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα.



Γράφημα 4.1: Κατανομή α) φύλου και β) ηλικιακής ομάδας συμμετεχόντων

4.2.5. Προετοιμασία πειράματος

Για την εφαρμογή του πειράματος ήταν απαραίτητη η αναλυτική προετοιμασία του, ώστε να επιτευχθεί μία **κοινή αντιμετώπιση των οδηγών ως προς την απόσπαση της προσοχής τους** κατά την οδήγηση. Αρχικά, αποφασίστηκε ο τρόπος με τον οποίο θα χρησιμοποιούνταν οι εφαρμογές, για τις οποίες ζητήθηκαν τα εξής:

- για την εφαρμογή Facebook, η πλοήγηση στις ενημερώσεις του οδηγού
- για την εφαρμογή Facebook Messenger, η ανάγνωση και αποστολή γραπτών μηνυμάτων
- για την εφαρμογή Google Maps, η αναζήτηση τοποθεσίας.

Για τις ενέργειες αυτές επιλέχθηκαν οι χρόνοι κατά τους οποίους τους ζητήθηκαν να πραγματοποιηθούν καθώς και η σειρά που ακολουθήθηκε. Για την ανάγνωση και αποστολή γραπτών μηνυμάτων συντάχθηκαν ερωτήσεις, οι οποίες θα αποστέλλονταν στους οδηγούς και απαιτούσαν απάντηση με τουλάχιστον μία λέξη (π.χ. Ποιο είναι το αγαπημένο σου φαγητό;). Για την αναζήτηση τοποθεσίας, επιλέχθηκαν τοποθεσίες για να αναζητηθούν από τους οδηγούς (π.χ. Πλατεία Συντάγματος). Τέλος, συντάχθηκε **ερωτηματολόγιο** για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του οδηγού εστιάζοντας στη χρήση του έξυπνου κινητού τηλεφώνου μέσω των εφαρμογών που επιλέχθηκαν και στην εξοικείωσή του με την επαρχιακή οδό.

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας της απόσπασης της προσοχής του οδηγού που έχει περιγραφεί παραπάνω, ήταν απαραίτητη η δημιουργία ενός **δελτίου πειράματος** το οποίο συμπεριλάμβανε τους χρόνους και τη σειρά των ενεργειών, που θα ζητούνταν, ώστε να συμπληρώνονται οι ακριβείς χρόνοι που ο οδηγός αποσπάστηκε (αρχή/τέλος). Για τον σκοπό αυτό, όλα τα σενάρια χρονομετρήθηκαν. Επίσης, έγινε χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή για να αποστέλλονται οι ερωτήσεις στον οδηγό στον σωστό χρόνο, σύμφωνα με το δελτίο.

Επιπρόσθετα, το πείραμα απαιτούσε και ένα σύνολο ενεργειών για την προετοιμασία που αφορούσε ξεχωριστά τον κάθε οδηγό. Αρχικά, ζητήθηκε το όνομα του λογαριασμού της σελίδας του στο Facebook ώστε να αποστέλλονται κατά τη διάρκεια της οδήγησης τα μηνύματα. Απαραίτητο για να συμβεί αυτό, ήταν η σύνδεση του έξυπνου κινητού του στο ασύρματο δίκτυο της σχολής και η ενεργοποίηση της ηχηρής λειτουργίας του. Ύστερα, ο οδηγός παροτρύνθηκε να συμμετέχει σε όλες τις ενέργειες απόσπασης της προσοχής του. Επίσης, για τα σενάρια οδήγησης την ημέρα και τη νύχτα, γινόταν αλλαγή του φωτισμού στο χώρο της διεξαγωγής του πειράματος, ώστε να ταιριάζουν οι συνθήκες φωτισμού του χώρου με του σεναρίου. Αυτό επιτεύχθηκε με το άνοιγμα των φώτων και το κλείσιμο παραθύρων αντίστοιχα. Τέλος, το έξυπνο κινητό τηλέφωνο αποφασίστηκε να τοποθετείται και να χρησιμοποιείται από όλους τους συμμετέχοντες καθ΄ όλη τη διάρκεια του πειράματος **σε βάση δίπλα στο τιμόνι** του προσομοιωτή οδήγησης (Εικόνα 4.9).

Εικόνα 4.9: Θέση έξυπνου κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια του πειράματος

4.2.6. Εφαρμογή πειράματος

Γενικότερα, στο πείραμα το οποίο διεξάχθηκε στον προσομοιωτή οδήγησης κατά τη διάρκεια του Απριλίου του 2019, συμμετείχαν 37 οδηγοί από τους οποίους ζητήθηκε να οδηγήσουν τέσσερις φορές. Κατά την οδήγησή τους, η απόσπασή τους από τη χρήση του διαδικτύου έγινε με την εξής σειρά:

1. πλοήγηση στις ενημερώσεις του λογαριασμού του οδηγού στην εφαρμογή Facebook,
2. ανάγνωση και αποστολή μηνυμάτων στην εφαρμογή Facebook Messenger,
3. αναζήτηση τοποθεσίας στην εφαρμογή Google Maps,
4. ανάγνωση και αποστολή μηνυμάτων στην εφαρμογή Facebook Messenger.

Η παραπάνω σειρά ακολουθήθηκε και για τα τέσσερα σενάρια οδήγησης, με τους χρόνους που ακολουθούν στον Πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2: Χρόνοι απόσπασης της προσοχής του οδηγού

	ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο	ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο	ΣΕΝΑΡΙΟ 3ο	ΣΕΝΑΡΙΟ 4ο
Ενέργειες	Χαμηλή Κυκλοφορία – Μέρα	Υψηλή Κυκλοφορία - Μέρα	Χαμηλή Κυκλοφορία - Νύχτα	Υψηλή Κυκλοφορία - Νύχτα
Facebook	0:30	4:30	0:30	4:30
Facebook Messenger	0:50	4:50	0:50	4:50
Google Maps	1:30	5:40	1:40	5:30
Facebook Messenger	2:30	6:20	2:40	6:10

Οι χρόνοι αυτοί επιλέχθηκαν ώστε να είναι εφικτή η πραγματοποίηση της ενέργειας που πρέπει να γίνει και να μένει ελεύθερη οδήγηση, χωρίς απόσπαση, μέχρι την επόμενη.

Ως **πρώτο στάδιο**, πριν δηλαδή από την οδήγηση, οι συμμετέχοντες καλούνται να συμπληρώσουν το **ερωτηματολόγιο** το οποίο επισυνάπτεται στην ενότητα του Παραρτήματος.

Στη συνέχεια, ακολουθεί η προετοιμασία του κάθε ένα συμμετέχοντα, η οποία έχει περιγραφεί σε προηγούμενη παράγραφο. Εν συντομία αναφέρονται τα εξής: Οι οδηγοί ενημερώθηκαν για τη λειτουργία του προσομοιωτή και τη διαδικασία του πειράματος που θα ακολουθήσει. Όσον αφορά στην απόσπαση της προσοχής τους, πληροφορήθηκαν για τις ενέργειες που θα τους ζητηθούν. Επίσης, τοποθετήθηκε το προσωπικό τους έξυπνο κινητό τηλέφωνο στη βάση που υπήρχε δίπλα στο τιμόνι.

Το **δεύτερο στάδιο**, είναι η οδήγηση στον προσομοιωτή το οποίο αποτελείται από τις παρακάτω τρεις φάσεις:

- 1η Φάση οδήγησης
Εκτός από τις τέσσερις διαδρομές, που αποτελούν τα σενάρια του πειράματος, ο κάθε συμμετέχων οδήγησε και μία **δοκιμαστική διαδρομή**, διαφορετική από των σεναρίων, η οποία αποτελεί την πρώτη φάση οδήγησης. Η διαδρομή ήταν μία, σε αστικό περιβάλλον την ημέρα. Η δοκιμαστική οδήγηση αυτή, είχε σκοπό την εξοικείωση του οδηγού με τον προσομοιωτή ώστε να μην επηρεαστεί η συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια του πειράματος. Επίσης, σε αυτήν τη διαδρομή δεν αποσπάστηκε η προσοχή του οδηγού, αλλά έγινε κατανοητό ότι πρόκειται για μία απλή εκμάθηση των λειτουργιών του προσομοιωτή οδήγησης. Η φάση αυτή διαρκούσε λιγότερο από πέντε λεπτά, αλλά όπου κρίθηκε απαραίτητο, παρατάθηκε η διάρκειά της.

- 2η Φάση οδήγησης
Η δεύτερη φάση οδήγησης αποτελείται από τα πρώτα δύο σενάρια που έχουν επιλεχθεί, **οδήγηση σε επαρχιακή οδό τη μέρα α) με χαμηλό και β) με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο**. Η διαδοχή των σεναρίων γίνεται αυτόματα και με την ίδια σειρά για όλους τους οδηγούς. Κατά την έναρξη, λοιπόν, της φάσης αυτής ξεκινούσε η χρονομέτρηση της οδήγησης, όπου στους χρόνους που αναφέρθηκαν ζητούνταν να γίνουν οι αντίστοιχες ενέργειες απόσπασης του οδηγού. Οι χρόνοι, κατά τους οποίους ο συμμετέχων αποσπάστηκε, σημειώθηκαν στο αντίστοιχο δελτίο, όπως επίσης και τυχόν παρατηρήσεις που θα ήταν απαραίτητες για την επεξεργασία (Εικόνα 4.10).

- 3η Φάση οδήγησης
Στη φάση αυτή ανήκουν τα υπόλοιπα σενάρια, δηλαδή η **οδήγηση σε επαρχιακή οδό τη νύχτα α) με χαμηλό και β) με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο**. Αντιστοίχως, τα σενάρια εναλλάσσονται αυτόματα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Η διαδρομή χρονομετρείται εκ νέου και η απόσπαση της προσοχής του οδηγού γίνεται στους χρόνους του αντίστοιχου σεναρίου, οι οποίοι σημειώνονται (Εικόνα 4.11).

Εικόνα 4.10: 2η Φάση οδήγησης

Εικόνα 4.11: 3η Φάση οδήγησης

4.3. Επεξεργασία στοιχείων

4.3.1. Επεξεργασία ερωτηματολογίων

Από τη συλλογή των ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες του πειράματος ακολουθεί η επεξεργασία τους. Τα στοιχεία πρέπει να καταχωρηθούν για να συμπεριληφθούν στη βάση δεδομένων. Για να επιτευχθεί αυτό, αρχικά θα πρέπει να ταυτιστούν οι ερωτήσεις με μεταβλητές και οι απαντήσεις τους να κωδικοποιηθούν με κάποιο λογικό και κοινό σύστημα (Πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.3: Ονομασία μεταβλητών ερωτηματολογίου / Κωδικοποίηση απαντήσεων

1	**Γενικά στοιχεία συμμετέχοντα:**								**Ονομασία Μεταβλητών**
Q1.1.	Ηλικία:		ετών						Age
		18-24 (1)	25-35 (2)	ετών					Age Group
Q1.2.	Φύλο:	Άντρας (1)	Γυναίκα (2)						Gender
Q1.3.	Σας αρέσει η οδήγηση;	Ναι (1)	Όχι (0)						Like
Q1.4.	Πόσο χρησιμοποιείτε στην καθημερινότητά σας, το έξυπνο κινητό σας τηλέφωνο για:								
Q1.4.1.	αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			D.Use Mess
Q1.4.2.	χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			D.Use Map
Q1.4.3.	πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			D.Use FB

*Daily Use= D.Use

2	**Οδική εμπειρία συμμετέχοντα:**								
Q2.1.	Πόσα χρόνια έχετε το δίπλωμα οδήγησης;		χρόνια						Years License
Q2.2.	Πόσα χρόνια οδηγείτε;		χρόνια						Years Drive
Q2.3.	Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα εντός πόλης;		ημέρες						Days Urb
Q2.4.	Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό (όχι αυτοκινητόδρομος);		ημέρες						Days Rur
Q2.5.	Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα εντός πόλης;	<20 (0)	20-50 (1)	50-100 (2)	100-150 (3)	>150 (4)			Km Urb
Q2.6.	Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό (όχι αυτοκινητόδρομος);	<20 (0)	20-50 (1)	50-100 (2)	100-150 (3)	>150 (4)			Km Rur
Q2.7.	Πόσες διαδρομές κάνετε τη μέρα εντός πόλης;	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	>5 (6)	Route Urb
Q2.8.	Πόσες διαδρομές κάνετε τη μέρα σε επαρχιακή οδό (όχι αυτοκινητόδρομος);	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	>5 (6)	Route Rur

3	**Οδική συμπεριφορά συμμετέχοντα:**								
Q3.1.	Πόσο συχνά, ενώ οδηγείτε εντός πόλης, κάνετε χρήση του έξυπνου κινητού σας τηλεφώνου για:								
Q3.1.1.	αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			Use Mess Urb
Q3.1.2.	χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			Use Maps Urb
Q3.1.3.	πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			Use FB Urb
Q3.2.	Πόσο συχνά, ενώ οδηγείτε σε επαρχιακή οδό (όχι αυτοκινητόδρομος), κάνετε χρήση του έξυπνου κινητού σας τηλεφώνου για:								
Q3.2.1.	αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			Use Mess Rur
Q3.2.2.	χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			Use Maps Rur
Q3.2.3.	πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);	καθόλου (0)	σπάνια (1)	μερικές φορές (2)	συχνά (3)	συνέχεια (4)			Use FB Rur
Q3.3.	Με ποιους τρόπους αλλάζετε τη συμπεριφορά σας, όταν κάνετε χρήση κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγείτε (δυνατότητα πάνω από μίας επιλογής);	Ακινητο-ποιώ το όχημα. (1)	Μειώνω ταχύτη-τα. (2)	Οδηγώ στην άκρη της οδού. (3)	Δεν αλλάζω συμπερι-φορά. (4)	1+2 (1.5)	2+3 (2.5)	2+4 (3.5)	Behav. Change
Q3.4.	Πόσο επικίνδυνη θεωρείτε τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης;	καθόλου (0)	λίγο (1)	αρκετά (2)	πολύ (3)	πάρα πολύ (4)			Danger Mobile

Q3.5.	Πόσο επικίνδυνη θεωρείτε τη χρήση κινητού τηλεφώνου για:								
Q3.5.1.	αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);	καθόλου (0)	λίγο (1)	αρκετά (2)	πολύ (3)	πάρα πολύ (4)			Danger Mess
Q3.5.2.	χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);	καθόλου (0)	λίγο (1)	αρκετά (2)	πολύ (3)	πάρα πολύ (4)			Danger Maps
Q3.5.3.	πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);	καθόλου (0)	λίγο (1)	αρκετά (2)	πολύ (3)	πάρα πολύ (4)			Danger FB
Q3.6.	Πόσο άνετα αισθάνεστε όταν οδηγείτε νύχτα, συγκριτικά με το όταν οδηγείτε μέρα;	καθόλου (0)	λίγο (1)	αρκετά (2)	πολύ (3)	πάρα πολύ (4)			Comfort. D-N

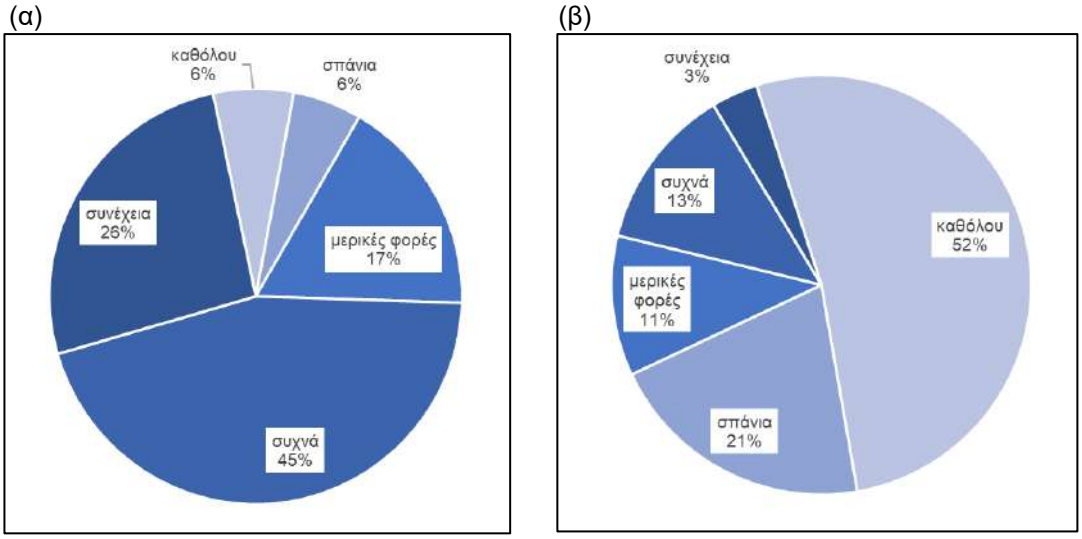
4	**Ιστορικό οδικών συμβάντων συμμετέχοντα:**								
Q4.1.	Πόσες φορές έχετε λάβει πρόστιμο, γιατί κάνατε χρήση κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγούσατε;	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	>3 (4)			Ticket Mob.
Q4.2.	Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί ως οδηγός;								
Q4.2.1.	Με υλικές ζημιές μόνο:	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	>3 (4)			Acc. Simple
Q4.2.2.	Με παθόντες:	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	>3 (4)			Acc. Injured
Q4.3.	Σε πόσα από τα ατυχήματα που έχετε εμπλακεί, κάνατε χρήση κινητού τηλεφώνου ανεξάρτητα αν η χρήση του ήταν η αιτία του ατυχήματος;								
Q4.3.1.	Με υλικές ζημιές μόνο:	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	>3 (4)			Mob. Acc. Simple
Q4.3.2.	Με παθόντες:	0 (0)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	>3 (4)			Mob. Acc. Injured

Με βάση, λοιπόν, την παραπάνω κωδικοποίηση καταγράφηκαν οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων για κάθε έναν από τους συμμετέχοντες. Δημιουργήθηκε ένας συνολικός πίνακας (37 επί 26) των αποτελεσμάτων με 26 στήλες, τις μεταβλητές του ερωτηματολογίου και 37 γραμμές, τους συμμετέχοντες του πειράματος (Εικόνα 4.12).

Participants	Age	Age Group	Gender	Like	D.Use Mess	D.Use Map	D.Use FB	Years License	Years Drive	Days Urb	Days Rur
P1	23	1	1	1	3	2	2	2	2	1	5
P2	23	1	1	1	4	3	4	4.5	2	5	0.6
P3	22	1	1	1	3	3	3	4.5	10	3	2
P4	22	1	1	1	3	3	3	3	2	5	0
P5	23	1	1	1	3	2	4	3	0	0	0
P6	23	1	2	1	3	3	3	1.5	0	0.2	0
P7	21	1	2	1	4	3	0	2	4	7	0
P8	21	1	1	1	4	3	4	3	9	0.5	4
P9	22	1	1	1	3	2	3	3	3	2	0.4
P10	23	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1

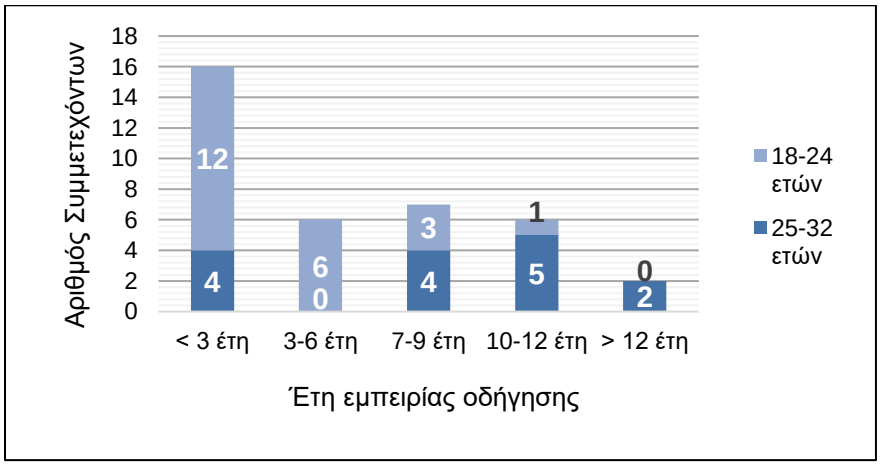
Εικόνα 4.12: Απόσπασμα πίνακα αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα στοιχεία από τα ερωτηματολόγια που αφορούν στη χρήση του διαδικτύου. Σύμφωνα με το Γράφημα 4.2 φαίνεται ότι το 45% από το δείγμα του πειράματος κάνει χρήση συχνά το διαδίκτυο στην καθημερινή του ζωή και το 26% συνέχεια. Επίσης, κατά την οδήγηση σε επαρχιακή οδό χρησιμοποιεί συνέχεια το διαδίκτυο το 3% και το 13% συχνά.



Γράφημα 4.2: Χρήση του διαδικτύου α) στην καθημερινότητα και β) κατά την οδήγηση σε επαρχιακή οδό

Από το Γράφημα 4.3 συμπεραίνεται ότι, η ηλικιακή ομάδα των 18-24 έχει μικρότερη εμπειρία οδήγησης από τους 25-33 ετών, το οποίο αποτελεί απόλυτα λογικό. Επιπλέον, η πλειοψηφία της μικρότερης ηλικιακής ομάδας είχαν εμπειρία έως 6 έτη (με περισσοτέρους έως 3 έτη), ενώ η πλειοψηφία των μεγαλύτερων ηλικιακά από 7 έως 12 έτη (με περισσοτέρους 10-12 έτη).



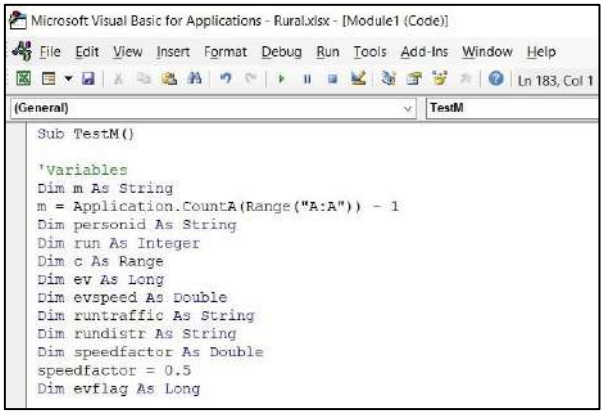
Γράφημα 4.3: Εμπειρία οδήγησης ανά ηλικιακή ομάδα

4.3.2. Επεξεργασία μετρήσεων πειράματος

Τα στοιχεία που εξάγονται από τον προσομοιωτή οδήγησης απαιτείται να οργανωθούν, για αυτό το σκοπό αυτό πραγματοποιείται μετατροπή σε μορφή φύλλου εργασίας Excel, κατά συμμετέχοντα και φάση οδήγησης. Για την επεξεργασία των μετρήσεων, ως **αρχική διαδικασία είναι η αξιοποίηση των δελτίων** που συμπληρώθηκαν κατά την πραγματοποίηση του πειράματος. Σε κάθε φύλλο εργασίας, προστίθεται επιπλέον στήλη που αφορά την απόσπαση του οδηγού, με όνομα Distraction1. Με χειροκίνητη συμπλήρωση της στήλης αυτής, στους χρόνους που καταγράφηκαν στο δελτίο γράφεται η αντίστοιχη ενέργεια απόσπασης. Συγκεκριμένα, στην στήλη καταγράφεται για την απόσπαση από την πλοήγηση στην εφαρμογή Facebook η τιμή “FB”, από την ανάγνωση και αποστολή μηνυμάτων στην εφαρμογή Facebook Messenger η τιμή “MESS” και από την αναζήτηση τοποθεσίας στην εφαρμογή Google Maps η τιμή “MAPS”. Σε όσες γραμμές δεν υπήρξε απόσπαση της προσοχής εισήχθη η τιμή “NO”. Στη συνέχεια, σε μία επιπλέον στήλη με όνομα Distraction2 από τις τιμές της στήλης Distraction1 με απόσπαση της προσοχής συμπληρώνεται η τιμή “YES”, ενώ οι τιμές “NO” παραμένουν οι ίδιες.

Σε επόμενο στάδιο, ακολουθεί η **επεξεργασία των φύλλων εργασίας** με τα στοιχεία που εξήχθησαν από τον προσομοιωτή οδήγησης. Λόγω όμως του μεγάλου όγκου των στοιχείων αυτών και για εξοικονόμηση χρόνου, δεν έγινε χειροκίνητη διαδικασία αλλά με τη βοήθεια κώδικα, αφού πρόκειται για επαναληπτικές ενέργειες σε όλα τα αρχεία. Ο κώδικας αυτός, μέσω του περιβάλλοντος ανάπτυξης Microsoft Visual Basic, σε κάθε αρχείο δημιούργησε πέντε νέες στήλες συμπληρώνοντάς τες με τις κατάλληλες τιμές (Εικόνα 4.13, 4.14). Οι στήλες αυτές είναι οι εξής:

- PersonID / για την κωδικοποίηση των συμμετεχόντων (P01, P02, …, P37)
- Trial / για την αρίθμηση των σεναρίων οδήγησης
- Traffic / για την κωδικοποίηση του κυκλοφοριακού φόρτου (QL, QH)
- Distractor / για την κωδικοποίηση της οδήγησης σε ημέρα ή νύχτα (D, N)
- State / για την εύρεση των μηδενικών ταχυτήτων και των επικίνδυνων συμβάντων (SPEED 0, NO EVENT, Event 1, 2, …)



Εικόνα 4.13: Απόσπασμα από τον κώδικα της Visual Basic

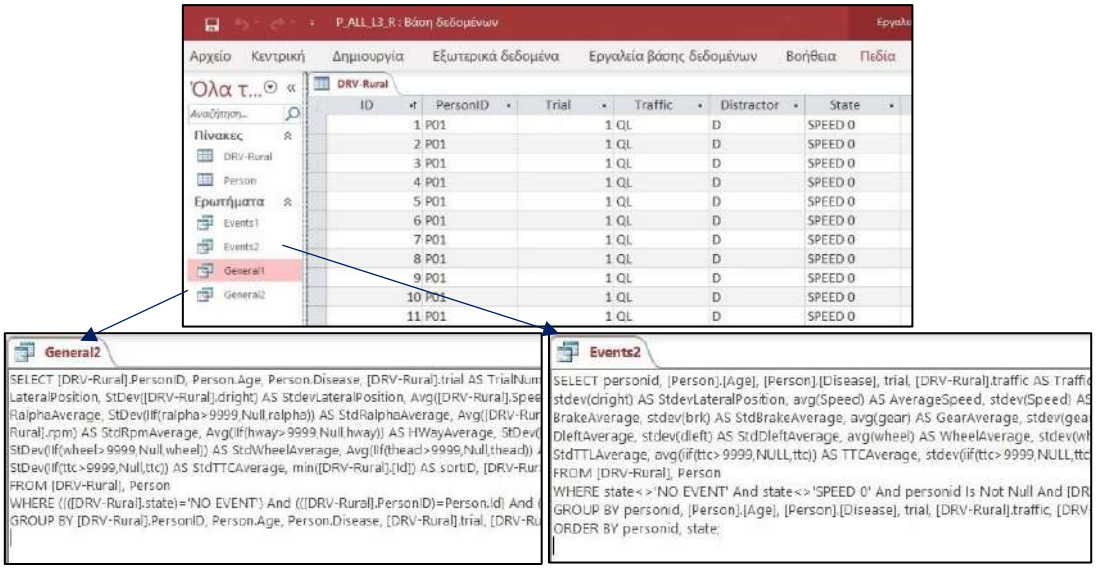
PersonID	Trial	Traffic	Distractor	State	Time
P01	1	QL	D	SPEED 0	33
P01	1	QL	D	SPEED 0	50
P01	1	QL	D	SPEED 0	67
P01	1	QL	D	SPEED 0	83
P01	1	QL	D	SPEED 0	100
P01	1	QL	D	SPEED 0	117
P01	1	QL	D	SPEED 0	217
P01	1	QL	D	SPEED 0	233
P01	1	QL	D	SPEED 0	250
P01	1	QL	D	SPEED 0	267

Εικόνα 4.14: Απόσπασμα αρχείου μετρήσεων μετά από την επεξεργασία κώδικα

Στη συνέχεια, τα επεξεργασμένα σε πρώτο στάδιο υπολογιστικά φύλλα εισάγονται στο **σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων Microsoft Access**. Ειδικότερα, σε έναν κοινό συγκεντρωτικό πίνακα με τη σειρά των συμμετεχόντων. Με τη βοήθεια του εργαλείου «ερωτημάτων» δημιουργούνται τέσσερα ερωτήματα, με σκοπό την επεξεργασία του συγκεντρωτικού πίνακα.

Τα δύο από αυτά, με τη βοήθεια των στηλών που αναφέρθηκαν προηγουμένως, υπολογίζουν μέσους όρους και τυπικές αποκλίσεις όλων των μεταβλητών που εξάγονται από τον προσομοιωτή οδήγησης εξαιρούμενων των μετρήσεων με μηδενικές ταχύτητες και με επικίνδυνα συμβάντα. Από το πρώτο, δημιουργούνται 16 γραμμές για τον κάθε έναν συμμετέχοντα, δηλαδή μία ξεχωριστή για την κάθε μία απόσπαση της προσοχής του, βάσει της στήλης Distraction1 (NO, FB, MESS, MAPS), για το κάθε ένα σενάριο οδήγησης. Από το δεύτερο, αντίστοιχα, δημιουργούνται 8 γραμμές για τον κάθε συμμετέχοντα, αφού η επεξεργασία τώρα γίνεται βάσει της στήλης Distraction2 (NO, YES).

Τα υπόλοιπα δύο «ερωτήματα» έχουν σκοπό την επεξεργασία των μετρήσεων που αφορούν τα επικίνδυνα συμβάντα, τα οποία δε λήφθηκαν υπόψιν προηγουμένως. Έτσι, για το κάθε ένα συμβάν βρίσκεται το σενάριο και η απόσπαση που πραγματοποιούταν κατά την εμφάνισή του. Υπολογίζονται οι αντίστοιχοι μέσοι όροι και δημιουργούνται οι στήλες με τον χρόνο αντίδρασης και αν συνέβη ατύχημα για κάθε επικίνδυνο συμβάν. Το ένα «ερώτημα» επεξεργάζεται τον πίνακα με βάση τη στήλη Distraction1 (NO, FB, MESS, MAPS) και το άλλο με βάση τη στήλη Distraction2 (NO, YES), (Εικόνα 4.15).



Εικόνα 4.15: Απόσπασμα από τη βάση δεδομένων και τα ερωτήματα της Microsoft Access

4.4. Βάση δεδομένων

Αποτέλεσμα των παραπάνω διαδικασιών, είναι δύο διαφορετικοί πίνακες λόγω της διαφοροποίησης από την απόσπαση της προσοχής του οδηγού με τη χρήση του διαδικτύου, βάση των στηλών του πίνακα Distraction1, Distraction2 αντίστοιχα. Ως τελικό βήμα της επεξεργασίας, είναι η προσθήκη των στοιχείων του ερωτηματολογίου και η κωδικοποίηση των εξής στηλών με τις παρακάτω τιμές και στους δύο πίνακες:

- Traffic / μετατροπή τιμής QL σε 0, QH σε 1
- Distractor μετονομασία σε Day_Night / μετατροπή τιμής D σε 0, N σε 1
- Distraction1 / μετατροπή τιμής NO σε 0, FB σε 1, MAPS σε 2, MESS σε 3
- Distraction2 / μετατροπή τιμής NO σε 0, YES σε 1

Έτσι, προκύπτουν δύο ενιαίοι πίνακες, που αποτελούν τις **τελικές βάσεις δεδομένων** με πρώτη αυτή με τα στοιχεία από την κατηγοριοποίηση της στήλης Distraction1 (Εικόνα 4.16) και δεύτερη από την κατηγοριοποίηση της στήλης Distraction2 (Εικόνα 4.17), αντίστοιχα.

PersonID	Age	Traffic	Day/Night	TimeRun	DistanceCar	LateralPosition	StdevLateralPosition	…	Distraction1	AverageRespTime	AverageNumOfCrashe	Age Group	Gender
P01	22	0	0	00:40	438.7	0.554	0.391	...	1			1	1
P01	22	0	0	01:39	1865.19	0.588	0.245	...	2	617	0	1	1
P01	22	0	0	02:43	2042.8	0.489	0.231	...	0	683	1	1	1
P01	22	0	1	00:48	569.83	0.723	0.330	...	1			1	1
P01	22	0	1	00:24	2048.1	0.351	0.273	...	2			1	1
P01	22	0	1	00:29	1690.49	0.867	0.415	...	3	767	1	1	1
P01	22	0	1	02:18	1893.74	0.834	0.320	...	0	1549	0	1	1
P01	22	1	0	00:20	522.23	0.407	0.096	...	1			1	1
P01	22	1	0	00:42	1769.98	1.034	0.550	...	2	817	0	1	1
P01	22	1	0	01:05	1232.23	0.628	0.237	...	3			1	1
P01	22	1	0	02:33	2029.71	0.582	0.213	...	0	617	0	1	1

Εικόνα 4.16: Απόσπασμα βάσης δεδομένων 1

PersonID	Age	Traffic	Day/Night	TimeRun	DistanceCar	LateralPosition	StdevLateralPosition	…	Distraction2	AverageRespTime	AverageNumOfCrashes	Age Group	Gender
P01	22	0	0	02:43	2042.8	0.489347	0.23145	...	0	683	1	1	1
P01	22	0	0	02:19	1865.19	0.578693	0.294768	...	1			1	1
P01	22	0	1	02:18	1893.74	0.834106	0.319817	...	0	1549	0	1	1
P01	22	0	1	01:40	2048.1	0.677154	0.394543	...	1	767	1	1	1
P01	22	1	0	02:33	2029.71	0.581977	0.212542	...	0	617	0	1	1
P01	22	1	0	02:07	1769.98	0.729072	0.428253	...	1	1958.5	1	1	1

Εικόνα 4.17: Απόσπασμα βάσης δεδομένων 2

4.5. Περιγραφικά χαρακτηριστικά δείγματος

Στην ενότητα αυτή, είναι χρήσιμο να παρουσιαστούν κάποια χαρακτηριστικά του δείγματος που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και είναι χρήσιμα για τη στατιστική ανάλυση.

Βάσει του Πίνακα 4.4, είναι εύλογο να γίνουν κάποιες αρχικές **παρατηρήσεις, που αφορούν την επίδραση του διαδικτύου** στην συμπεριφορά του οδηγού, οι οποίες είναι οι εξής:

- Η *ταχύτητα οδήγησης* παρουσιάζει μείωση κατά την απόσπαση του οδηγού με Google Maps σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση, ενώ οι υπόλοιπες δυο εφαρμογές παρουσιάζουν μεγαλύτερη μέση ταχύτητα σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση. Την μεγαλύτερη αύξηση την παρουσιάζει η χρήση της εφαρμογής Facebook.

- Ο *χρόνος αντίδρασης* στην εμφάνιση των επικίνδυνων συμβάντων κατά την απόσπαση της προσοχής του οδηγού εμφανίζει ίδιας τάξεως αύξηση σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση κατά τη χρήση της εφαρμογής Facebook Messenger και του Google Maps.

- Ο *χρόνος ολοκλήρωσης ενέργειας απόσπασης* είναι μικρότερος στην εφαρμογή Facebook Messenger και μεγαλύτερος στην εφαρμογή Google Maps.

Πίνακας 4.4: Βασικές τιμές μετρήσεων για κάθε τύπο απόσπασης της προσοχής

	Χωρίς απόσπαση	Facebook	Google Maps	Facebook Messenger
Χρόνος Ολοκλήρωσης Ενέργειας (sec)	-	23.25	28.09	18.79
Μέση ταχύτητα οχήματος (km/h)	46.50	49.03	45.79	47.07
Χρόνος αντίδρασης (ms)	853.54	*	884.04	891.83

* Τα επικίνδυνα συμβάντα που συνέβησαν στην απόσπαση από Facebook είναι πολύ λίγα και δεν λαμβάνονται υπόψιν.

Από τον Πίνακα 4.5 φαίνεται ότι, η *πιθανότητα ατυχήματος* παρουσιάζει αύξηση κατά την απόσπαση της προσοχής του οδηγού από την εφαρμογή Google Maps.

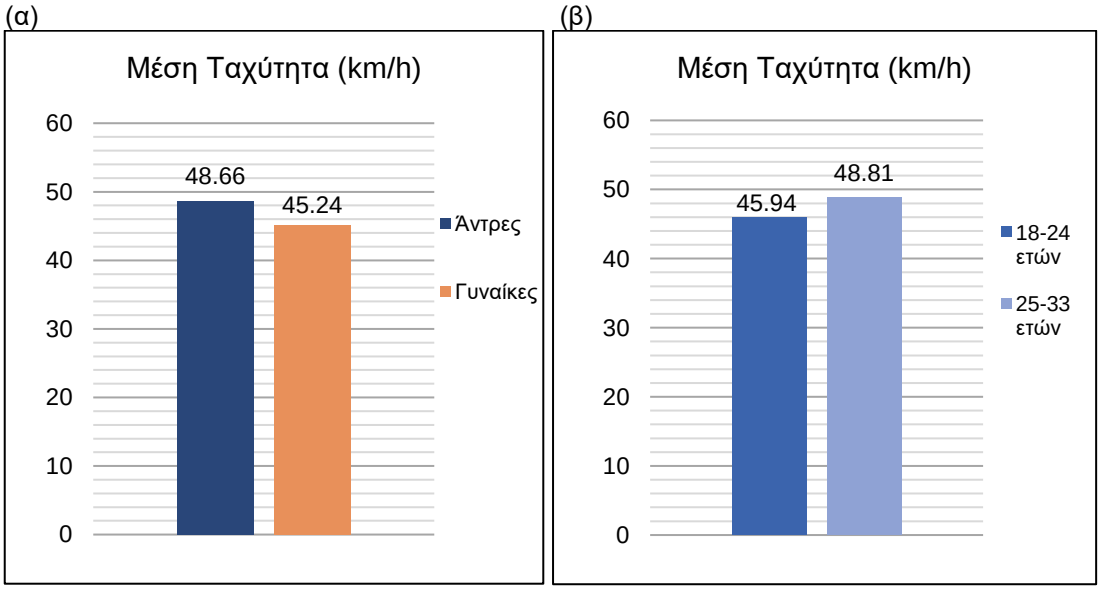
Πίνακας 4.5: Πιθανότητα ατυχήματος για κάθε τύπο απόσπασης της προσοχής

	Χωρίς απόσπαση	Facebook	Google Maps	Facebook Messenger
Αριθμός ατυχημάτων	58	*	24	17
Αριθμός επικίνδυνων συμβάντων	127	4*	48	44
Πιθανότητα ατυχήματος	46%	*	50%	39%

* Τα επικίνδυνα συμβάντα που συνέβησαν στην απόσπαση από Facebook είναι πολύ λίγα και δεν λαμβάνονται υπόψιν.

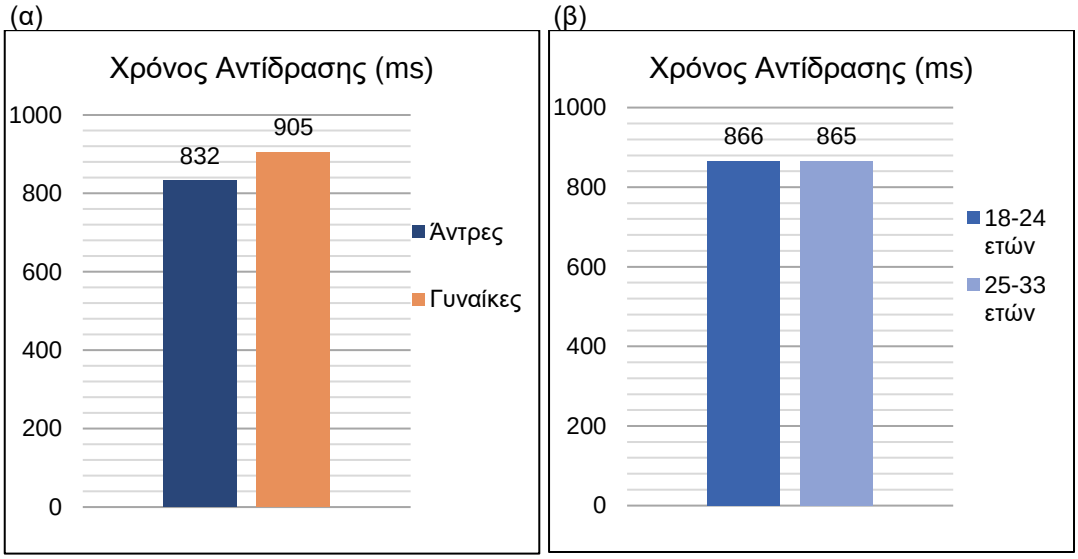
Τέλος,
ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η σύγκριση των χαρακτηριστικών μεγεθών **ως προς το φύλο και την ηλικιακή ομάδα** του οδηγού.

Από το Γράφημα 4.4 παρατηρείται ότι, η μεγαλύτερη *ταχύτητα οδήγησης* παρουσιάζεται στους άντρες οδηγούς και στη μεγαλύτερη ηλικιακά ομάδα.



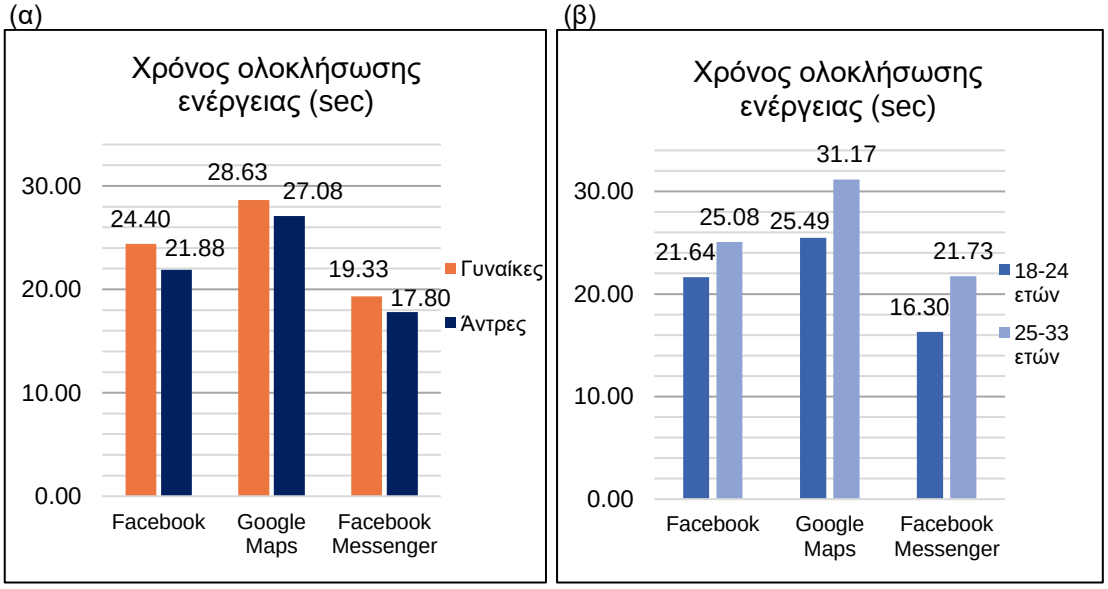
Γράφημα 4.4: Μέση ταχύτητα ανά α) φύλο και β) ηλικιακή ομάδα

Από το Γράφημα 4.5 εξάγεται ότι, το μεγαλύτερο *χρόνο αντίδρασης* σε επικίνδυνα συμβάντα παρουσιάζουν οι γυναίκες και η ηλικιακή ομάδα των 18-24 ετών.



Γράφημα 4.5: Μέσος χρόνος αντίδρασης α) ανά φύλο και β) ηλικιακή ομάδα

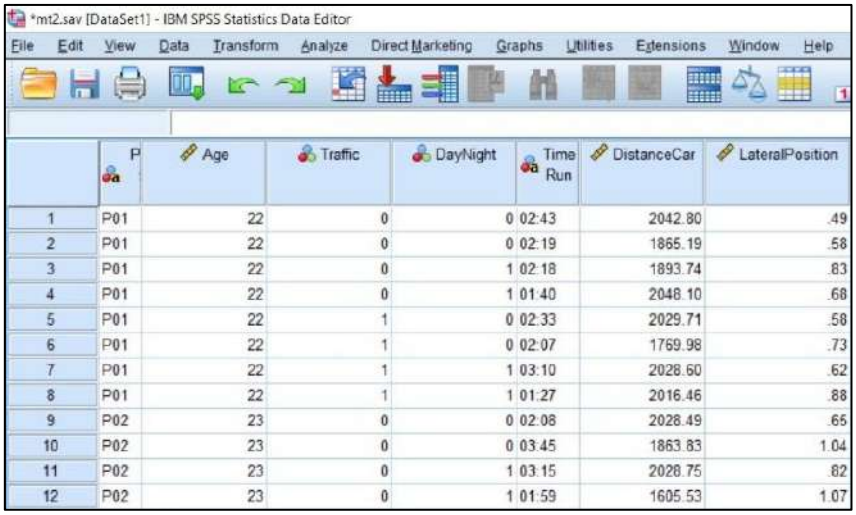
Από το Γράφημα 4.6 συμπεραίνεται ότι, μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης των ενέργειων απόσπασης της προσοχής παρουσιάζουν σε όλες τις εφαρμογές οι γυναίκες και η ηλικιακή ομάδα των μεγαλύτερων 25-33 ετών. Επιπλέον, η πιο απαιτητική σε χρόνο ολοκλήρωσης είναι το Google Maps και λιγότερο το Facebook Messenger.



Γράφημα 4.6: Μέσος χρόνος ολοκλήρωσης ενέργειας απόσπασης προσοχής ανά α) φύλο και β) ηλικιακή ομάδα

4.6. Εισαγωγή σε ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

Από την επεξεργασία των δεδομένων ακολουθεί η στατιστική τους ανάλυση, η οποία γίνεται με ειδικό λογισμικό. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, πρέπει να εισαχθούν οι τελικές βάσεις, που προέκυψαν από την προηγούμενη διαδικασία, στο **στατιστικό πακέτο IBM SPSS 24** (Superior Performance Software System) Statistics. Με αυτόν τον τρόπο, οι βάσεις δεδομένων από τη μορφή λογιστικού φύλλου μετατρέπονται σε μορφή πίνακα στο περιβάλλον του λογισμικού (Εικόνα 4.18). Στη συνέχεια, είναι απαραίτητο να επιλεχθεί για κάθε μία μεταβλητή με βάση τις τιμές της αν είναι συνεχής ή διακριτή. Έτσι, τα στοιχεία είναι έτοιμα για να γίνει η στατιστική τους ανάλυση μέσω του λογισμικού.



	P	Age	Traffic	DayNight	Time Run	DistanceCar	LateralPosition
1	P01	22	0	0	02:43	2042.80	.49
2	P01	22	0	0	02:19	1865.19	.58
3	P01	22	0	1	02:18	1893.74	.83
4	P01	22	0	1	01:40	2048.10	.68
5	P01	22	1	0	02:33	2029.71	.58
6	P01	22	1	0	02:07	1769.98	.73
7	P01	22	1	1	03:10	2028.60	.62
8	P01	22	1	1	01:27	2016.46	.88
9	P02	23	0	0	02:08	2028.49	.65
10	P02	23	0	0	03:45	1863.83	1.04
11	P02	23	0	1	03:15	2028.75	.82
12	P02	23	0	1	01:59	1605.53	1.07

Εικόνα 4.18: Απόσπασμα από το περιβάλλον IBM SPSS

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση της εφαρμογής της μεθοδολογίας που ακολουθείται καθώς και εκτεταμένη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ώστε να εξαχθούν κατάλληλα συμπεράσματα. Οι μέθοδοι που ακολουθούνται για τη στατιστική ανάλυση είναι **η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, η γραμμική παλινδρόμηση καθώς και τα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα**. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το θεωρητικό υπόβαθρο αυτών των μεθόδων έχει αναπτυχθεί εκτενώς στο κεφάλαιο 3. Τα τελικά μοντέλα που προέκυψαν, μετά από πλήθος δοκιμών και επαναλήψεων είναι για την πιθανότητα ατυχήματος, τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας, για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, για τη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα και για τη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης από το άκρο της οδού. Επίσης, αναπτύχθηκαν και επιπλέον μοντέλα για να συγκριθεί η επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στη διακύμανση της.

Οι διάφορες μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν έγιναν μέσω ανάλυσης στο ειδικό στατιστικό πρόγραμμα IBM SPSS 24. Επιπλέον, σε συνδυασμό με την παρουσίαση των μαθηματικών εξισώσεων του κάθε μοντέλου, έγινε ανάλυση και των κατάλληλων κριτηρίων αποδοχής (στατιστική σημαντικότητα, λογική εξήγηση των συντελεστών της παλινδρόμησης και ποιότητα του μοντέλου) ώστε να ελεγχτεί κάθε μοντέλο. Στη συνέχεια, επισυνάπτονται πίνακες ελαστικότητας αλλά και διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας, ώστε να γίνουν πιο κατανοητά τα μοντέλα που προέκυψαν. Τέλος, στις κατάλληλες ενότητες του κεφαλαίου γίνεται επεξήγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή των μοντέλων, προσπαθώντας να απαντηθεί το πως επηρεάζει η χρήση του διαδικτύου στην οδήγηση σε επαρχιακό δίκτυο.

5.2. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος

5.2.1. Μαθηματικό μοντέλο και Στατιστική σημαντικότητα

Από τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, ύστερα από πλήθος δοκιμών, προκύπτει η εξίσωση του μοντέλου που **συνδέει την πιθανότητα ατυχήματος με την απόσπαση της προσοχής** και είναι η εξής:

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

και

U = NumbOfCrashes = 0,547×(Distraction2) -0,834×(Traffic) +0,511×(Day/Night) -0,054×(Years License)

όπου:

- *AccidentProb*: Πιθανότητα ατυχήματος (Συνεχής μεταβλητή)
- *NumbOfCrashes*: Ύπαρξη ή όχι ατυχήματος (Διακριτή μεταβλητή)
- *Distraction2*: Απόσπαση της προσοχής του οδηγού από τη χρήση του διαδικτύου: Χωρίς απόσπαση προσοχής (0), Με απόσπαση (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Traffic*: Κυκλοφοριακός φόρτος σεναρίου: Χαμηλός (0), Υψηλός (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Day/Night*: Συνθήκες φωτισμού σεναρίου: Μέρα (0), Νύχτα (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Years License:* Έτη κατοχής διπλώματος οδήγησης (Συνεχής μεταβλητή)

Στον Πίνακα 5.1 που εξάγεται, διακρίνονται οι συντελεστές B αλλά και οι τιμές που προέκυψαν από το Wald test. Τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται λογικά, αλλά και το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης είναι 95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα), αφού Wald>1,7. Όμως, από το Sig. το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι 85% στη μεταβλητή Years License και δεν είναι επαρκές.

Πίνακας 5.1: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου (Variables in the Equation)

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Distraction2	0.547	0.297	3.392**	1	0.066*	1.727
	Traffic	-0.834	0.286	8.487**	1	0.004**	0.434
	Day/Night	0.511	0.278	3.377**	1	0.066*	1.667
	Years License	-0.054	0.036	2.216**	1	0.137	0.947

a. Variable(s) entered on step 1: Distraction2, Traffic, Day/Night, Years License.
* επίπεδο εμπιστοσύνης 90%
** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Από τη μαθηματική σχέση του μοντέλου που προκύπτει, συμπεραίνονται ενδιαφέροντα και **αξιοσημείωτα αποτελέσματα** προς ανάλυση.

- Αναλυτικότερα, ο οδηγός εκτελεί μια ενέργεια **απόσπασης της προσοχής** δηλαδή ο οδηγός δεν έχει πλήρως την προσοχή του στην οδήγηση, δεν έχει πλήρη αντίληψη των κυκλοφοριακών συνθηκών και καθυστερεί να αντιδράσει, οπότε είναι πιο πιθανό να συμβεί ατύχημα. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί πλήρως με τη βιβλιογραφία.

- Όσον αφορά στον **κυκλοφοριακό φόρτο**, σε υψηλές τιμές η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος μειώνεται, εφόσον μειώνονται οι ταχύτητες των οχημάτων.

- Η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος αυξάνεται όταν είναι **νύχτα**, διότι ίσως οι οδηγοί είναι δυσκολότερο να προσαρμοστούν στο περιβάλλον λόγω των συνθηκών φωτισμού και να αντιληφθούν εγκαίρως ένα επικίνδυνο συμβάν.

- Όσο **μεγαλύτερος ηλικιακά** είναι ο οδηγός, τόσο μικρότερη παρουσιάζεται η πιθανότητα ατυχήματος, ενδεχομένως λόγω της προσεκτικότερης οδήγησης και της μεγαλύτερης εμπειρίας του.

5.2.2. Ποιότητα μοντέλου

Στον Πίνακα 5.2 φαίνονται τα **ποσοστά επιτυχημένης πρόβλεψης** και είναι τα μεγαλύτερα από όσα μοντέλα δοκιμάστηκαν. Κατανοείται από τον πίνακα ότι, το μοντέλο προβλέπει σωστά το 69% των περιπτώσεων που δεν συμβαίνει ατύχημα, το 49,4% των περιπτώσεων που συμβαίνει ατύχημα και 59,8% συνολικά. Αυτό δείχνει επαρκή ακρίβεια του μοντέλου.

Πίνακας 5.2: Ποσοστά επιτυχημένης πρόβλεψης (Classification Table)

Observed			Predicted: AverageNumOfCrashes 0	Predicted: AverageNumOfCrashes 1	Percentage Correct
Step 1	AverageNumOfCrashes	0	69	31	69.0
		1	45	44	49.4
	Overall Percentage				59.8

a. The cut value is .500

Από τον Πίνακα 5.3 εξάγεται η τιμή του λογαρίθμου πιθανοφάνειας**.** Η τιμή του ισούται με : -2LL = -2 (245,951 - 262,010) = 32,118. Επομένως, ο έλεγχος ικανοποιείται αφού η τιμή του είναι μεγαλύτερη από την τιμή x^2= 9,49, η οποία υπολογίστηκε για 4 βαθμούς ελευθερίας και 5% επίπεδο σημαντικότητας.

Πίνακας 5.3: Συντελεστής -2 Log Likelihood (Model Summary)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	**245.951**[a]	0.081	0.109

a. Estimation terminated at iteration number 3 because parameter estimates changed by less than .001.
Step 0: Initial Log-likelihood Function: -2 Log Likelihood = **262.010**

5.2.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Στον Πίνακα 5.4 φαίνονται οι διάφορες τιμές συσχέτισης των επιμέρους μεταβλητών. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να έχουν **μικρή συσχέτιση μεταξύ τους**. Η απόλυτη τιμή του συντελεστή, πάνω από την οποία θεωρείται υψηλή συσχέτιση, είναι ίση εμπειρικά με 0,4. Επίσης, η μέθοδος συσχέτισης που εφαρμόστηκε στις διακριτές μεταβλητές είναι η Spearman. Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτονται τα όρια.

Πίνακας 5.4: Συντελεστές συσχέτισης διακριτών μεταβλητών

			Distraction2	Traffic	Day/Night
Spearman's rho	Distraction2	Correlation Coefficient	1.000	0.000	0.000
		Sig. (2-tailed)		1.000	1.000
		N	270	270	270
	Traffic	Correlation Coefficient	0.000	1.000	-0.007
		Sig. (2-tailed)	1.000		0.903
		N	270	270	270
	Day/Night	Correlation Coefficient	0.000	-0.007	1.000
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.903	
		N	270	270	270

5.2.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται διάφορα χρήσιμα **περιγραφικά χαρακτηριστικά**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση εξαιρέθηκαν τρεις συμμετέχοντες από το δείγμα καθώς θεωρήθηκαν τα δεδομένα τους (για τα ατυχήματα) ανομοιογενή με το δείγμα. Στον Πίνακα 5.5 παρουσιάζονται στοιχεία των διακριτών μεταβλητών όπως συχνότητα και διάφορα ποσοστά.

Πίνακας 5.5: Περιγραφική στατιστική διακριτών μεταβλητών

Distraction2		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	135	50.0	50.0	50.0
	1	135	50.0	50.0	100.0
	Total	270	100.0	100.0	

Traffic		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	136	50.4	50.4	50.4
	1	134	49.6	49.6	100.0
	Total	270	100.0	100.0	

Day/Night		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	136	50.4	50.4	50.4
	1	134	49.6	49.6	100.0
	Total	270	100.0	100.0	

AverageNumOfCrashes		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	100	37.0	52.9	52.9
	1	89	33.0	47.1	100.0
	Total	189	70.0	100.0	

Στον Πίνακα 5.6 παρατίθενται τα αντίστοιχα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των συνεχών μεταβλητών όπως, το μέγεθος δείγματος, οι ελάχιστες, μέγιστες, μέσες τιμές και η διακύμανση.

Πίνακας 5.6: Περιγραφική στατιστική συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Years License	270	0.5	14.0	5.170	3.4362
Valid N (listwise)	270				

5.2.5. Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Στον Πίνακα 5.7 γίνεται κατανοητός ο **βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή** του μοντέλου από τον υπολογισμό της ελαστικότητας e. Επίσης, υπολογίστηκε και ο βαθμός e* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

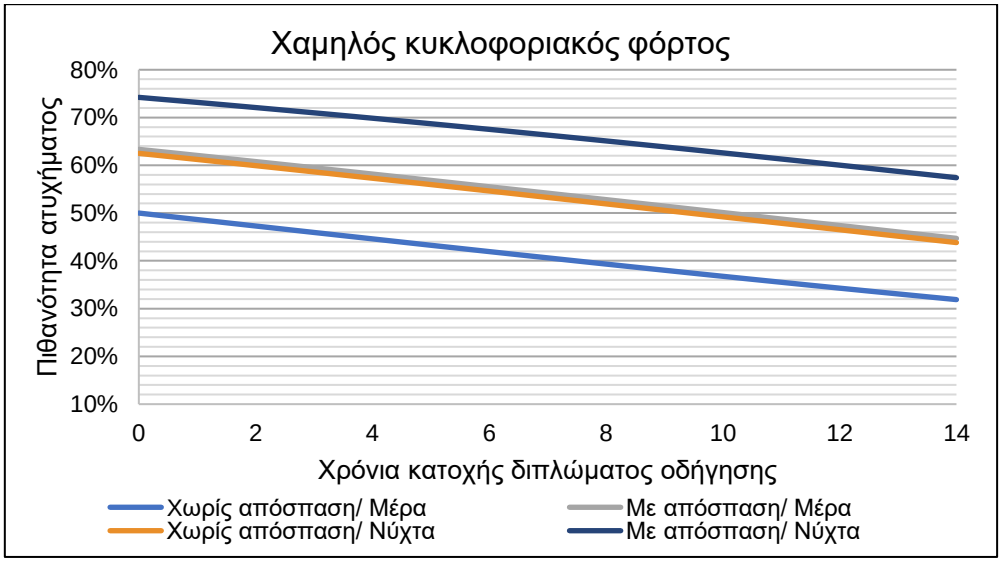
Η μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή είναι ο **κυκλοφοριακός φόρτος** με 1,196 φορές μεγαλύτερη από αυτή της μεταβλητής με τη μικρότερη, η οποία είναι οι συνθήκες φωτισμού. Ύστερα, ακολουθεί η απόσπαση της προσοχής από το διαδίκτυο με επιρροή 1,083 φορές μεγαλύτερη από τη μεταβλητή συνθηκών μέρας ή νύχτας.

Πίνακας 5.7: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

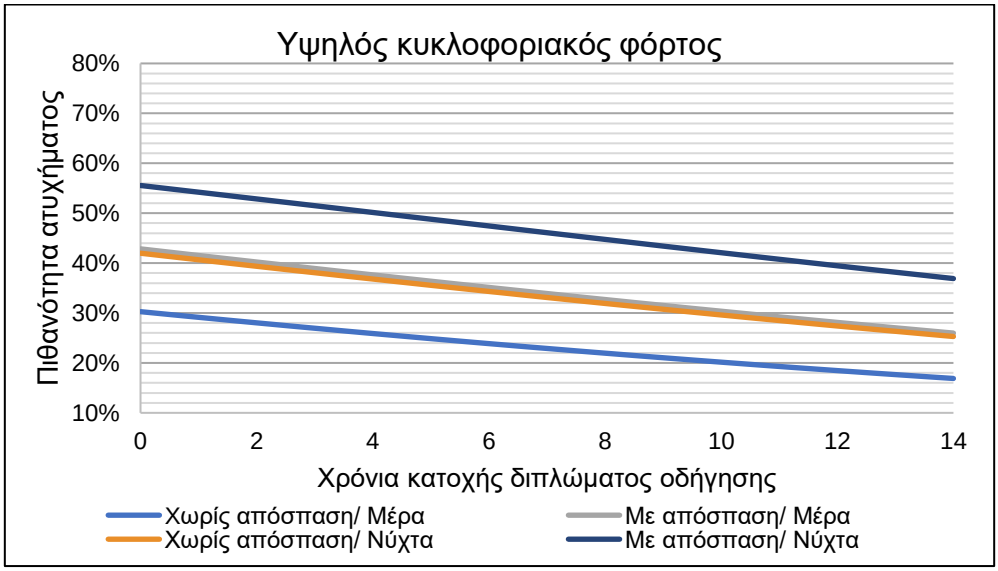
Μεταβλητές	βi	Wald	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	0.547	3.392	0.318	1.083
Κυκλοφοριακός φόρτος	-0.834	8.487	-0.351	-1.196
Συνθήκες φωτισμού (μέρα ή νύχτα)	0.511	3.377	0.294	1.000
Συνεχείς Μεταβλητές				
Χρόνια κατοχής διπλώματος	-0.054	2.216	-0.123	-

5.2.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Με την **ανάλυση ευαισθησίας** γίνεται κατανοητή η επιρροή στη πιθανότητας ατυχήματος (εξαρτημένη μεταβλητή) από τη μεταβολή του αριθμού των ετών κατοχής διπλώματος οδήγησης (ανεξάρτητη μεταβλητή) σε συνθήκες χαμηλού ή υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου, μέρας ή νύχτας αλλά και με ή χωρίς απόσπαση της προσοχής.



Διάγραμμα 5.1: Ανάλυση ευαισθησίας: Χρόνια κατοχής διπλώματος οδήγησης- Πιθανότητα ατυχήματος σε χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο



Διάγραμμα 5.2: Ανάλυση ευαισθησίας: Χρόνια κατοχής διπλώματος οδήγησης- Πιθανότητα ατυχήματος σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο

Με βάση τα Διαγράμματα 5.1, 5.2 **προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα**: Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος. Επιπρόσθετα, όσο αυξάνονται τα χρόνια κατοχής διπλώματος οδήγησης τόσο μειώνεται η πιθανότητα. Επίσης, άλλο ένα σημαντικό σημείο αποτελεί ότι, τη νύχτα υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα για ατύχημα σε σχέση με τη μέρα. Σημαντικό σημείο αποτελεί ότι, σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο παρατηρείται μείωση της πιθανότητας ανεξάρτητα από την απόσπαση της προσοχής και τις συνθήκες φωτισμού.

5.3. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

5.3.1. Μαθηματικό μοντέλο και Στατιστική σημαντικότητα

Από τη γραμμική παλινδρόμηση, ύστερα από πλήθος δοκιμών, προκύπτει η εξίσωση του μοντέλου που **συνδέει τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης με την απόσπαση της προσοχής** και είναι η εξής:

StdevAverageSpeed=-5,162×(Distraction2)-0,684×(Traffic) +0,439×(Behav.Change) -0,112×(Age) +0,398 ×(Use Social Med Rur) +0,463×(Comfort. D-N) +12,852

όπου:

- *StdevAverageSpeed*: Διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης (km/h) (Συνεχής μεταβλητή)
- *Distraction2*: Απόσπαση της προσοχής του οδηγού με τη χρήση του διαδικτύου: Χωρίς απόσπαση προσοχής (0), Με απόσπαση (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Traffic*: Κυκλοφοριακός φόρτος σεναρίου: Χαμηλός (0), Υψηλός (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Behav. Change*: Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου: Ακινητοποίηση οχήματος (1), Μείωση ταχύτητας (2), Οδήγηση στην άκρη της οδού (3), Καμία αλλαγή (4), 1+2 (1.5), 2+3 (2.5), 2+4 (3.5) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Age*: Ηλικία οδηγού (Συνεχής μεταβλητή)
- *Use Social Med Rur*: Συχνότητα χρήσης διαδικτύου κατά την οδήγηση σε επαρχιακή οδό (μέση τιμή των απαντήσεων για: Facebook Messenger, Google Maps, Facebook Feed): Καθόλου (0), Σπάνια (1), Μερικές φορές (2), Συχνά (3), Συνέχεια (4) (Συνεχής μεταβλητή)
- *Comfort. D-N*: Πόσο άνετα αισθάνονται κατά την οδήγηση στη νύχτα σε σχέση με τη μέρα: Καθόλου (0), Λίγο (1), Αρκετά (2), Πολύ (3), Πάρα πολύ (4) (Διακριτή μεταβλητή)

Στον Πίνακα 5.8 που εξάγεται από το ειδικό στατιστικό πρόγραμμα διακρίνονται οι συντελεστές Β αλλά και οι τιμές που προέκυψαν από το t test και το Sig. (Significance). Τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά αλλά και το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** είναι >95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα) αφού t>1,7 και Sig.<0,05 για όλες τις μεταβλητές.

Πίνακας 5.8: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου (Coefficients)

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	12.852	1.098		11.701**	0.000**
	Distraction2	-5.162	0.274	-0.718	-18.852**	0.000**
	Traffic	-0.684	0.274	-0.095	-2.496**	0.013**
	Behav. Change	0.439	0.202	0.090	2.173**	0.031**
	Age	-0.112	0.040	-0.110	-2.808**	0.005**
	Use Social Med Rur	0.398	0.190	0.088	2.092**	0.037**
	Comfort. D-N	0.463	0.149	0.128	3.113**	0.002**

a. Dependent Variable: StdevAverageSpeed
** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Από τη μαθηματική σχέση του μοντέλου που προκύπτει, συμπεραίνονται ενδιαφέροντα και **αξιοσημείωτα αποτελέσματα** προς ανάλυση.

- Η διακύμανση της μέσης ταχύτητας μειώνεται με την **απόσπαση της προσοχής από το διαδίκτυο**. Ο οδηγός διατηρεί πιο σταθερή ταχύτητα, διότι ενδεχομένως γνωρίζει ότι δεν είναι διαθέσιμος για μεταβολή της ταχύτητας και ταυτόχρονα δεν αντιδρά άμεσα στις εναλλαγές της κυκλοφορίας.

- Όσον αφορά στον **κυκλοφοριακό φόρτο**, η διακύμανση της ταχύτητας μειώνεται σε συνθήκες υψηλού φόρτου, αφού υπάρχουν οχήματα μπροστά στο όχημα και ο οδηγός προσαρμόζεται στην ταχύτητα της κυκλοφορίας και γενικότερα αποφεύγει τις μεγάλες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις λόγω φυσικών εμποδίων.

- Όσο πιο μεγάλη είναι η **αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου** που δηλώνουν οι οδηγοί, τόσο πιο μεγάλη διακύμανση της μέσης ταχύτητας παρουσιάζουν στην πραγματικότητα, διότι είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν ρίσκο (αισθάνονται πιο άνετα) και εμφανίζουν πιο μεγάλες μεταβολές.

- Όσο μεγαλύτερη είναι η **ηλικία** του οδηγού τόσο μειώνεται η διακύμανση της ταχύτητας, εφόσον κρατούν πιο σταθερή ταχύτητα χωρίς μεγάλες εναλλαγές λόγω μεγαλύτερης αντίληψης των απαιτήσεων της οδού.

- Όσο πιο μεγάλη είναι η δηλωμένη **συχνότητα χρήσης του διαδικτύου σε επαρχιακή οδό**, τόσο πιο μεγάλη είναι η διακύμανση της ταχύτητας σε περίπτωση οδήγησης με απόσπαση της προσοχής, καθώς οι οδηγοί εμφανίζονται πιο εξοικειωμένοι στη διαδικασία χρήσης του κινητού κατά την οδήγηση. Επομένως, οι οδηγοί έχουν τη δυνατότητα να ανταπεξέρχονται και στις απαιτήσεις οδήγησης ακόμα και κατά τη διάρκεια της απόσπασης της προσοχής.

- Όσο πιο **άνετα αισθάνονται τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα** οι οδηγοί τόσο πιο μεγάλη διακύμανση μέσης ταχύτητας παρατηρείται εφόσον δεν αισθάνονται μεγαλύτερο κίνδυνο όταν οδηγούν νύχτα σε σχέση με τη μέρα.

5.3.2. Ποιότητα μοντέλου

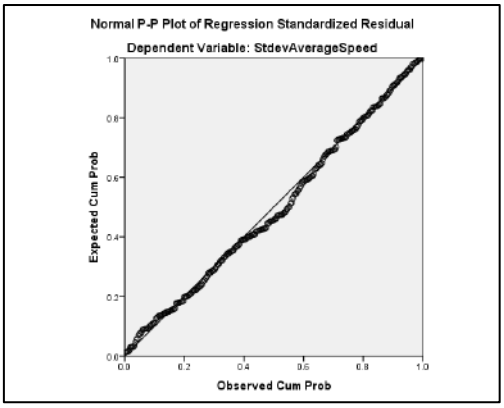
Στον Πίνακα 5.9 παρουσιάζεται ο **συντελεστής προσδιορισμού R^2** ο οποίος ισούται με 0,584 και είναι ο μεγαλύτερος από όλες τις δοκιμές που έγιναν. Αυτό δείχνει την ύπαρξη σχετικά καλής προσαρμογής του μοντέλου.

Πίνακας 5.9: Συντελεστής R^2 και Τυπικό σφάλμα (Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.764[a]	0.584	0.575	2.348

a. Predictors: (Constant), Comfort. D-N, Distraction2, Traffic, Age, Behav. Change, Use Social Med Rur

Δημιουργήθηκε το Διάγραμμα 5.3 για να ελεγχθεί αν το **σφάλμα των τιμών του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται αντιληπτό ότι, δεν απέχει πολύ από τη διαγώνιο, ούτε παρουσιάζει αποκλίσεις επομένως, ακολουθεί κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 5.3: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος

5.3.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Στους Πίνακες 5.10, 5.11 φαίνονται οι διάφορες τιμές συσχέτισης των επιμέρους μεταβλητών. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να έχουν **μικρή συσχέτιση μεταξύ τους**. Η απόλυτη τιμή του συντελεστή, πάνω από την οποία θεωρείται υψηλή συσχέτιση, είναι ίση εμπειρικά με 0,4. Επίσης, διαχωρίστηκε η μέθοδος συσχέτισης που εφαρμόστηκε, στις διακριτές μεταβλητές έγινε η Spearman (Πίνακας 5.10) και στις συνεχείς έγινε η Pearson (Πίνακας 5.11). Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτονται τα όρια.

Πίνακας 5.10: Συντελεστές συσχέτισης Spearman - διακριτών μεταβλητών

			Distraction2	Traffic	Behav. Change	Comfort. D-N
Spearman's rho	Distraction2	Correlation Coefficient	1.000	0.000	0.000	0.000
		Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	1.000
		N	294	294	294	294
	Traffic	Correlation Coefficient	0.000	1.000	-0.002	-0.006
		Sig. (2-tailed)	1.000		0.968	0.916
		N	294	294	294	294
	Behav. Change	Correlation Coefficient	0.000	-0.002	1.000	.344**
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.968		0.000
		N	294	294	294	294
	Comfort. D-N	Correlation Coefficient	0.000	-0.006	.344**	1.000
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.916	0.000	
		N	294	294	294	294

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

Πίνακας 5.11: Συντελεστές συσχέτισης Pearson - συνεχών μεταβλητών

		Use Social Med Rur	Age
Use Social Med Rur	Pearson Correlation	1	.193**
	Sig. (2-tailed)		0.001
	N	294	294
Age	Pearson Correlation	.193**	1
	Sig. (2-tailed)	0.001	
	N	294	294

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

5.3.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται διάφορα χρήσιμα **περιγραφικά χαρακτηριστικά**. Στον Πίνακα 5.12 παρουσιάζονται στοιχεία των διακριτών μεταβλητών όπως συχνότητα και διάφορα ποσοστά.

Πίνακας 5.12: Περιγραφική στατιστική διακριτών μεταβλητών

Distraction2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	147	50.0	50.0	50.0
	1	147	50.0	50.0	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Traffic

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	148	50.3	50.3	50.3
	1	146	49.7	49.7	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Comfort. D-N

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	8	2.7	2.7	2.7
	1	40	13.6	13.6	16.3
	2	144	49.0	49.0	65.3
	3	54	18.4	18.4	83.7
	4	48	16.3	16.3	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Behav. Change

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.0	48	16.3	16.3	16.3
	1.5	64	21.8	21.8	38.1
	2.0	126	42.9	42.9	81.0
	2.5	24	8.2	8.2	89.1
	3.0	8	2.7	2.7	91.8
	3.5	8	2.7	2.7	94.6
	4.0	16	5.4	5.4	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Στον Πίνακα 5.13 παρατίθενται τα αντίστοιχα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των συνεχών μεταβλητών τα οποία είναι το μέγεθος δείγματος, οι ελάχιστες, μέγιστες, μέσες τιμές και η διακύμανση.

Πίνακας 5.13: Περιγραφική στατιστική συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Age	294	19	33	24.69	3.530
Use Social Med Rur	294	0.0	2.7	0.939	0.791
StdevAverageSpeed	294	1.94	19.32	9.474	3.601
Valid N (listwise)	294				

5.3.5. Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Στον Πίνακα 5.14 γίνεται κατανοητός ο **βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή** του μοντέλου από τον υπολογισμό της ελαστικότητας e. Επίσης, υπολογίστηκε και ο βαθμός e* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Τη μεγαλύτερη επιρροή μεταξύ των ανεξάρτητων διακριτών μεταβλητών εμφανίζει η **απόσπαση της προσοχής από το διαδίκτυο**, ενώ τη μικρότερη η αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού. Συγκεκριμένα, η ύπαρξη απόσπασης της προσοχής από το διαδίκτυο επηρεάζει 23,53 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή. Επιπλέον, οι υπόλοιπες διακριτές μεταβλητές που επηρεάζουν τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας ταξινομούνται κατά φθίνουσα σειρά ως εξής: κυκλοφοριακός φόρτος και άνεση οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα.

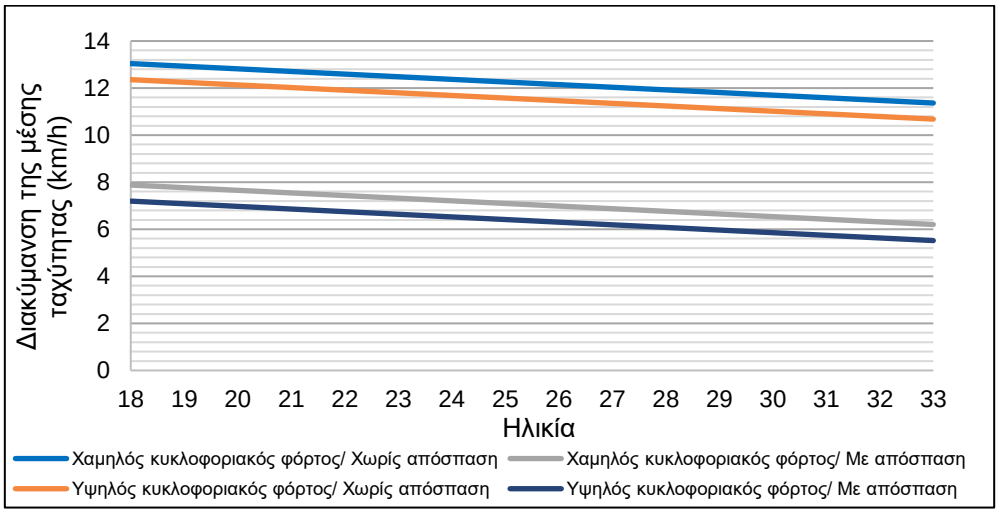
Για τις συνεχείς μεταβλητές μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η **χρήση διαδικτύου σε επαρχιακή οδό** με 3,56 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μικρότερη, η οποία είναι η ηλικία.

Πίνακας 5.14: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	t	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	-5.162	-18.852	-0.47	-23.53
Κυκλοφοριακός φόρτος	-0.684	-2.496	-0.06	-3.12
Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού	0.439	2.173	0.02	1.00
Άνεση οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα	0.463	3.113	0.04	2.11
Συνεχείς Μεταβλητές				
Ηλικία	-0.112	-2.808	-0.0001	1.00
Χρήση διαδικτύου σε επαρχιακή οδό	0.398	2.092	0.0004	-3.56

5.3.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Με την **ανάλυση ευαισθησίας** γίνεται κατανοητή η επιρροή στη διακύμανσης απόκλισης της μέσης ταχύτητας (εξαρτημένη μεταβλητή) από τη μεταβολή του αριθμού της ηλικίας του οδηγού (ανεξάρτητη μεταβλητή) σε συνθήκες χαμηλού ή υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου και με ή χωρίς απόσπαση της προσοχής, κρατώντας σταθερές τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές.



Διάγραμμα 5.4: Ανάλυση ευαισθησίας: Ηλικίας - Διακύμανση της μέσης ταχύτητας ((Behav. Change)=2, (Use Social Med Rur)=1, (Comfort. D-N)=2)

Με βάση το Διάγραμμα 5.4 **προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα**: Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού μειώνει την διακύμανση της μέσης ταχύτητας. Επιπλέον, όσο αυξάνεται η ηλικία τόσο μειώνεται γραμμικά η διακύμανση της ταχύτητας. Άλλο ένα σημαντικό σημείο αποτελεί ότι, στον υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο παρατηρείται μείωση της διακύμανσης, και για τις δυο περιπτώσεις απόσπασης.

5.4. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας του οχήματος οδήγησης

Αναπτύχθηκε γενικευμένο γραμμικό μοντέλο, ώστε να συγκριθεί η επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας. Στον Πίνακα 5.15 φαίνεται η επιρροή της χρήσης Facebook, Google Maps και Messenger με τον αντίστοιχο συντελεστή. Επιπρόσθετα, από τον πίνακα τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά (με βάση τη γραμμική παλινδρόμηση) και επιτυγχάνεται το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** που είναι >95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα) αφού Wald>1,7 και Sig<0,05.

Πίνακας 5.15: Συγκριτικά στοιχεία των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Km/h)

			95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**0**[a]						
Facebook	**-8.311**	0.33	-8.97	-7.66	619.92	1	0.000**
Google Maps	**-6.782**	0.33	-7.44	-6.13	412.82	1	0.000**
Messenger	**-6.201**	0.33	-6.86	-5.55	345.16	1	0.000**
(Intercept)	12.055	0.24	11.59	12.52	2617.45	1	0.000**
(Scale)	8.162[b]	0.48	7.28	9.15			

Dependent Variable: StdevAverageSpeed

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Σε αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή για την απόσπαση της προσοχής από την πρώτη βάση δεδομένων (όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4) με μεταβλητή το Distraction1. Σε αυτή τη βάση είχε διαχωριστεί και κωδικοποιηθεί η μεταβλητή ως εξής: Χωρίς απόσπαση (0), Facebook (1), Google Maps (2) και Facebook Messenger (3).

Από το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προκύπτουν **αξιόλογες παρατηρήσεις προς ανάλυση**. Τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της **διακύμανσης της μέσης ταχύτητας του οχήματος** έχει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση Facebook, δηλαδή παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μείωση στη διακύμανση. Μετά ακολουθεί το Google Maps και τη μικρότερη επιρροή από τις εφαρμογές την έχει το Facebook Messenger.

Στον Πίνακα 5.16, το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο εξειδικεύεται περαιτέρω, ώστε να συγκριθούν πέρα από την επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου, το φύλο και οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Επιπλέον, επιτυγχάνεται το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** που είναι >95% διότι Wald>1,7 και Sig<0,05.

Πίνακας 5.16: Συγκριτικά στοιχεία των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Km/h) σε συνδυασμό με το φύλο και τον κυκλοφοριακό φόρτο

Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος

	Άντρες							Γυναίκες						
			95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test					95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**0**[a]							**-1.337**	0.65	-2.62	-0.06	4.19	1	0.041**
Facebook	**-10.340**	0.63	-11.57	-9.11	272.83	1	0.000**	**-9.476**	0.65	-10.76	-8.20	210.57	1	0.000**
Google Maps	**-7.948**	0.63	-9.18	-6.72	161.21	1	0.000**	**-8.280**	0.66	-9.57	-6.99	158.18	1	0.000**
Messenger	**-6.937**	0.63	-8.17	-5.70	121.24	1	0.000**	**-7.893**	0.65	-9.17	-6.61	146.10	1	0.000**
(Intercept)	13.414	0.44	12.55	14.28	918.38	1	0.000**							
(Scale)	7.838[b]	0.46	6.99	8.79										

Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος

	Άντρες							Γυναίκες						
			95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test					95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**-2.009**	0.63	-3.24	-0.78	10.30	1	0.001**	**-2.243**	0.66	-3.53	-0.95	11.61	1	0.001**
Facebook	**-9.773**	0.63	-11.01	-8.54	240.64	1	0.000**	**-8.938**	0.66	-10.23	-7.65	184.30	1	0.000**
Google Maps	**-7.826**	0.63	-9.05	-6.60	156.29	1	0.000**	**-8.619**	0.66	-9.91	-7.33	171.40	1	0.000**
Messenger	**-7.829**	0.63	-9.06	-6.60	156.42	1	0.000**	**-7.630**	0.66	-8.92	-6.34	134.32	1	0.000**

Dependent Variable: StdevAverageSpeedModel: (Intercept), Distraction1 * Gender * Traffic

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Επίσης, σε αυτό το σημείο εκτός από το Distraction1 χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές Traffic και Gender, για την επιπλέον εξειδίκευση του μοντέλου.

Από το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προκύπτουν **αξιόλογες παρατηρήσεις προς ανάλυση**. Τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της **διακύμανσης της μέσης ταχύτητας του οχήματος** παρουσιάζει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση Facebook, δηλαδή εμφανίζει τη μεγαλύτερη μείωση στη διακύμανση, ανεξαρτήτου κυκλοφοριακού φόρτου και φύλου. Μετά ακολουθεί, όπως πριν, το Google Maps και τη μικρότερη επιρροή από τις εφαρμογές την εμφανίζει το Facebook Messenger, σε όλο το μοντέλο. Στους άντρες σε σχέση με τις γυναίκες παρουσιάζει μεγαλύτερη μείωση της διακύμανσης το Facebook ανεξαρτήτου κυκλοφοριακών συνθηκών. Αντιθέτως, το Google Maps και το Messenger παρουσιάζει μεγαλύτερη μείωση στις γυναίκες.

5.5. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

5.5.1. Μαθηματικό μοντέλο και Στατιστική σημαντικότητα

Από τη γραμμική παλινδρόμηση, ύστερα από πλήθος δοκιμών, προκύπτει η εξίσωση του μοντέλου που **συνδέει τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα με την απόσπαση της προσοχής** και είναι η εξής:

HWayAverage= 35,111×(Distraction2) -318,672×(Traffic) +67,813×(Gender) -101,671×(Like) -34,423×(Behav. Change) -6,419×(Years Drive) –7,036×(Days Rur) +620,527

όπου:

- *HWayAverage*: Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m) (Συνεχής μεταβλητή)
- *Distraction2*: Απόσπαση της προσοχής του οδηγού με τη χρήση του διαδικτύου: Χωρίς απόσπαση προσοχής (0), Με απόσπαση (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Traffic*: Κυκλοφοριακός φόρτος σεναρίου: Χαμηλός (0), Υψηλός (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Gender*: Φύλο οδηγού: Άντρας (1), Γυναίκα (2) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Like*: Αρέσκεια οδήγησης: Όχι (0), Ναι (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Behav. Change*: Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου: Ακινητοποίηση οχήματος (1), Μείωση ταχύτητας (2), Οδήγηση στην άκρη της οδού (3), Καμία αλλαγή (4), 1+2 (1.5), 2+3 (2.5), 2+4 (3.5) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Years Drive*: Χρόνια οδήγησης: Έτη (Συνεχής μεταβλητή)
- *Days Rur*: Ημέρες οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό: Ημέρες (Συνεχής μεταβλητή)

Στον Πίνακα 5.17 που εξάγεται από το ειδικό στατιστικό πρόγραμμα διακρίνονται οι συντελεστές B αλλά και οι τιμές που προέκυψαν από το t test και το Sig. (Significance). Τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά αλλά και το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** είναι >95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα) αφού t>1,7, όμως >90% σύμφωνα με το Sig.<0,10.

Πίνακας 5.17: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου (Coefficients)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	620.527	49.307		12.585**	0.000**
	Distraction2	35.111	14.106	0.083	2.489**	0.013**
	Traffic	-318.672	14.107	-0.750	-22.589**	0.000**
	Gender	67.813	15.453	0.159	4.388**	0.000**
	Like	-101.671	31.789	-0.109	-3.198**	0.002**
	Behav. Change	-34.423	10.628	-0.119	-3.239**	0.001**
	Years Drive	-6.419	1.802	-0.124	-3.562**	0.000**
	Days Rur	-7.036	3.898	-0.067	-1.805**	0.072*

a. Dependent Variable: HWayAverage
* επίπεδο εμπιστοσύνης 90%
** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Από τη μαθηματική σχέση του μοντέλου που προκύπτει, συμπεραίνονται ενδιαφέροντα και αξιοσημείωτα αποτελέσματα προς ανάλυση.

- Η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα αυξάνεται με την **απόσπαση της προσοχής από διαδίκτυο**. Ο οδηγός διατηρεί μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα κατά την απόσπαση της προσοχής του από το διαδίκτυο, εφόσον γνωρίζει ότι εκτελεί μια επικίνδυνη ενέργεια και ενδεχομένως να προσπαθεί να μειώσει τον

κίνδυνο, διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση για επαρκή χρόνο αντίδρασης. Η αύξηση αυτή συμφωνεί με τη βιβλιογραφία.

- Όσον αφορά στον **κυκλοφοριακό φόρτο**, η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται σε συνθήκες υψηλού, αφού η ταχύτητα (σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο) είναι μικρότερη και έτσι ο οδηγός αναγκάζεται να πλησιάζει περισσότερο το προπορευόμενο όχημα και επομένως διατηρεί μικρότερη απόσταση.

- Σχετικά με το **φύλο**, στις γυναίκες οδηγούς παρατηρείται μεγαλύτερη απόσταση, εφόσον και από τη βιβλιογραφία γίνεται γνωστό ότι δεν είναι διατεθειμένες να αναλάβουν ρίσκο (σε σχέση με τους άντρες) και για αυτό το λόγο εκτελούν πιο ασφαλή οδήγηση.

- Για τους οδηγούς που τους **αρέσει η οδήγηση**, παρατηρείται μείωση εφόσον δεν οδηγούν με το αίσθημα του κινδύνου και κρατούν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα.

- Οι οδηγοί οι οποίοι δηλώνουν ότι **δεν αλλάζουν τη συμπεριφορά οδήγησης τους κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου**, παρουσιάζουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα, καθώς δεν οδηγούν τηρώντας αποστάσεις ασφαλείας.

- Όσο πιο πολλά είναι τα **χρόνια οδήγησης** και **οι ημέρες οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό**, τόσο πιο μικρή απόσταση διατηρείται. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί κοινά και για τις δυο μεταβλητές, αφού όσο πιο μεγάλη εμπειρία οδήγησης υπάρχει, τόσο περισσότερο οι οδηγοί νιώθουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις ικανότητες τους και δεν αφήνουν μεγάλες αποστάσεις.

5.5.2. Ποιότητα μοντέλου

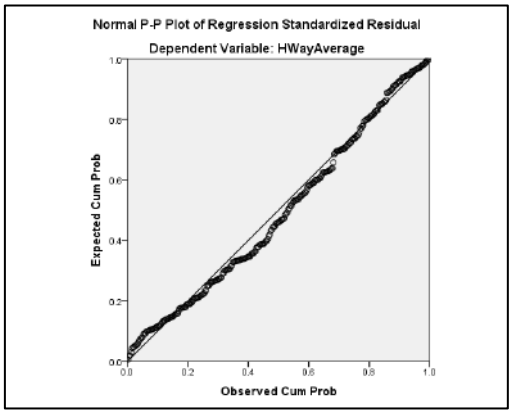
Στον Πίνακα 5.18 φαίνεται ο **συντελεστής προσδιορισμού R^2** και ισούται με 0,685 όπου είναι ο μεγαλύτερος από όλες τις δοκιμές που έγιναν. Αυτός δείχνει αρκετά καλή προσαρμογή του μοντέλου.

Πίνακας 5.18: Συντελεστής R^2 και Τυπικό σφάλμα (Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.827[a]	0.685	0.677	120.934

a. Predictors: (Constant), Days Rur, Distraction2, Traffic, Like, Years Drive, Gender, Behav. Change

Δημιουργήθηκε το Διάγραμμα 5.5 για να ελεγχθεί αν το **σφάλμα των τιμών του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται αντιληπτό ότι, δεν απέχει πολύ από τη διαγώνιο, ούτε παρουσιάζει αποκλίσεις επομένως, ακολουθεί κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 5.5: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος

5.5.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να έχουν **μικρή συσχέτιση μεταξύ τους** (εμπειρικά 0,4). Επίσης, διαχωρίστηκε η μέθοδος συσχέτισης που εφαρμόστηκε, στις διακριτές μεταβλητές έγινε η Spearman (Πίνακας 5.19) και στις συνεχείς έγινε η Pearson (Πίνακας 5.20). Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτονται όλα τα όρια εκτός του Behav. Change με το Gender που ίσως έχουν λογική συσχέτιση αλλά αναφέρονται σε έννοιες διαφορετικής κατηγορίας.

Πίνακας 5.19: Συντελεστές συσχέτισης διακριτών μεταβλητών

			Distraction2	Traffic	Gender	Like	Behav. Change
Spearman's rho	Distraction2	Correlation Coefficient	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	1.000	1.000
		N	294	294	294	294	294
	Traffic	Correlation Coefficient	0.000	1.000	-0.007	-0.002	-0.002
		Sig. (2-tailed)	1.000		0.899	0.978	0.968
		N	294	294	294	294	294
	Gender	Correlation Coefficient	0.000	-0.007	1.000	-0.021	-.423**
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.899		0.716	0.000
		N	294	294	294	294	294
	Like	Correlation Coefficient	0.000	-0.002	-0.021	1.000	-0.083
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.978	0.716		0.155
		N	294	294	294	294	294
	Behav. Change	Correlation Coefficient	0.000	-0.002	-.423**	-0.083	1.000
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.968	0.000	0.155	
		N	294	294	294	294	294

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

Πίνακας 5.20: Συντελεστές συσχέτισης συνεχών μεταβλητών

		Years Drive	Days Rur
Years Drive	Pearson Correlation	1	.222**
	Sig. (2-tailed)		0.000
	N	294	294
Days Rur	Pearson Correlation	.222**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	
	N	294	294

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

5.5.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται διάφορα χρήσιμα **περιγραφικά χαρακτηριστικά.** Στους Πίνακες 5.21, 5.22 παρουσιάζονται στοιχεία των διακριτών μεταβλητών όπως η συχνότητα και διάφορα ποσοστά των τιμών.

Πίνακας 5.21: Περιγραφική στατιστική διακριτών μεταβλητών

Distraction2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	147	50.0	50.0	50.0
	1	147	50.0	50.0	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Traffic

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	148	50.3	50.3	50.3
	1	146	49.7	49.7	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Gender

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	160	54.4	54.4	54.4
	2	134	45.6	45.6	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Like

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	16	5.4	5.4	5.4
	1	278	94.6	94.6	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Πίνακας 5.22: Περιγραφική στατιστική διακριτών μεταβλητών

Behav. Change

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.0	48	16.3	16.3	16.3
	1.5	64	21.8	21.8	38.1
	2.0	126	42.9	42.9	81.0
	2.5	24	8.2	8.2	89.1
	3.0	8	2.7	2.7	91.8
	3.5	8	2.7	2.7	94.6
	4.0	16	5.4	5.4	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Στον Πίνακα 5.23 παρατίθενται τα αντίστοιχα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των συνεχών μεταβλητών όπως, το μέγεθος δείγματος, οι ελάχιστες, μέγιστες, μέσες τιμές και η διακύμανση.

Πίνακας 5.23: Περιγραφική στατιστική συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Years Drive	294	0.0	14.0	5.306	4.100
Days Rur	294	0.0	7.0	1.484	2.013
HWayAverage	294	15.7	986.3	370.939	212.756
Valid N (listwise)	294				

5.5.5. Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Στον Πίνακα 5.24 γίνεται κατανοητός ο **βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή** του μοντέλου από τον υπολογισμό της ελαστικότητας e. Επίσης, υπολογίστηκε και ο βαθμός e* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Τη μεγαλύτερη επιρροή μεταξύ των ανεξάρτητων διακριτών μεταβλητών εμφανίζει ο **κυκλοφοριακός φόρτος**, ενώ τη μικρότερη η αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού. Συγκεκριμένα, ο κυκλοφοριακός φόρτος επηρεάζει 99,29 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή. Επιπλέον, οι υπόλοιπες διακριτές μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα ταξινομούνται με φθίνουσα σειρά ως εξής: αρέσκεια οδήγησης, φύλο και απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο.

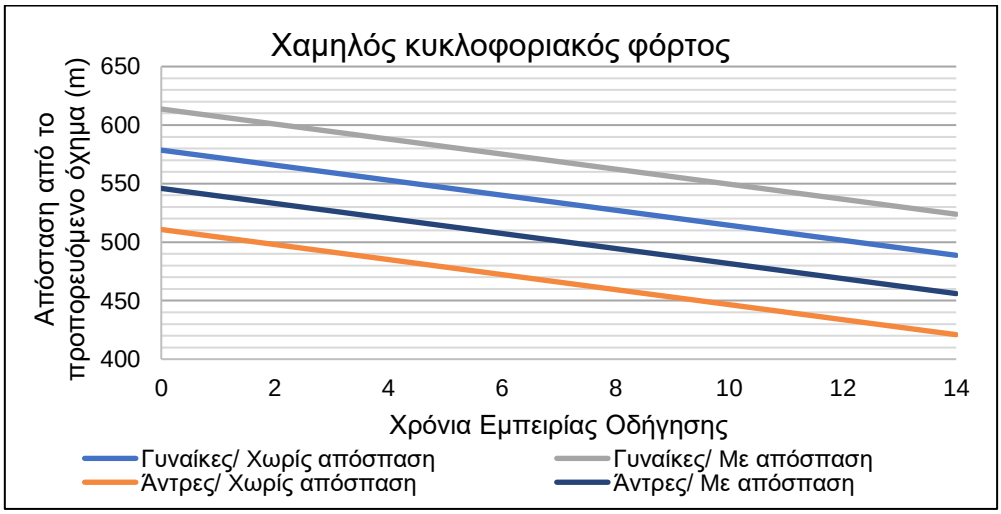
Για τις συνεχείς μεταβλητές μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζουν ο αριθμός των **ημερών οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό** με 1,10 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μικρότερη, η οποία είναι τα χρόνια εμπειρίας οδήγησης.

Πίνακας 5.24: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

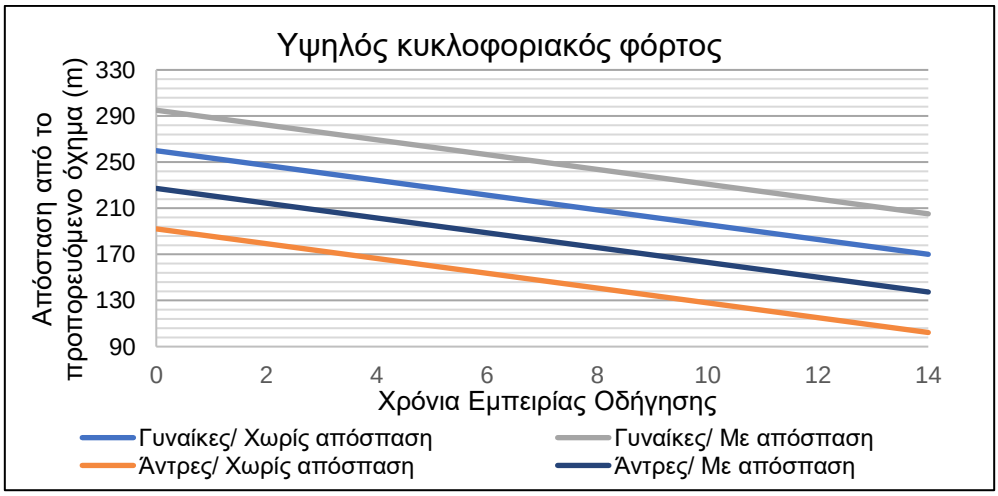
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	t	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	35.111	2.489	0.06	-10.94
Κυκλοφοριακός φόρτος	-318.672	-22.589	-0.52	99.29
Φύλο	67.813	4.388	0.11	-21.13
Αρέσκεια οδήγησης	-101.671	-3.198	-0.17	31.68
Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού	-34.423	-3.239	-0.01	1.00
Συνεχείς Μεταβλητές				
Χρόνια εμπειρίας οδήγησης	-6.419	-3.562	-0.00011	1.00
Ημέρες οδήγησης σε επαρχιακή οδό	-7.036	-1.805	-0.00012	1.10

5.5.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Με την **ανάλυση ευαισθησίας** γίνεται κατανοητή η επιρροή στη μέση απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (εξαρτημένη μεταβλητή) από τη μεταβολή του αριθμού των ετών εμπειρίας οδήγησης (ανεξάρτητη μεταβλητή) αναλόγως το φύλο, τις συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου αλλά και με ή χωρίς απόσπαση της προσοχής, κρατώντας σταθερές τις υπόλοιπες ανεξάρτητες.



Διάγραμμα 5.6: Ανάλυση ευαισθησίας: Χρόνια Εμπειρίας Οδήγησης - Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο ((Like)=1,(Behav.Change)=2, (Days Rur)=1)



Διάγραμμα 5.7: Ανάλυση ευαισθησίας: Χρόνια Εμπειρίας Οδήγησης - Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο ((Like)=1,(Behav.Change)=2, (Days Rur)=1)

Με βάση τα Διαγράμματα 5.6, 5.7 **προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα**: Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού αυξάνει την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, όπως προέκυψε και από την μαθηματική σχέση του μοντέλου προηγουμένως. Επιπλέον, όσο αυξάνονται τα χρόνια εμπειρίας οδήγησης τόσο μειώνεται γραμμικά η απόσταση. Άλλο ένα σημαντικό σημείο αποτελεί ότι, σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο παρατηρείται μείωση της απόστασης και για τις δυο περιπτώσεις απόσπασης και φύλου. Επίσης, οι γυναίκες οδηγοί διατηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις από ότι οι άντρες.

5.6. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

Αναπτύχθηκε γενικευμένο γραμμικό μοντέλο, ώστε να συγκριθεί η επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Στον Πίνακα 5.25 φαίνεται η επιρροή της χρήσης Facebook, Google Maps και Messenger με τον αντίστοιχο συντελεστή. Επιπρόσθετα, από τον πίνακα τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά (με βάση τη γραμμική παλινδρόμηση) και επιτυγχάνεται το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** που είναι >95%, αφού Wald>1,7 και >90% για Sig<0,10.

Πίνακας 5.25: Συγκριτικά στοιχεία των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)

			Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**353.384**	20.19	313.81	392.96	306.32	1	0.000**
Facebook	**258.775**	20.26	219.07	298.48	163.14	1	0.000**
Google Maps	**547.813**	20.47	507.69	587.94	716.08	1	0.000**
Messenger	**380.940**	20.26	341.23	420.65	353.53	1	0.000**
(Scale)	59929.656[a]	3513.14	53424.87	67226.44			

Dependent Variable: HWayAverage

a. Set to zero because this parameter is redundant.

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Σε αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή για την απόσπαση της προσοχής από την πρώτη βάση δεδομένων (όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4) με μεταβλητή το Distraction1. Σε αυτή τη βάση είχε διαχωριστεί και κωδικοποιηθεί η μεταβλητή ως εξής: Χωρίς απόσπαση (0), Facebook (1), Google Maps (2) και Facebook Messenger (3).

Από το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προκύπτουν **αξιόλογες παρατηρήσεις προς ανάλυση**. Στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, οι εφαρμογές Google Maps και Messenger παρουσιάζουν αύξηση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τη μη απόσπαση, με μεγαλύτερη αυτής του Google Maps. Στην εφαρμογή του Facebook παρατηρείται μείωση της απόστασης σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση, ενδεχομένως λόγω αυξημένης και πιο συνεχόμενης νοητικής φόρτισης σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

Στον Πίνακα 5.26, το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο εξειδικεύεται περαιτέρω, ώστε να συγκριθούν πέρα από την επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου, το φύλο και οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Επιπλέον, επιτυγχάνεται το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** που είναι >95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα), αφού Wald>1,7 και Sig<0,05.

Πίνακας 5.26: Συγκριτικά στοιχεία των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m) σε συνδυασμό με το φύλο και τον κυκλοφοριακό φόρτο

Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος

	Άντρες							Γυναίκες						
			95% Wald		Hypothesis Test					95% Wald		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**449.900**	22.39	406.01	493.79	403.64	1	0.000**	**526.454**	24.29	478.85	574.06	469.79	1	0.000**
Facebook	**375.360**	22.39	331.47	419.25	280.97	1	0.000**	**447.299**	24.29	399.69	494.90	339.14	1	0.000**
Google Maps	**759.664**	22.97	714.63	804.69	1093.28	1	0.000**	**935.999**	25.04	886.93	985.07	1397.68	1	0.000**
Messenger	**472.868**	22.68	428.42	517.32	434.76	1	0.000**	**602.105**	24.29	554.50	649.71	614.51	1	0.000**
(Scale)	20058.306[a]	1175.84	17881.17	22500.52										

Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος

	Άντρες							Γυναίκες						
			95% Wald		Hypothesis Test					95% Wald		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**163.809**	22.39	119.92	207.70	53.51	1	0.000**	**287.867**	24.65	239.55	336.19	136.33	1	0.000**
Facebook	**77.550**	22.68	33.10	122.00	11.69	1	0.001**	**137.396**	24.65	89.07	185.72	31.06	1	0.000**
Google Maps	**188.311**	22.39	144.42	232.20	70.72	1	0.000**	**363.204**	24.65	314.88	411.53	217.03	1	0.000**
Messenger	**179.865**	22.39	135.98	223.76	64.51	1	0.000**	**288.159**	24.65	239.84	336.48	136.61	1	0.000**

Dependent Variable: HWayAverage

a. Set to zero because this parameter is redundant.

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Επίσης, σε αυτό το σημείο εκτός από το Distraction1 χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές Traffic και Gender, για την επιπλέον εξειδίκευση του μοντέλου.

Από το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προκύπτουν **αξιόλογες παρατηρήσεις προς ανάλυση**. Τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της **απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** παρουσιάζει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση Google Maps, δηλαδή εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση στην απόσταση, ανεξαρτήτου κυκλοφοριακού φόρτου και φύλου. Μετά ακολουθεί το Facebook Messenger, ενώ παρατηρείται μείωση από την εφαρμογή του Facebook. Οι άντρες σε σχέση με τις γυναίκες εμφανίζουν μικρότερες αποστάσεις για όλες τις εφαρμογές, ανεξαρτήτου κυκλοφοριακών συνθήκων. Επιπλέον, σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο παρουσιάζονται συγκριτικά μικρότερες τιμές για όλες τις εφαρμογές.

5.7. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

5.7.1. Μαθηματικό μοντέλο και Στατιστική σημαντικότητα

Από τη γραμμική παλινδρόμηση, ύστερα από πλήθος δοκιμών, προκύπτει η εξίσωση του μοντέλου που **συνδέει τη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την απόσπαση της προσοχής** και είναι η εξής:

StdHWayAverage = -46,411×(Distraction2) -102,823×(Traffic) +33,922×(Gender)
–18,2×(Behav. Change) -8.239×(Days Rur) -20,165×(Use Social Med Rur)
–18,585×(D. Use Social Med) +311,997

όπου:

- *StdHWayAverage*: Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (m) (Συνεχής μεταβλητή)
- *Distraction2*: Απόσπαση της προσοχής του οδηγού με τη χρήση του διαδικτύου: Χωρίς απόσπαση προσοχής (0), Με απόσπαση (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Traffic*: Κυκλοφοριακός φόρτος σεναρίου: Χαμηλός (0), Υψηλός (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Gender*: Φύλο οδηγού: Αντρας (1), Γυναίκα (2) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Behav. Change*: Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου: Ακινητοποίηση οχήματος (1), Μείωση ταχύτητας (2), Οδήγηση στην άκρη της οδού (3), Καμία αλλαγή (4), 1+2 (1.5), 2+3 (2.5), 2+4 (3.5) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Days Rur*: Ημέρες οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό: Ημέρες (Συνεχής μεταβλητή)
- *Use Social Med Rur*: Συχνότητα χρήσης διαδικτύου κατά την οδήγηση σε επαρχιακή οδό (μέση τιμή των απαντήσεων για: Facebook Messenger, Google Maps, Facebook Feed): Καθόλου (0), Σπάνια (1), Μερικές φορές (2), Συχνά (3), Συνέχεια (4) (Συνεχής μεταβλητή)
- *D. Use Social Med Rur*: Συχνότητα χρήσης του διαδικτύου στην καθημερινότητα (μέση τιμή των απαντήσεων για: Facebook Messenger, Google Maps, Facebook Feed): Καθόλου (0), Σπάνια (1), Μερικές φορές (2), Συχνά (3), Συνέχεια (4) (Συνεχής μεταβλητή)

Στον Πίνακα 5.27 που εξάγεται, διακρίνονται οι συντελεστές B αλλά και οι τιμές που προέκυψαν από το t test και το Sig. (Significance). Τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά αλλά και το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** είναι >95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα) αφού t>1,7 και Sig.<0,05 για όλες τις μεταβλητές.

Πίνακας 5.27: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου (Coefficients)

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	311.997	22.305		13.988**	0.000**
	Distraction2	-46.411	7.794	-0.239	-5.955**	0.000**
	Traffic	-102.823	7.795	-0.530	-13.191**	0.000**
	Gender	33.922	8.884	0.174	3.819**	0.000**
	Behav. Change	-18.200	6.320	-0.138	-2.880**	0.004**
	Days Rur	-8.239	2.223	-0.171	-3.707**	0.000**
	Use Social Med Rur	-20.165	5.504	-0.164	-3.664**	0.000**
	D. Use Social Med	-18.585	5.860	-0.151	-3.172**	0.002**

a. Dependent Variable: StdHWayAverage
** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Από τη μαθηματική σχέση του μοντέλου που προκύπτει, συμπεραίνονται ενδιαφέροντα και **αξιοσημείωτα αποτελέσματα** προς ανάλυση.

- Η διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται με την **απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου**. Ο οδηγός διατηρεί πιο σταθερή την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, κρατώντας πιο παθητική στάση για την αντιστάθμιση του κινδύνου.

- Όσον αφορά στον **κυκλοφοριακό φόρτο**, η διακύμανση της απόστασης μειώνεται σε συνθήκες υψηλού φόρτου, αφού υπάρχουν οχήματα μπροστά και σε συνδυασμό με τη διακύμανση της μέσης ταχύτητας η οποία είναι πιο σταθερή, ο οδηγός εκτελεί αναγκαστικά μια πιο σταθερή πορεία.

- Σχετικά με το **φύλο** του οδηγού, στους άντρες παρατηρείται μικρότερη διακύμανση της απόστασης, εφόσον και από τη βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι κάνουν πιο σταθερή οδήγηση σε σχέση με τις γυναίκες.

- Όσο πιο μεγάλη **αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου** έχουν δηλώσει οι οδηγοί, τόσο πιο επικίνδυνη συμπεριφορά έχουν, οπότε είναι πιο εύκολο γι' αυτούς να κρατήσουν όμοια ταχύτητα με τα προπορευόμενα οχήματα.

- Όσο πιο πολλές είναι **οι ημέρες οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό**, τόσο πιο μικρή διατηρείται η διακύμανση της απόστασης. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί, αφού όσο πιο μεγάλη εμπειρία οδήγησης υπάρχει και εξοικείωση με την οδό έχει ο οδηγός, τόσο λιγότερες μεταβολές της ταχύτητας πραγματοποιεί, οδηγεί πιο σταθερά και με όμοια ταχύτητα με το προπορευόμενο όχημα.

- Όσο πιο μεγάλη είναι η δηλωμένη **συχνότητα χρήσης του διαδικτύου σε επαρχιακή οδό αλλά και στην καθημερινότητα**, τόσο πιο μικρή είναι η διακύμανση της απόστασης σε περίπτωση οδήγησης με απόσπαση της προσοχής, καθώς οι οδηγοί εμφανίζονται πιο εξοικειωμένοι στη διαδικασία χρήσης του κινητού κατά την οδήγηση και διατηρούν πιο εύκολα μια πιο σταθερές αποστάσεις.

5.7.2. Ποιότητα μοντέλου

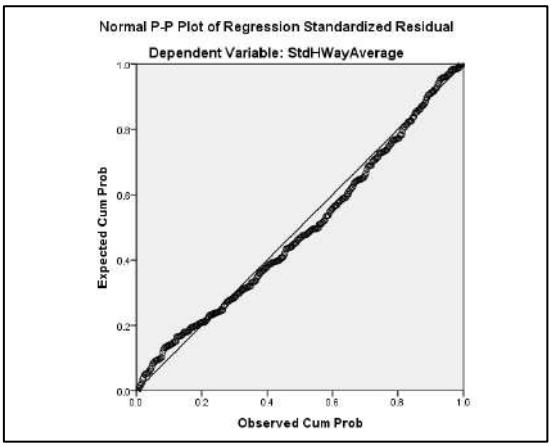
Στον Πίνακα 5.28 παρουσιάζεται ο **συντελεστής προσδιορισμού R^2** ο οποίος ισούται με 0,538 και είναι ο μεγαλύτερος από όσα μοντέλα δοκιμάστηκαν. Αυτό δείχνει σχετικά καλή προσαρμογή του μοντέλου.

Πίνακας 5.28: Συντελεστής R^2 και Τυπικό σφάλμα (Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.733[a]	0.538	0.526	66.8203

a. Predictors: (Constant), D. Use Social Med , Distraction2, Traffic, Behav. Change, Use Social Med Rur, Gender, Days Rur

Δημιουργήθηκε το Διάγραμμα 5.8 για να ελεγχθεί αν το **σφάλμα των τιμών του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται αντιληπτό ότι δεν απέχει πολύ από τη διαγώνιο (δεν παρουσιάζει απόκλιση) επομένως, ακολουθεί κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 5.8: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος

5.7.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να έχουν **μικρή συσχέτιση μεταξύ τους** (εμπειρικά 0,4). Επίσης, διαχωρίστηκε η μέθοδος συσχέτισης που εφαρμόστηκε, στις διακριτές μεταβλητές έγινε η Spearman (Πίνακας 5.29) και στις συνεχείς έγινε η Pearson (Πίνακας 5.30). Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτονται όλα τα όρια εκτός του Behav. Change με το Gender που ίσως έχουν λογική συσχέτιση, αλλά αναφέρονται σε έννοιες διαφορετικής κατηγορίας.

Πίνακας 5.29: Συντελεστές συσχέτισης διακριτών μεταβλητών

			Distraction2	Traffic	Gender	Behav. Change
Spearman's rho	Distraction2	Correlation Coefficient	1.000	0.000	0.000	0.000
		Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	1.000
		N	294	294	294	294
	Traffic	Correlation Coefficient	0.000	1.000	-0.007	-0.002
		Sig. (2-tailed)	1.000		0.899	0.968
		N	294	294	294	294
	Gender	Correlation Coefficient	0.000	-0.007	1.000	-.423**
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.899		0.000
		N	294	294	294	294
	Behav. Change	Correlation Coefficient	0.000	-0.002	-.423**	1.000
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.968	0.000	
		N	294	294	294	294

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

Πίνακας 5.30: Συντελεστές συσχέτισης συνεχών μεταβλητών

		Days Rur	Use Social Med Rur	D. Use Social Med
Days Rur	Pearson Correlation	1	0.047	-.296**
	Sig. (2-tailed)		0.423	0.000
	N	294	294	294
Use Social Med Rur	Pearson Correlation	0.047	1	.302**
	Sig. (2-tailed)	0.423		0.000
	N	294	294	294
D. Use Social Med	Pearson Correlation	-.296**	.302**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	
	N	294	294	294

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

5.7.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται διάφορα χρήσιμα **περιγραφικά χαρακτηριστικά**. Στον Πίνακα 5.31 παρουσιάζονται στοιχεία των διακριτών μεταβλητών όπως η συχνότητα και διάφορα ποσοστά τιμών.

Πίνακας 5.31: Περιγραφική στατιστική διακριτών μεταβλητών

Distraction2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	147	50.0	50.0	50.0
	1	147	50.0	50.0	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Traffic

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	148	50.3	50.3	50.3
	1	146	49.7	49.7	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Gender

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	160	54.4	54.4	54.4
	2	134	45.6	45.6	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Behav. Change

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.0	48	16.3	16.3	16.3
	1.5	64	21.8	21.8	38.1
	2.0	126	42.9	42.9	81.0
	2.5	24	8.2	8.2	89.1
	3.0	8	2.7	2.7	91.8
	3.5	8	2.7	2.7	94.6
	4.0	16	5.4	5.4	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Στον Πίνακα 5.32 παρατίθενται τα αντίστοιχα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των συνεχών μεταβλητών όπως, το μέγεθος δείγματος, οι ελάχιστες, μέγιστες, μέσες τιμές και η διακύμανση.

Πίνακας 5.32: Περιγραφική στατιστική συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Days Rur	294	0.0	7.0	1.484	2.013
Use Social Med Rur	294	0.0	2.7	0.939	0.791
D. Use Social Med	294	0.0	4.0	2.787	0.789
StdHWayAverage	294	4.439	522.327	168.753	97.096
Valid N (listwise)	294				

5.7.5. Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Στον Πίνακα 5.33 γίνεται κατανοητός ο **βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή** του μοντέλου από τον υπολογισμό της ελαστικότητας e. Επίσης, υπολογίστηκε και ο βαθμός e* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Τη μεγαλύτερη επιρροή μεταξύ των ανεξάρτητων διακριτών μεταβλητών εμφανίζει ο **κυκλοφοριακός φόρτος** και ύστερα η απόσπαση της προσοχής από το διαδίκτυο, ενώ τη μικρότερη η αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού. Συγκεκριμένα, ο κυκλοφοριακός φόρτος επηρεάζει τη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα 11,30 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή, ταυτόχρονα η ύπαρξη απόσπασης της προσοχής από το διαδίκτυο επηρεάζει 5,10 φορές και το φύλο 3,73 φορές.

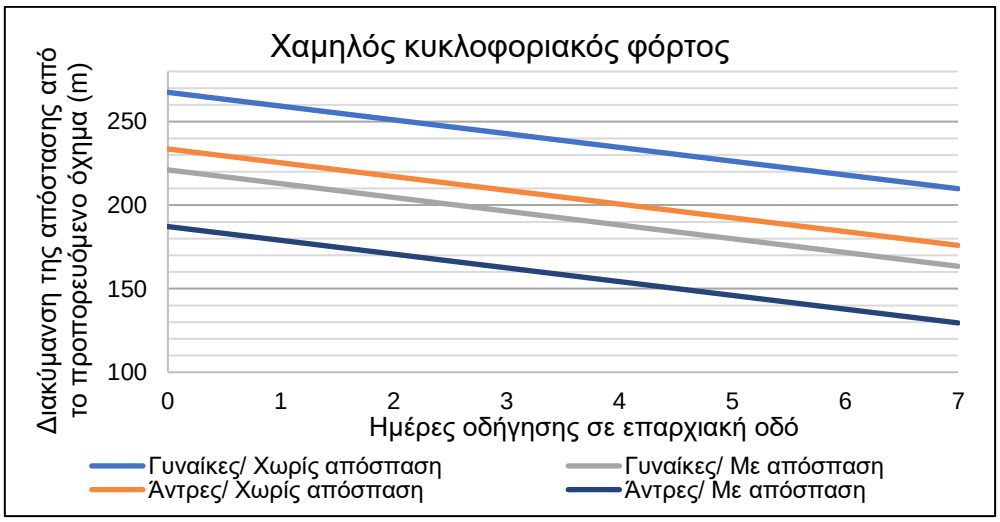
Για τις συνεχείς μεταβλητές τη μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η **χρήση του διαδικτύου σε επαρχιακή οδό** με 2,45 φορές μεγαλύτερη επιρροή από εκείνη με τη μικρότερη, η οποία είναι οι ημέρες οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό. Επιπρόσθετα, η μεταβλητή της καθημερινής χρήσης διαδικτύου έχει 2,26 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με εκείνη με τη μικρότερη.

Πίνακας 5.33: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

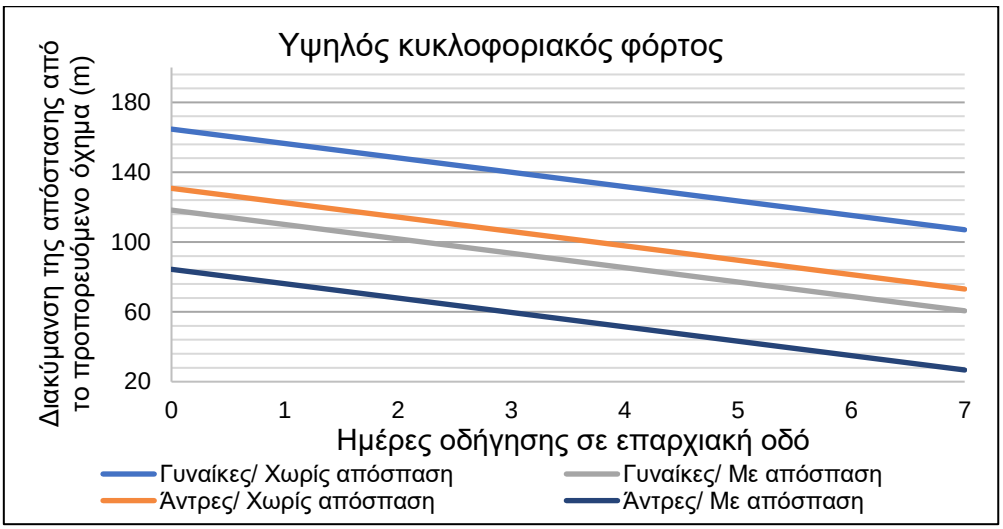
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	t	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	-46.411	-5.955	-0.19	5.10
Κυκλοφοριακός φόρτος	-102.823	-13.191	-0.42	11.30
Φύλο	33.922	3.819	0.14	-3.73
Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού	-18.200	-2.880	-0.04	1.00
Συνεχείς Μεταβλητές				
Ημέρες οδήγησης σε επαρχιακή οδό	-8.239	-3.707	-0.0003	1.00
Χρήση διαδικτύου σε επαρχιακή οδό	-20.165	-3.664	-0.0008	2.45
Καθημερινή χρήση διαδικτύου	-18.585	-3.172	-0.0008	2.26

5.7.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Με την **ανάλυση ευαισθησίας** γίνεται κατανοητή η επιρροή στη διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (εξαρτημένη μεταβλητή) από τη μεταβολή του αριθμού των ημερών οδήγησης σε επαρχιακή οδό (ανεξάρτητη μεταβλητή) αναλόγως το φύλο, τις συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου αλλά και της απόσπαση ή μη της προσοχής του οδηγού, κρατώντας σταθερές τις υπόλοιπες ανεξάρτητες.



Διάγραμμα 5.9: Ανάλυση ευαισθησίας: Ημέρες οδήγησης σε επαρχιακή οδό - Διακύμανση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο ((Behav. Change)=2, (Use Social Med Rur)=1, (D. Use Social Med)=3)



Διάγραμμα 5.10: Ανάλυση ευαισθησίας: Ημέρες οδήγησης σε επαρχιακή οδό - Διακύμανση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο ((Behav. Change)=2, (Use Social Med Rur)=1, (D. Use Social Med)=3)

Με βάση τα Διαγράμματα 5.9, 5.10 **προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα**: Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού μειώνει τη διακύμανση της απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, όπως προέκυψε και από την μαθηματική σχέση του μοντέλου προηγουμένως. Επιπλέον, όσο περισσότερες είναι οι ημέρες οδήγησης την εβδομάδα σε επαρχιακή οδό τόσο μειώνεται γραμμικά η διακύμανση. Άλλο ένα σημαντικό σημείο αποτελεί ότι, στον υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο παρατηρείται μείωση της διακύμανση της απόστασης και για τις δυο περιπτώσεις απόσπασης και φύλου. Επίσης, οι γυναίκες οδηγοί έχουν μεγαλύτερη διακύμανση της απόστασης από ότι οι άντρες.

5.8. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Αναπτύχθηκε γενικευμένο γραμμικό μοντέλο, ώστε να συγκριθεί η επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Στον Πίνακα 5.34 φαίνεται η επιρροή της χρήσης Facebook, Google Maps και Messenger με τον αντίστοιχο συντελεστή. Επιπρόσθετα, από τον πίνακα τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά (με βάση τη γραμμική παλινδρόμηση) και επιτυγχάνεται το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** που είναι >95%, αφού Wald>1,7 και Sig<0,05.

Πίνακας 5.34: Συγκριτικά στοιχεία των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (m)

			95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**0**[a]						
Facebook	**-167.586**	8.09	-183.44	-151.73	429.18	1	0.000**
Google Maps	**-160.337**	8.13	-176.28	-144.40	388.76	1	0.000**
Messenger	**-113.042**	8.09	-128.90	-97.19	195.27	1	0.000**
(Intercept)	191.958	5.71	180.77	203.15	1130.03	1	0.000**
(Scale)	4793.366[b]	280.99	4273.09	5376.99			

Dependent Variable: StdHWayAverage

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Σε αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή για την απόσπαση της προσοχής από την πρώτη βάση δεδομένων (όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4) με μεταβλητή το Distraction1. Σε αυτή τη βάση είχε διαχωριστεί και κωδικοποιηθεί η μεταβλητή ως εξής: Χωρίς απόσπαση (0), Facebook (1), Google Maps (2) και Facebook Messenger (3).

Από το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προκύπτουν **αξιόλογες παρατηρήσεις προς ανάλυση**. Τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της **διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** παρουσιάζει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση Facebook, δηλαδή εμφανίζει τη μεγαλύτερη μείωση στη διακύμανση. Μετά ακολουθεί το Google Maps και τη μικρότερη επιρροή από τις εφαρμογές την έχει το Facebook Messenger.

Στον Πίνακα 5.35 το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο εξειδικεύεται περαιτέρω, ώστε να συγκριθούν πέρα από την επιρροή των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου, το φύλο και οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Επιπλέον, επιτυγχάνεται το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** που είναι >95%, αφού Wald>1,7 και Sig<0,05.

Πίνακας 5.35: Συγκριτικά στοιχεία των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (m) σε συνδυασμό με το φύλο και τον κυκλοφοριακό φόρτο

Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος

	Άντρες							Γυναίκες						
			95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test					95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**0**[a]							**56.789**	13.50	30.33	83.25	17.70	1	0.000**
Facebook	**-193.247**	12.94	-218.61	-167.89	223.04	1	0.000**	**-184.330**	13.50	-210.79	-157.87	186.48	1	0.000**
Google Maps	**-192.932**	13.11	-218.62	-167.24	216.62	1	0.000**	**-172.114**	13.72	-199.01	-145.21	157.27	1	0.000**
Messenger	**-180.388**	13.02	-205.91	-154.87	191.89	1	0.000**	**-159.769**	13.50	-186.23	-133.31	140.10	1	0.000**
(Intercept)	13.414	0.44	12.55	14.28	918.38	1	0.000**							
(Scale)	7.838[b]	0.46	6.99	8.79										

Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος

	Άντρες							Γυναίκες						
			95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test					95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
Parameter	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.	B	Std. Error	Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
Χωρίς απόσπαση	**-123.748**	12.94	-149.11	-98.39	91.46	1	0.000**	**-57.878**	13.61	-84.55	-31.21	18.09	1	0.000**
Facebook	**-216.472**	13.02	-242.00	-190.95	276.33	1	0.000**	**-209.803**	13.61	-236.47	-183.13	237.69	1	0.000**
Google Maps	**-205.910**	12.94	-231.27	-180.55	253.23	1	0.000**	**-201.447**	13.61	-228.12	-174.77	219.13	1	0.000**
Messenger	**-141.807**	12.94	-167.17	-116.45	120.10	1	0.000**	**-98.792**	13.61	-125.46	-72.12	52.70	1	0.000**

Dependent Variable: StdHWayAverage

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Επίσης, σε αυτό το σημείο εκτός από το Distraction1 χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές Traffic και Gender, για την επιπλέον εξειδίκευση του μοντέλου.

Από το γενικευμένο γραμμικό μοντέλο προκύπτουν **αξιόλογες παρατηρήσεις προς ανάλυση**. Τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της **διακύμανσης της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** παρουσιάζει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση Facebook, δηλαδή εμφανίζει τη μεγαλύτερη μείωση στη διακύμανση, ανεξαρτήτου κυκλοφοριακού φόρτου και φύλου. Μετά ακολουθεί, όπως πριν, το Google Maps και τη μικρότερη μείωση από τις εφαρμογές την έχει το Facebook Messenger σε όλο το μοντέλο. Οι άντρες οδηγοί σε σχέση με τις γυναίκες εμφανίζουν μεγαλύτερη μείωση στη διακύμανση για όλες τις εφαρμογές, ανεξαρτήτου κυκλοφοριακών συνθήκων. Επιπλέον, ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος σε σχέση με τον χαμηλό παρουσιάζει μεγαλύτερη επιρροή στις τιμές για τις εφαρμογές Facebook και Google Maps, ενώ η εφαρμογή Facebook Messenger παρουσιάζει μικρότερη επιρροή.

5.9. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης του οχήματος

5.9.1. Μαθηματικό μοντέλο και Στατιστική σημαντικότητα

Από τη γραμμική παλινδρόμηση, ύστερα από πλήθος δοκιμών, προκύπτει η εξίσωση του μοντέλου που **συνδέει τη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης του οχήματος από το άκρο της οδού με την απόσπαση της προσοχής** και είναι η εξής:

StdevLateralPosition = 0,511×(Distraction2)-0,005×(Years Drive)+0,013×(Acc. Simple)

-0,032×(Comfort D-N) -0,1×(Like)+0,511

όπου:

- *StdevLateralPosition*: Διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος από το άκρο της οδού (m) (Συνεχής μεταβλητή)
- *Distraction2*: Απόσπαση της προσοχής του οδηγού με τη χρήση του διαδικτύου: Χωρίς απόσπαση προσοχής (0), Με απόσπαση (1) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Years Drive*: Έτη οδήγησης (Συνεχής μεταβλητή)
- Acc. Simple: Αριθμός ατυχημάτων μόνο με υλικές ζημιές: 0 (0), 1 (1), 2 (2), 3 (3), >3 (4) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Comfort. D-N*: Πόσο άνετα αισθάνονται κατά την οδήγηση στην νύχτα σε σχέση με τη μέρα: Καθόλου (0), Λίγο (1), Αρκετά (2), Πολύ (3), Πάρα πολύ (4) (Διακριτή μεταβλητή)
- *Like*: Αρέσκεια οδήγησης: Όχι (0), Ναι (1) (Διακριτή μεταβλητή)

Στον Πίνακα 5.36 που εξάγεται, διακρίνονται οι συντελεστές Β αλλά και οι τιμές που προέκυψαν από το t test και το Sig. (Significance). Τα πρόσημα των συντελεστών κρίνονται άκρως λογικά αλλά και το επιθυμητό **επίπεδο εμπιστοσύνης** είναι >95% (άρα ικανοποιείται και η σημαντικότητα), αφού t>1,7, όμως >90% από το Sig.<0,10.

Πίνακας 5.36: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου (Coefficients)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	0.511	0.027		19.049**	0.000**
	Distraction2	0.029	0.011	0.128	2.485**	0.014**
	Years Drive	-0.005	0.002	-0.166	-2.664**	0.008**
	Acc. Simple	0.013	0.007	0.102	1.861**	0.064*
	Comfort. D-N	-0.032	0.007	-0.288	-4.503**	0.000**
	Like	-0.100	0.028	-0.204	-3.611**	0.000**

a. Dependent Variable: StdevLateralPosition

* επίπεδο εμπιστοσύνης 90%

** επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Από τη μαθηματική σχέση του μοντέλου που προκύπτει, συμπεραίνονται ενδιαφέροντα και **αξιοσημείωτα αποτελέσματα** προς ανάλυση.

- Η διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος αυξάνεται με την **απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου**. Η αύξηση αυτή συμφωνεί με τη βιβλιογραφία. Ο οδηγός, ίσως, δεν μπορεί να διατηρήσει σταθερή την πλευρική απόσταση του οχήματος, αφού εμφανίζει πιο πολλές παρεκκλίσεις από την οριογραμμή της οδού.

- Όσο πιο πολλά είναι τα **χρόνια οδήγησης** του οδηγού, τόσο πιο μικρή είναι η διακύμανση της πλευρικής απόστασης, διότι κάνει πιο σταθερή οδήγηση λόγω της εμπειρίας οδήγησης.

- Ο **αριθμός των ατυχημάτων μόνο με υλικές ζημιές** στα οποία έχει συμμετάσχει ο οδηγός αυξάνει τη διακύμανση. Αναλυτικότερα, τα ατυχήματα υποδηλώνουν την απειρία του οδηγού και επομένως, ίσως, δεν μπορεί να κρατήσει σταθερή τροχιά.

- Επίσης, όσο πιο **άνετα αισθάνονται τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα** οι οδηγοί, τόσο μικρότερη διακύμανση παρατηρείται, εφόσον δεν αισθάνονται μεγαλύτερο κίνδυνο κατά τη διάρκεια της νύχτας και οδηγούν πιο σταθερά.

- Για τους οδηγούς που τους **αρέσει η οδήγηση**, παρατηρείται μείωση της διακύμανσης, καθώς δεν οδηγούν με το αίσθημα του κινδύνου και διατηρούν πιο σταθερή πορεία.

5.9.2. Ποιότητα μοντέλου

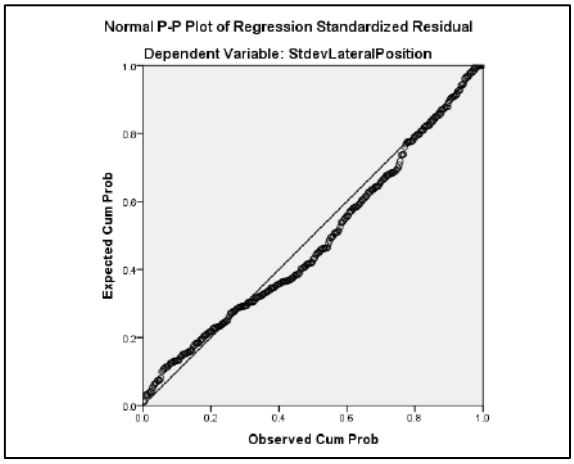
Στον Πίνακα 5.37 φαίνεται ο **συντελεστής προσδιορισμού R^2** ο οποίος ισούται με 0,232 και είναι ο μεγαλύτερος από όλες τις δοκιμές που έγιναν. Αυτό δείχνει σχετικά ικανοποιητική προσαρμογή του μοντέλου.

Πίνακας 5.37: Συντελεστής R^2 και Τυπικό σφάλμα (Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.482[a]	0.232	0.219	0.098

a. Predictors: (Constant), Like, Distraction2, Years Drive, Acc. Simple, Comfort. D-N

Δημιουργήθηκε το Διάγραμμα 5.11 για να ελεγχθεί αν το **σφάλμα των τιμών του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται αντιληπτό ότι δεν απέχει πολύ από τη διαγώνιο, ούτε παρουσιάζει αποκλίσεις επομένως, ακολουθεί κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 5.11: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος

5.9.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να έχουν **μικρή συσχέτιση μεταξύ τους** (εμπειρικά 0,4). Στις διακριτές μεταβλητές έγινε η Spearman, αφού πρόκειται μόνο για διακριτές μεταβλητές και η συνεχής μεταβλητή είναι μόνο μια (Πίνακας 5.38). Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτονται όλα τα όρια.

Πίνακας 5.38: Συντελεστές συσχέτισης διακριτών μεταβλητών

			Distraction2	Acc. Simple	Comfort. D-N	Like
Spearman's rho	Distraction2	Correlation Coefficient	1.000	0.000	0.000	0.000
		Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	1.000
		N	294	294	294	294
	Acc. Simple	Correlation Coefficient	0.000	1.000	.273**	.162**
		Sig. (2-tailed)	1.000		0.000	0.005
		N	294	294	294	294
	Comfort. D-N	Correlation Coefficient	0.000	.273**	1.000	.258**
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.000		0.000
		N	294	294	294	294
	Like	Correlation Coefficient	0.000	.162**	.258**	1.000
		Sig. (2-tailed)	1.000	0.005	0.000	
		N	294	294	294	294

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

5.9.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται διάφορα χρήσιμα **περιγραφικά χαρακτηριστικά**. Στον Πίνακα 5.39 παρουσιάζονται στοιχεία των διακριτών μεταβλητών όπως η συχνότητα και διάφορα ποσοστά τιμών.

Πίνακας 5.39: Περιγραφική στατιστική διακριτών μεταβλητών

Distraction2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	147	50.0	50.0	50.0
	1	147	50.0	50.0	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Like

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	16	5.4	5.4	5.4
	1	278	94.6	94.6	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Acc. Simple

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	200	68.0	68.0	68.0
	1	70	23.8	23.8	91.8
	2	8	2.7	2.7	94.6
	3	8	2.7	2.7	97.3
	4	8	2.7	2.7	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Comfort. D-N

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	8	2.7	2.7	2.7
	1	40	13.6	13.6	16.3
	2	144	49.0	49.0	65.3
	3	54	18.4	18.4	83.7
	4	48	16.3	16.3	100.0
	Total	294	100.0	100.0	

Στον Πίνακα 5.40 παρατίθενται τα αντίστοιχα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των συνεχών μεταβλητών όπως, το μέγεθος δείγματος, οι ελάχιστες, μέγιστες, μέσες τιμές και η διακύμανση.

Πίνακας 5.40: Περιγραφική στατιστική συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Years Drive	294	0.0	14.0	5.306	4.100
StdevLateralPosition	294	0.171	0.750	0.338	0.111
Valid N (listwise)	294				

5.9.5. Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Στον Πίνακα 5.41 γίνεται κατανοητός ο **βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή** του μοντέλου από τον υπολογισμό της ελαστικότητας e. Επίσης, υπολογίστηκε και ο βαθμός e* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

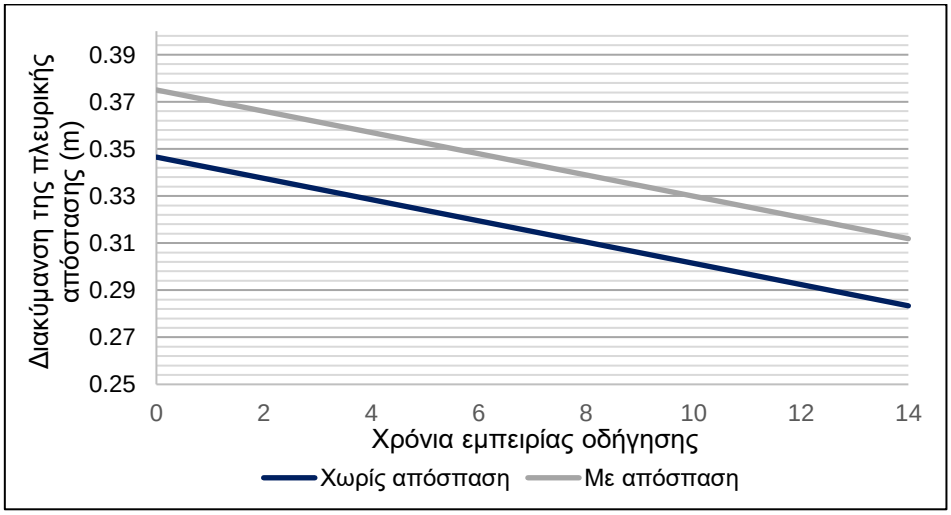
Τη μεγαλύτερη επιρροή μεταξύ των ανεξάρτητων διακριτών μεταβλητών εμφανίζει η **αρέσκεια οδήγησης**, ενώ τη μικρότερη ο αριθμός των ατυχημάτων χωρίς υλικές ζημιές. Συγκεκριμένα, η αρέσκεια οδήγησης επηρεάζει 7,88 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή. Επιπλέον, οι υπόλοιπες διακριτές μεταβλητές που επηρεάζουν τη διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος ταξινομούνται ως εξής: η άνεση οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα (2,55 φορές) και η απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο (2,25 φορές).

Πίνακας 5.41: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	t	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	0.029	2.485	0.06	2.25
Ατύχημα μόνο με υλικές ζημιές	0.013	1.861	0.03	1.00
Άνεση οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα	-0.032	-4.503	-0.07	-2.55
Αρέσκεια οδήγησης	-0.100	-3.611	-0.21	-7.88
Συνεχείς Μεταβλητές				
Χρόνια εμπειρίας οδήγησης	-0.005	-2.664	-0.0001	-

5.9.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Με την **ανάλυση ευαισθησίας** γίνεται κατανοητή η επιρροή στη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης (εξαρτημένη μεταβλητή) από τη μεταβολή του αριθμού των ετών εμπειρίας οδήγησης (ανεξάρτητη μεταβλητή) αναλόγως αν υπήρχε ή όχι απόσπαση της προσοχής, κρατώντας σταθερές τις υπόλοιπες ανεξάρτητες.



Διάγραμμα 5.12: Ανάλυση ευαισθησίας: Χρόνια εμπειρίας οδήγησης - Διακύμανση της πλευρικής απόστασης οχήματος ((Acc. Simple)=0, (Comfort. D-N)=2, (Like)=1)

Με βάση το Διάγραμμα 5.12 **προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα**: Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού αυξάνει τη διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος. Επιπλέον, όσο περισσότερα είναι τα έτη εμπειρίας οδήγησης του οδηγού, τόσο μειώνεται γραμμικά η διακύμανση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1. Σύνοψη αποτελεσμάτων

Η οδική ασφάλεια αποτελεί, διεθνώς, ένα σύγχρονο κοινωνικό ζήτημα και γι' αυτό το λόγο καθίσταται απαραίτητη η αναλυτικότερη μελέτη της. Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά ασφάλειας και κυκλοφορίας των νέων οδηγών στο επαρχιακό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, πραγματοποιήθηκε **πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης** του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής Ε.Μ.Π., με 37 νέους ηλικιακά οδηγούς από 18 έως 33 ετών. Τα σενάρια οδήγησης πραγματοποιήθηκαν σε επαρχιακό περιβάλλον και περιλάμβαναν συνθήκες χαμηλού, υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου αλλά και φωτισμού μέρας και νύχτας. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού από το διαδίκτυο αφορούσε στη χρήση των εφαρμογών **Facebook Messenger (αποστολή άμεσων ηλεκτρονικών μηνυμάτων), Facebook (πλοήγηση στην αρχική σελίδα) και Google Maps (εύρεση διεύθυνσης τοποθεσίας)**. Σε συνδυασμό με τη συλλογή ερωτηματολογίων συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα, ώστε να εξεταστεί πως επηρεάζεται η συμπεριφορά του οδηγού κάνοντας χρήση έξυπνου κινητού τηλεφώνου ενώ πλοηγείται στο διαδίκτυο.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από το πείραμα, ελέγχθηκαν και επεξεργάστηκαν καταλλήλως και δημιουργήθηκαν οι βάσεις δεδομένων, ώστε να πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση. Υστέρα από εμβάθυνση του θεωρητικού υπόβαθρου των μοντέλων, αλλά και μετά από μια πληθώρα δοκιμών **αναπτύχθηκαν διάφορα στατιστικά μοντέλα**. Αρχικά, αναπτύχθηκε μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της πιθανότητας ατυχήματος. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της επιρροής της χρήσης του διαδικτύου στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στη διακύμανσή της και στη διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης καθώς και γενικευμένα γραμμικά μοντέλα για τη σύγκριση της επιρροής των διαφορετικών εφαρμογών του διαδικτύου.

Στους Πίνακες 6.1, 6.2 που ακολουθούν, παρουσιάζονται τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν και περιλαμβάνεται η σχετική επιρροή (**ελαστικότητα**) για τη σύγκριση της επιρροής των μεταβλητών τους.

Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας μοντέλων γραμμικής και λογιστικής παλινδρόμησης

	Διακύμανση της μέσης ταχύτητας				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα				Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα				Διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης				Πιθανότητα ατυχήματος			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	t	e_i	e_i*	βi	t	e_i	e_i*	βi	t	e_i	e_i*	βi	t	e_i	e_i*	βi	Wald	e_i	e_i*
Διακριτές Μεταβλητές																				
Απόσπαση προσοχής από το διαδίκτυο	-5.162	-18.852	-0.47	-23.53	35.111	2.489	0.06	-10.94	-46.411	-5.955	-0.19	5.10	0.029	2.485	0.06	2.25	0.547	3.392	0.32	1.08
Κυκλοφοριακός φόρτος	-0.684	-2.496	-0.06	-3.12	-318.672	-22.589	-0.52	99.29	-102.823	-13.191	-0.42	11.30					-0.834	8.487	-0.35	-1.20
Αλλαγή συμπεριφοράς οδήγησης κατά τη χρήση κινητού	0.439	2.173	0.02	1.00	-34.423	-3.239	-0.01	1.00	-18.200	-2.880	-0.04	1.00								
Άνεση οδήγησης τη νύχτα σε σχέση με τη μέρα	0.463	3.113	0.04	2.11									-0.032	-4.503	-0.07	-2.55				
Φύλο					67.813	4.388	0.11	-21.13	33.922	3.819	0.14	-3.73								
Αρέσκεια οδήγησης					-101.671	-3.198	-0.17	31.68					-0.100	-3.611	-0.21	-7.88				
Ατύχημα χωρίς υλικές ζημιές													0.013	1.861	0.03	1.00				
Συνθήκες φωτισμού (μέρα ή νύχτα)																	0.511	3.377	0.29	1.00
Συνεχείς Μεταβλητές																				
Ηλικία	-0.112	-2.808	-0.0001	-0.28																
Χρήση διαδικτύου σε επαρχιακή οδό	0.398	2.092	0.0004	1.00					-20.165	-3.664	-0.0008	2.45								
Χρόνια εμπειρίας οδήγησης					-6.419	-3.562	-0.0001	1.00					-0.005	-2.664	-0.0001	-				
Ημέρες οδήγησης σε επαρχιακή οδό					-7.036	-1.805	-0.0001	1.10	-8.239	-3.707	-0.0003	1.00								
Καθημερινή χρήση διαδικτύου									-18.585	-3.172	-0.0008	2.26								
Χρόνια κατοχής διπλώματος																	-0.054	2.216	-0.12	-
R^2	0.584				0.685				0.538				0.232							

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας γενικευμένων γραμμικών μοντέλων

	Διακύμανση της μέσης ταχύτητας		Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα		Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα		Διακύμανση της μέσης ταχύτητας							
							Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος			
							Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες	
Παράμετρος	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square
Χωρίς απόσπαση	**0**[a]		**353.384**	306.32	**0**[a]		**0**[a]		**-1.337**	4.19	**-2.009**	10.30	**-2.243**	11.61
Facebook	**-8.311**	619.92	**258.775**	163.14	**-167.586**	429.18	**-10.340**	272.83	**-9.476**	210.57	**-9.773**	240.64	**-8.938**	184.30
Google Maps	**-6.782**	412.82	**547.813**	716.08	**-160.337**	388.76	**-7.948**	161.21	**-8.280**	158.18	**-7.826**	156.29	**-8.619**	171.40
Facebook Messenger	**-6.201**	345.16	**380.940**	353.53	**-113.042**	195.27	**-6.937**	121.24	**-7.893**	146.10	**-7.829**	156.42	**-7.630**	134.32

	Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα								Διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα							
	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος				Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος			
	Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες		Άντρες		Γυναίκες	
Παράμετρος	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square	βi	Wald Chi-Square
Χωρίς απόσπαση	**449.9**	403.64	**526.454**	469.79	**163.809**	53.51	**287.867**	136.33	**0**[a]		**56.789**	17.70	**-123.748**	91.46	**-57.878**	18.09
Facebook	**375.360**	280.97	**447.299**	339.14	**77.550**	11.69	**137.396**	31.06	**-193.247**	223.04	**-184.330**	186.48	**-216.472**	276.33	**-209.803**	237.69
Google Maps	**759.664**	1093.28	**935.999**	1397.68	**188.311**	70.72	**363.204**	217.03	**-192.932**	216.62	**-172.114**	157.27	**-205.910**	253.23	**-201.447**	219.13
Facebook Messenger	**472.868**	434.76	**602.105**	614.51	**179.865**	64.51	**288.159**	136.61	**-180.388**	191.89	**-159.769**	140.10	**-141.807**	120.10	**-98.792**	52.70

6.2. Συνολικά συμπεράσματα

Από τα πρώτα κεφάλαια της Διπλωματικής Εργασίας προέκυψαν κάποια ερωτήματα άμεσα συνδεδεμένα με τον αρχικό της στόχο. Στη συνέχεια, ακολουθούν τα **πιο σημαντικά συμπεράσματα** που προέκυψαν από την εφαρμογή των στατιστικών μοντέλων:

Πιθανότητα Ατυχήματος

- Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού **αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος**, αφού ενδεχομένως ο οδηγός δεν έχει πλήρως την προσοχή του στην οδήγηση, δεν έχει πλήρη αντίληψη των κυκλοφοριακών συνθηκών και καθυστερεί να αντιδράσει, παρόλο που διατηρεί μεγαλύτερες **αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα**. Αυτή η ασφαλέστερη συμπεριφορά, δηλαδή η διατήρηση μεγαλύτερης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα δείχνει ότι, δεν επαρκεί να αντισταθμίσει τον μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης σε συμβάν με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας του ατυχήματος εξαιτίας της χρήσης κινητού τηλεφώνου.

- Η μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος είναι ο **κυκλοφοριακός φόρτος**. Η πιθανότητα ατυχήματος μειώνεται σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο, διότι πιθανώς μειώνονται οι ταχύτητες των οχημάτων. Επιπλέον, η πιθανότητα ατυχήματος αυξάνεται όταν είναι **νύχτα**, διότι ίσως οι οδηγοί είναι δυσκολότερο να προσαρμοστούν στο περιβάλλον λόγω των συνθηκών φωτισμού και να αντιληφθούν εγκαίρως ένα επικίνδυνο συμβάν. Τέλος, όσο **μεγαλύτερος ηλικιακά είναι ο οδηγός**, τόσο μικρότερη παρουσιάζεται η πιθανότητα ατυχήματος, ενδεχομένως λόγω της προσεκτικότερης οδήγησης και της μεγαλύτερης εμπειρίας του.

Διακύμανση της μέσης ταχύτητας

- Η **διακύμανση της μέσης ταχύτητας μειώνεται** με την απόσπαση της προσοχής από το διαδίκτυο κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Ο οδηγός τείνει να διατηρεί πιο σταθερή ταχύτητα, διότι ενδεχομένως γνωρίζει ότι δεν είναι διαθέσιμος για μεταβολή της ταχύτητας και ταυτόχρονα δεν αντιδρά άμεσα στις εναλλαγές της κυκλοφορίας. Η μεταβλητή της απόσπασης της προσοχής έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

- Τη **μεγαλύτερη μείωση και επιρροή στη διακύμανση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης προκαλεί η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση της εφαρμογής Facebook, ειδικά σε άντρες οδηγούς. Μετά ακολουθεί η εφαρμογή Google Maps και τη μικρότερη επιρροή από τις εφαρμογές την είχε το Facebook Messenger.

Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

- Ο οδηγός διατηρεί **μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** κατά την απόσπαση της προσοχής του από το διαδίκτυο, εφόσον γνωρίζει ότι εκτελεί μια επικίνδυνη ενέργεια και ενδεχομένως να προσπαθεί να μειώσει τον κίνδυνο, διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση για επαρκή χρόνο αντίδρασης. Η μεταβλητή του κυκλοφοριακού φόρτου έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

- Η χρήση των εφαρμογών Google Maps και Messenger οδηγούν σε **αύξηση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** σε σχέση με την κατάσταση της ελεύθερης οδήγησης, με μεγαλύτερη εκείνης του Google Maps, ειδικά σε γυναίκες οδηγούς. Αντιθέτως, στη χρήση της εφαρμογής του Facebook παρατηρείται μείωση της απόστασης σε σχέση με την οδήγηση χωρίς απόσπαση της προσοχής, ενδεχομένως λόγω αυξημένης και πιο συνεχόμενης νοητικής φόρτισης σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

- Η **διακύμανση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται** με την απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου, ενδεχομένως διότι ο οδηγός

διατηρεί πιο σταθερή την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, κρατώντας πιο παθητική στάση για την αντιστάθμιση του κινδύνου. Η μεταβλητή του κυκλοφοριακού φόρτου έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

- Τη μεγαλύτερη μείωση και επιρροή στο μοντέλο της **διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα** έχει η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση της εφαρμογής Facebook, ειδικά σε άντρες οδηγούς. Μετά ακολουθεί το Google Maps και τη μικρότερη μείωση από τις εφαρμογές την προκαλεί η εφαρμογή του Facebook Messenger, ενδεχομένως λόγω της μικρότερης διάρκειας απόσπασης σε σχέση με τις άλλες εφαρμογές.

Μέση πλευρική απόσταση

- Η **διακύμανση της μέσης πλευρικής απόστασης του οχήματος** από το άκρο της οδού αυξάνεται με την απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου. Ο οδηγός, ίσως, δεν μπορεί να διατηρήσει σταθερή την πλευρική απόσταση του οχήματος, αφού εμφανίζει πιο πολλές παρεκκλίσεις από την οριογραμμή της οδού. Η μεταβλητή της αρέσκειας οδήγησης έχει τη μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

Χαρακτηριστικά οδηγού

- Οι οδηγοί που δηλώνουν ότι **δεν αλλάζουν την συμπεριφορά οδήγησης τους κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου**, παρουσιάζουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα, καθώς είναι ενδεχομένως διατεθειμένοι να αναλάβουν μεγαλύτερο ρίσκο και δεν οδηγούν τηρώντας αποστάσεις ασφαλείας. Επιπρόσθετα, παρουσιάζουν και μικρότερη διακύμανση στην απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, εφόσον έχουν πιο επικίνδυνη συμπεριφορά και διατηρούν όμοια ταχύτητα με τα προπορευόμενα οχήματα.

- Οι οδηγοί όσο πιο συχνά **χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο** κατά την οδήγηση σε επαρχιακή οδό τόσο πιο μεγάλη είναι η διακύμανση της ταχύτητάς τους, καθώς ενδεχομένως εμφανίζονται πιο εξοικειωμένοι στη διαδικασία χρήσης του κινητού κατά την οδήγηση.

6.3. Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας

Καταλήγοντας, ένα από τα γενικά συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί ότι, η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου μέσω έξυπνου κινητού έχει αρνητική επιρροή στην οδική ασφάλεια άρα και σε όλους τους χρήστες της οδού. Στη συνέχεια, δίνονται κάποιες επιμέρους **προτάσεις για την αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων της**.

Αρχικά, προτείνεται **ενίσχυση της αστυνόμευσης** της χρήσης κινητού τηλεφώνου στο επαρχιακό δίκτυο, κυρίως σε συνθήκες χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου και κατά τη διάρκεια της νύχτας, διότι από τα συμπεράσματα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας έδειξαν ότι στις συγκεκριμένες συνθήκες υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος. Επίσης είναι απαραίτητη η βελτίωση της **εφαρμογής των υφιστάμενων νόμων** και η επιβολή πιο αυστηρών ποινών σε συμπεριφορές που σχετίζονται με την απόσπαση της προσοχής από τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Χρήσιμη θα ήταν και η δημιουργία βάσης δεδομένων με τα προφίλ των οδηγών, ώστε να διαμορφωθεί ένα πλαίσιο μέσω της ασφάλισης, ώστε να δίνονται **οικονομικά κίνητρα σε όσους δεν έχουν εμπλακεί σε ατυχήματα**.

Επιπλέον μέτρα που ενδεχομένως να βοηθούσαν στην πρόληψη, είναι η προβολή **ενημερωτικών διαφημίσεων** για τις συνέπειες της χρήσης κινητού σε μέσα ενημέρωσης και η δημιουργία μηνυμάτων (που κεντρίζουν το ενδιαφέρον), με στοιχεία ερευνών που αφορούν στα οδικά ατυχήματα, ώστε να προβάλλονται σε δημόσιους χώρους.

Επίσης, προτείνεται πιο σφαιρική εκμάθηση της οδήγησης, στην οποία πέρα από τα γνωστά πρακτικά μέρη εκπαίδευσης, ίσως να βοηθούσε εάν ενσωματωνόταν η σωστή συμπεριφορά και στάση του οδηγού. Σε γενικότερο πλαίσιο, μπορεί να ενταχθεί μάθημα οδικής ασφάλειας στα σχολεία, ώστε να καλλιεργηθεί η οδική παιδεία στις επόμενες γενιές.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας μπορούν να αξιοποιηθούν τεχνολογίες για την μείωση της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση. Αυτό μπορεί να γίνει, ενδεχομένως, με την προώθηση **εφαρμογών που καταγράφουν και αξιολογούν την απόδοση της οδήγησης για κάθε διαδρομή**, με αρνητική αξιολόγηση όταν γίνεται χρήση του κινητού. Επομένως, ο οδηγός έχει πλήρη εικόνα των μειονεκτημάτων που τον διαχωρίζουν από μια πλήρως ασφαλή οδήγηση και παρακινείται να βελτιωθεί μέσω μιας καλύτερης βαθμολογίας.

Επιπρόσθετα, τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα θα μπορούσαν **να αναγνωρίζουν μέσω δορυφόρων πότε ο χρήστης οδηγεί και να απενεργοποιούνται κάποιες λειτουργίες ή ειδοποιήσεις**, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ασφαλής οδήγηση. Επιπλέον, αυτό θα μπορούσε να γίνει και σε επίπεδο εφαρμογών, που χρησιμοποιούνται συχνά στην οδήγηση, έτσι ώστε να αποτρέπεται η χρήση τους. Τέλος, σε επίπεδο αυτοκινήτου και μέσω των αυτοματισμών που παρέχονται, μπορεί να εγκατασταθεί πρότυπο σύστημα που αναγνωρίζει πότε ο οδηγός δεν κοιτάζει την οδό και να τον ειδοποιεί ηχητικά ή οπτικά.

6.4. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Τα τελευταία χρόνια διεθνώς υπάρχει μεγάλο πλήθος δημοσιεύσεων για την επίδραση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση. Όμως, μετά το πέρας της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής προτείνεται, να πραγματοποιηθούν κάποιες πρόσθετες έρευνες για τη χρήση του διαδικτύου κατά τη διάρκεια της οδήγησης. **Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα** αποτελούν οι εξής:

- **Εξέταση μεγαλύτερου δείγματος συμμετεχόντων** στο πείραμα, θα καθιστούσε τα αποτελέσματα πιο αξιόπιστα και θα υπήρχαν μοντέλα με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών τους.

- Διεξαγωγή του πειράματος με **περισσότερες ηλικιακές ομάδες**, θα πετύχαινε εξαγωγή συγκριτικών αποτελεσμάτων μεταξύ όλων των ηλιακών ομάδων και επίσης, θα ήταν κρίσιμη η μεταβλητή ηλικία στο μοντέλο.

- Εφαρμογή **άλλων μεθόδων ανάλυσης**, πέρα από τις επιλεγείσες, ίσως προσέθεταν και άλλα επιπλέον αποτελέσματα και συγκρίσεις.

- Εξέταση **επιπλέον τύπων οδών**, ώστε να γίνει συγκριτική ανάλυση με την επαρχιακή οδό.

- Οργάνωση του πειράματος με διαφορετικές **πρόσθετες συνθήκες**, πέρα από τις επιλεγείσες, που αφορούν την κυκλοφορία και τα καιρικά φαινόμενα.

- Εξέταση της επιρροής από **πρόσθετες εφαρμογές του διαδικτύου** που θεωρούνται διαδεδομένες.

- Πείραμα με χρήση του **κινητού κρατώντας το στο χέρι**, πέρα από τη σταθερή βάση που χρησιμοποιήθηκε στη παρούσα εργασία.

- Αλλαγή της **συσκευής απόσπασης της προσοχής**, για παράδειγμα κινητό συνδεμένο στην οθόνη του ταμπλό του οχήματος ή έξυπνο ρολόι, τα οποία γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AAA Foundation for Traffic Safety, 2001, https://aaafoundation.org/

2. Atchley P., Atwood S., Boulton A., “The choice to text and drive in younger drivers: Behavior may shape attitude”, Accident Analysis and Prevention 43, University of Kansas, Lawrence, 2011

3. Choudhary P., Velaga N. R., “Mobile phone use during driving: Effects on speed and effectiveness of driver compensatory behaviour”, Accident Analysis and Prevention 106 Indian Institute of Technology Mumbai, India, 2017

4. Choudhary P., Velaga N. R., “Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time”, Transportation Research Part C 77, Indian Institute of Technology Bombay, India, 2017

5. Drews A. F., Yazdani H., Godfrey C. N., Cooper J. M., Strayer D. L., “Text Messaging During Simulated Driving”, Human Factors Vol. 51, University of Utah, Salt Lake City,2009

6. Dumitru A. I., Girbacia T., Boboc R.G., Postelnicu C.-C., Mogan G.-L., “Effects of smartphone based advanced driver assistance system on distracted driving behavior: A simulator study”, Computers in Human Behavior 83, Transylvania University of Brasov, Romania, 2018

7. European Road Safety Observatory, 2018, https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/erso_en

8. Foerst Driving Simulators, 2019, https://www.fahrsimulatoren.eu/en/

9. Hashash M., Zeid M. A., Moacdieh N. M., “Social media browsing while driving: Effects on driver performance and attention allocation”, Transportation Research Part F 63, American University of Beirut, Lebanon, 2019

10. Hosking S. G., Young K. L., “The Effects of Text Messaging on Young Drivers, Human Factors vol. 51, Monash University Accident Research Centre, Melbourne, 2009

11. McEvoy P. S., Stevenson R. M., Woodward M., “The impact of driver distraction on road safety: results from a representative survey in two Australian states”, Injury Prevention 12(4), University of Sydney, Australia, 2006

12. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), 2019, https://crashstats.nhtsa.dot.gov/

13. National Safety Council (NSC), 2012, https://www.nsc.org/

14. NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2019, https://www.nrso.ntua.gr

15. Ortiz C., Ortiz-Peregrina S., Castro J. J., Casares-López M., Salas C., “Driver distraction by smartphone use (WhatsApp) in different age groups”, Accident Analysis and Prevention 117, University of Granada, Spain, 2018

16. Our world in Data, 2017, https://ourworldindata.org

17. Papadimitriou E., Argyropoulou A., Tselentis D. I., Yannis G., “Analysis of driver behavior through smartphone data: The case of mobile phone use while driving”, Safety Science, National Technical University of Athens, Greece, 2019

18. Papantoniou P., “Risk factors, driver behaviour and accident probability. The case of distracted driving.”, National Technical University of Athens, Greece, 2015

19. Pavlou D.I., “Traffic and safety behaviour of drivers with neurological diseases affecting cognitive functions”, National Technical University of Athens, Greece, 2016

20. Royal Society for the Prevention of Accidents, 2018, https://www.rospa.com

21. Rumschlag G., Palumbo T., Martin A., Head D., George R., Commissaris R. L., “The effects of texting on driving performance in a driving simulator: The influence of driver age”, Accident Analysis and Prevention 74, Eugene Applebaum College of Pharmacy and Health Sciences, Wayne State University, Detroit, USA, 2015

22. Stavrinos D., Jones J. L., Garner A. A., Griffin R., Franklin C. A., Ball D., Welburn S. C., Ball K. K., Sisiopiku V. P., Fine P. R., “Impact of distracted driving on safety and traffic flow”, Accident Analysis and Prevention 61, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, USA, 2013

23. Washington S. P., Karlaftis M. G., Mannering F. L., “Methods for transportation data analysis”, CRC Press, Boca Raton, 2011

24. White K. M., Hyde M. K., Walsh S. P., Watson B., “Mobile phone use while driving: An investigation of the beliefs influencing drivers’ hands-free and hand-held mobile phone use”, Transportation Research Part F 13, Queensland University of Technology, Queensland, 2010

25. World Health Organization, 2018, https://www.who.int

26. Yannis G., Laiou A., Papantoniou P., Christoforou C., “Impact of texting on young drivers' behavior and safety on urban and rural roads through a simulation experiment”, Journal of Safety Research 49, National Technical University of Athens, Greece, 2014

27. Young K. L., Lenne M. G., “Driver engagement in distracting activities and the strategies used to minimise risk”, Safety Science 48, Monash University Accident Research Centre, Melbourne, 2010

28. Young K. L., Rudin-Brown C. M., Patten C., Ceci R., Lenne M. G., “Effects of phone type on driving and eye glance behaviour while text-messaging”, Safety Science 68, Monash University Accident Research Centre, Melbourne, 2014

29. Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2018, http://www.statistics.gr/

30. Κανελλαϊδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Λαϊου Α., “Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα, 2011-2020”, Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Οδοποιίας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, 2012

31. Κοκκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., “Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική με Εφαρμογές”, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 2010

32. Πετρίδης Δ., “Ανάλυση Πολυμεταβλητών Τεχνικών, Εφαρμογές Περιπτώσεων”, Εκδόσεις Κάλλιπος

33. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Γκόλιας Ι. Κ., "Οδική Ασφάλεια", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994

34. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Γκόλιας Ι. Κ., Πιτσιάβα–Λατινοπούλου Μ. Χ., "Κυκλοφοριακή Τεχνική" Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2009

35. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Πιτσιάβα–Λατινοπούλου Μ. Χ., Τσαμπούλας Δ. Α., "Διαχείριση Κυκλοφορίας", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1997

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Έντυπο Π.1: Ερωτηματολόγιο πειράματος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 210 772 1203, 772 1285, TELEFAX: 210 772 1327

http://www.transport.ntua.gr

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: +30210 772 1203, 772 1285, TELEFAX: +30210 772 1327

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Α/Α συμμετέχοντα:_____

Ημερομηνία πειράματος: ___/___/_____

Κατοχή έξυπνου κινητού: ☐

Α. Γενικά στοιχεία συμμετέχοντα:

1. Ηλικία: _____ετών

2. Φύλο: ☐ Άντρας ☐ Γυναίκα
3. Σας αρέσει η οδήγηση; ☐ Ναι ☐ Όχι

4. Πόσο χρησιμοποιείτε στην καθημερινότητά σας, το έξυπνο κινητό σας τηλέφωνο για:
   - αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);

     ☐ *καθόλου* ☐ *σπάνια* ☐ *μερικές φορές* ☐ *συχνά* ☐ *συνέχεια*
   - χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);

     ☐ *καθόλου* ☐ *σπάνια* ☐ *μερικές φορές* ☐ *συχνά* ☐ *συνέχεια*
   - πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);

     ☐ *καθόλου* ☐ *σπάνια* ☐ *μερικές φορές* ☐ *συχνά* ☐ *συνέχεια*

Β. Οδική εμπειρία συμμετέχοντα:

1. Πόσα χρόνια έχετε το δίπλωμα οδήγησης; _____χρόνια
2. Πόσα χρόνια οδηγείτε; _____χρόνια

3. Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα **σε επαρχιακή οδό** (όχι αυτοκινητόδρομος);

   ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7

   ☐ Λιγότερες:_____ημέρες κατά τη διάρκεια ενός έτους.

4. Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα **σε επαρχιακή οδό** (όχι αυτοκινητόδρομος);
☐<20 ☐20-50 ☐50-100 ☐100-150 ☐>150

5. Πόσες διαδρομές κάνετε τη μέρα **σε επαρχιακή οδό** (όχι αυτοκινητόδρομος);
☐0 ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐>5

Γ. Οδική συμπεριφορά συμμετέχοντα:

1. Πόσο συχνά, ενώ **οδηγείτε σε επαρχιακή οδό** (όχι αυτοκινητόδρομος), κάνετε χρήση του έξυπνου κινητού σας τηλεφώνου για:
   - αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);
     ☐ *καθόλου* ☐ *σπάνια* ☐ *μερικές φορές* ☐ *συχνά* ☐ *συνέχεια*
   - χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);
     ☐ *καθόλου* ☐ *σπάνια* ☐ *μερικές φορές* ☐ *συχνά* ☐ *συνέχεια*
   - πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);
     ☐ *καθόλου* ☐ *σπάνια* ☐ *μερικές φορές* ☐ *συχνά* ☐ *συνέχεια*
2. Με ποιους τρόπους αλλάζετε τη συμπεριφορά σας, όταν κάνετε χρήση κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγείτε (δυνατότητα πάνω από μίας επιλογής);
☐Ακινητοποιώ το όχημα.
☐Μειώνω ταχύτητα.
☐Οδηγώ στην άκρη της οδού.
☐Δεν αλλάζω συμπεριφορά.

3. Πόσο επικίνδυνη θεωρείτε τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης;
☐ *καθόλου* ☐ *λίγο* ☐ *αρκετά* ☐ *πολύ* ☐ *πάρα πολύ*

4. Πόσο επικίνδυνη θεωρείτε τη χρήση κινητού τηλεφώνου για:
   - αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (π.χ. Facebook Messenger);
     ☐ *καθόλου* ☐ *λίγο* ☐ *αρκετά* ☐ *πολύ* ☐ *πάρα πολύ*
   - χρήση χαρτών πλοήγησης (π.χ. Google Maps);
     ☐ *καθόλου* ☐ *λίγο* ☐ *αρκετά* ☐ *πολύ* ☐ *πάρα πολύ*
   - πλοήγηση μέσω κοινωνικών δικτύων (π.χ. Facebook Feed);
     ☐ *καθόλου* ☐ *λίγο* ☐ *αρκετά* ☐ *πολύ* ☐ *πάρα πολύ*

5. Πόσο άνετα αισθάνεστε όταν οδηγείτε νύχτα, συγκριτικά με το όταν οδηγείτε μέρα;
☐ *καθόλου* ☐ *λίγο* ☐ *αρκετά* ☐ *πολύ* ☐ *πάρα πολύ*

Δ. Ιστορικό οδικών συμβάντων συμμετέχοντα:

1. Πόσες φορές έχετε λάβει πρόστιμο, γιατί κάνατε χρήση κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγούσατε;
☐0 ☐1 ☐2 ☐3 ☐>3

2. Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί ως οδηγός;
   - Με υλικές ζημιές μόνο:

   ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ >3

   - Με παθόντες:

   ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ >3

3. Σε πόσα από τα ατυχήματα που έχετε εμπλακεί, κάνατε χρήση κινητού τηλεφώνου ανεξάρτητα αν η χρήση του ήταν η αιτία του ατυχήματος;
   - Με υλικές ζημιές μόνο:

   ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ >3

   - Με παθόντες:

   ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ >3