



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ



Παπαντωνίου Παναγιώτης
Πετρέλλης Νικόλαος

Επιβλέπων : Γιώργος Δ. Γιαννής
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2008

Ευχαριστούμε θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και την εξαιρετική καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της.

Σημαντική βοήθεια τόσο στη διαμόρφωση του θεωρητικού υπόβαθρου της Εργασίας, όσο και στη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων προσέφερε ο κ. Μ. Καρλαύτης, Επίκουρος Καθηγητής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.

Πολύτιμες και καθοριστικές για τα αποτελέσματα της ανάλυσης αποδείχθηκαν και οι παρατηρήσεις του κ. Ι. Κ. Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και τον ευχαριστούμε για αυτές.

Εξίσου θερμά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Ε. Παπαδημητρίου, υποψήφια διδάκτωρ ΕΜΠ, για τις παρατηρήσεις και τις συμβουλές της που αποδείχθηκαν εξαιρετικά χρήσιμες, τόσο για την επεξεργασία, όσο και για την ανάλυση των στοιχείων.

Σημαντική ήταν η συμβολή του επιστημονικού συνεργάτη - ερευνητή Α. Χαζίρη, οι παρατηρήσεις του οποίου, σε όλα τα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας, ήταν εξαιρετικά σημαντικές.

Τέλος, πολύτιμη αποδείχθηκε η συνεισφορά του Γ. Μπαλαμάση, Οικονομολόγου MSc (Πανεπιστημίου Αθηνών), κατά τη διάρκεια της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων.

Αθήνα, Ιούλιος 2008

Παπαντωνίου Παναγιώτης – Πετρέλλης Νικόλαος

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Παπαντωνίου Παναγιώτης και Πετρέλλης Νικόλαος

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου, στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, συλλέχθηκαν κατάλληλα στοιχεία μέσω μίας πειραματικής διαδικασίας σε πραγματικές οδικές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος. Χρησιμοποιώντας τη γραμμική παλινδρόμηση, διερευνήθηκε η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου, των χαρακτηριστικών των οδηγών (φύλο, ηλικία) και της ροής κυκλοφορίας (διαφορά ταχυτήτων και χρονοαποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα) στην ταχύτητα και τους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Από την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν, προκύπτει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση τόσο της ταχύτητας κυκλοφορίας όσο και των χωρικών διαχωρισμών.

Λέξεις-Κλειδιά: κινητό τηλέφωνο, οδική ασφάλεια, οδήγηση, ταχύτητα, χρονικός διαχωρισμός, χωρικός διαχωρισμός, γραμμική παλινδρόμηση.

CELL PHONE USE AND TRAFFIC CHARACTERISTICS

Papantoniou Panagiotis and Petrellis Nikolaos

Supervisor: George Yannis, Assistant Professor NTUA

ABSTRACT

The present Diploma Thesis aims at the investigation of cell phone use impact in vehicle traffic speed and space headways. For the achievement of this objective, appropriate data were collected through an experimental process in real road conditions of urban environment. Linear regression was used to investigate, the impact of cell phone use, driver characteristics (sex, age), traffic flow characteristics (speed and headway difference in relation to the preceding vehicle), to the vehicle speed and space headway. From the mathematical application of the models, it appears that the cell phone use leads to statistically significant decrease of traffic speed and space headways

Key Words: cell phone, mobile phone, road safety, driving, speed, headways, space headways, regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων**. Πιο συγκεκριμένα, με τη χρήση κατάλληλων στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσα από πειραματική διαδικασία που πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές οδικές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος, θα εξεταστεί ο βαθμός στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (ηλικία, φύλο) και της ροής κυκλοφορίας (διαφορά ταχυτήτων και χρονοαποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα) συμβάλλουν στη μεταβολή της ταχύτητας και των χωρικών διαχωρισμών των οχημάτων.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις επί της Λεωφόρου Κατεχάκη, με τη βοήθεια χειροκίνητων συσκευών μετρήσεως, μιας συσκευής βιντεοσκόπησης και μιας συσκευής μέτρησης ταχύτητας (radar), από δύο ερευνητές. Άμεσα προέκυψαν στοιχεία για την ταχύτητα και το χρώμα του αυτοκινήτου αλλά και χαρακτηριστικά του οδηγού, όπως η ηλικία και το φύλο του. Από τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας προέκυψαν επιπλέον μεταβλητές σχετικές με τους χρονικούς και χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιχειρήθηκε με δύο οικονομετρικά προγράμματα, η χρήση της μεθόδου τόσο της γραμμικής όσο και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τελικά επιλέχθηκε η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και νέες μεταβλητές οι οποίες βοήθησαν σημαντικά ώστε τα μοντέλα που προέκυψαν να είναι στατιστικά σημαντικά.

Η **σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει τη συγκριτική επιρροή της κάθε μεταβλητής. Ο υπολογισμός της βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι, δεν είναι θεωρητικά ορθό να χρησιμοποιείται το μέγεθος της ελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές, όπως είναι η μεταβλητή «φύλο». Παρόλα αυτά, χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τον υπολογισμό των σχετικών

επιρροών των ανεξάρτητων μεταβλητών, με στόχο την εκτίμηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής και τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στις μέσες ταχύτητες συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης διαδρομής. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ταχύτητα (V)			Χωρικός Διαχωρισμός (H _s)		
	β_i	Σχετική επιρροή		β_i	Σχετική επιρροή	
		e_i	e_i^*		e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	0,726	0,00136	1	28,824	0,09023	1
Φύλο	0,688	0,00318	2,34	-	-	-
Ηλικία 18-25	0,441	0,00228	1,68	-	-	-
Ηλικία 55 και άνω	1,503	0,00297	2,18	-	-	-
Οδηγοί ταξί	0,692	0,00154	1,13	-	-	-
Ηλικία 25-55	-	-	-	7,299	0,14733	1,63
dV	-	-	-	7,134	0,87752	9,73
dHw	-	-	-	7,174	1,28655	14,26

ΠΙΝΑΚΑΣ : Συγκεντρωτικός πίνακας της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της ταχύτητας και του χωρικού διαχωρισμού

Από τον ανωτέρω πίνακα, προκύπτει το **είδος** και το **μέγεθος της επιρροής** που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως εκείνα που παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών, που εντοπίστηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία, προσεγγίζει το ζήτημα της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση, είτε με τη βοήθεια προσομοιωτών οδήγησης, είτε μέσω ερευνών με ερωτηματολόγια.

Τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, η έρευνα αυτή διαφοροποιείται από τις συνηθισμένες μεθόδους διερεύνησης του αντικειμένου, καθώς βασίστηκε σε **πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές οδικές συνθήκες**. Η μέθοδος αυτή επέτρεψε την παρατήρηση της πραγματικής συμπεριφοράς των οδηγών και μπορεί να θεωρηθεί ότι εξήχθησαν περισσότερα αξιόπιστα αποτελέσματα και συμπεράσματα.

2. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **γραμμικής παλινδρόμησης**, που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με γραμμική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας και των μέσων χρονικών διαχωρισμών με τις άλλες παραμέτρους, που επηρεάζουν την οδήγηση με ή χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου.
3. Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, **η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μικρή μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Ο οδηγός θεωρεί τη μείωση της ταχύτητας ως αντισταθμιστικό παράγοντα στις αυξημένες απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού τηλεφώνου, η οποία επιφορτίζει τον οδηγό με πρόσθετες πληροφορίες που απαιτούν την πνευματική του ενασχόληση. Ο οδηγός, στην προσπάθεια του να αντισταθμίσει τον αυξημένο πνευματικό φόρτο που προέρχεται από την τηλεφωνική συνομιλία, ελαττώνει ταχύτητα.
4. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στην ταχύτητα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Πιο συγκεκριμένα, **οδηγοί ηλικίας 18 έως 25 ετών οδηγούν πιο γρήγορα** συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 55 ετών και άνω, οι οποίοι οδηγούν πιο αργά επί του συνόλου, γεγονός που ίσως εξηγείται από την παρορμητικότητα των νεότερων οδηγών.
5. Επιπλέον, το φύλο **παρουσιάζει αυξημένη επιρροή στην ταχύτητα**, γεγονός που πιθανώς εξηγείται από το ότι οι γυναίκες οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό τηλέφωνο.

6. Επίσης, αποδεικνύεται πως **η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μείωση και στους χωρικούς διαχωρισμούς**. Το γεγονός αυτό, δείχνει ότι ενδεχομένως αποσπάται η προσοχή του οδηγού με τη χρήση κινητού τηλεφώνου σε τέτοιο βαθμό, ώστε να ξεχνάει να τηρήσει τις σωστές αποστάσεις ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.
7. **Οδηγοί ηλικίας 25 έως 55 ετών τηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις** από τα προπορευόμενα οχήματα, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύεται από την οδηγική εμπειρία των μεσήλικων οδηγών, οι οποίοι τείνουν να οδηγούν πιο συνετά και με γνώμονα την ασφάλεια τους τηρώντας μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα.
8. Σημαντική είναι και η **επιρροή των κυκλοφοριακών συνθηκών** (διαφοράς ταχύτητας και χρονικού διαχωρισμού από το προπορευόμενο όχημα) στο χωρικό διαχωρισμό των οχημάτων. Το γεγονός αυτό πιθανώς εξηγείται από το εάν τα οχήματα κυκλοφορούν σε φάλαγγες με όμοια κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά (V , H_w) ή όχι.
9. Εκτός από τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία, η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει άμεσα και την οδική ασφάλεια. **Η μείωση της ταχύτητας** ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, **θα μπορούσε εν δυνάμει να έχει θετικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια**. Διατηρώντας μία μειωμένη ή εντός των επιτρεπτών ορίων ταχύτητα κυκλοφορίας, οι οδηγοί έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν σε ένα ξαφνικό συμβάν.
- Παρόλα αυτά, η οδήγηση με χρήση κινητού σε καμία περίπτωση **δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής**, αφού σύμφωνα με σειρά ερευνών, διεθνώς, ο οδηγός που μιλά στο κινητό έχει αποσπασμένη την προσοχή του με αποτέλεσμα μεγαλύτερη πιθανότητα λανθασμένου χειρισμού και συνεπαγόμενη πιθανότητα ατυχήματος. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει άμεσα και από την παρούσα εργασία, καθώς η χρήση κινητού οδηγεί σε μείωση της απόστασης που αφήνει ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα, γεγονός που αναμφισβήτητα είναι ενάντια στην οδική ασφάλεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	5
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	6
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	12
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	12
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	12
2.2.1 Η επιρροή του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/cd σε νέους και έμπειρους οδηγούς	12
2.2.2 Κινητό τηλέφωνο και οι επιπτώσεις της χρήσης του στην οδηγική συμπεριφορά	18
2.2.3 Η διάρκεια της κλήσης και οι επιπτώσεις στην ταχύτητα και την απόσταση ασφαλείας	21
2.2.4 Τα διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα και η επιρροή τους στην ταχύτητα και στο χρόνο αντίδρασης	22
2.2.5 Η οδική συμπεριφορά συναρτήσει της καμπυλότητας της οδού	25
2.2.6 Η ηλικία ως παράγων επιρροής της οδικής συμπεριφοράς	26
2.2.7 Χρήση κινητού σε συνδυασμό με την επήρεια αλκοόλ	29
2.2.8 Η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας	31
2.3 ΣΥΝΟΨΗ	34
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	37
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	37

3.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	37
3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	40
3.4	<u>ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ – Η ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 1^{ης} ΤΑΞΗΣ</u>	40
3.4.1	<u>Συνέπειες της αυτοσυσχετίσεως</u>	41
3.4.2	<u>Έλεγχος για την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης</u>	41
3.5	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	42
3.6	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	43
3.6.1	Γραμμική Παλινδρόμηση	43
3.6.2	Εκτίμηση των παραμέτρων	45
3.7	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	46
3.8	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	49
4.	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	51
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	51
4.2	ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	51
4.2.1	Στόχος	52
4.2.2	1 ^ο στάδιο πειράματος	52
4.2.3	2 ^ο στάδιο πειράματος	56
4.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	60
4.3.1	Εισαγωγή των στοιχείων σε βάση δεδομένων	60
4.3.2	Εισαγωγή των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	66
5.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	73
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	73
5.2	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	74
5.2.1	Δεδομένα εισόδου- Καθορισμός μεταβλητών	74

5.2.2	Περιγραφική στατιστική	75
5.2.3	Συσχέτιση των μεταβλητών	77
5.2.4	Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης	80
5.2.4.1	Γραμμική παλινδρόμηση	81
5.2.4.2	Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση	86
5.2.5	Περιγραφή των αποτελεσμάτων	95
5.2.5.1	Ταχύτητα	95
5.2.5.2	Χωρικός Διαχωρισμός	99
5.2.5.3	Μελέτη επιρροής χρώματος	102
5.2.6	Σχετική επιρροή μεταβλητών	103
5.2.7	Ανάλυση ευαισθησίας	106
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	109
6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	109
6.2	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	111
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	113
6.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	114
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	121
ΠΙΝΑΚΕΣ		
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1:	Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1:	Αποτελέσματα 1 ^{ου} σταδίου μετρήσεων	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2:	Συνοπτικά αποτελέσματα 1 ^{ου} σταδίου μετρήσεων	55

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3:	Αρχικό μητρώο αποτελεσμάτων μετρήσεων επί της οδού	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4:	Απόσπασμα πίνακα μετρήσεων που περιλαμβάνει και την χρονοαπόσταση	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5:	Απόσπασμα βασικού πίνακα	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6:	Κατανομή φύλου στο σύνολο του δείγματος	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7:	Κατανομή ηλικιών στο σύνολο του δείγματος	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1:	Κατηγοριοποίηση διακριτών μεταβλητών	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2:	Περιγραφικά στοιχεία συνεχών μεταβλητών	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3:	Περιγραφικά στοιχεία διακριτών μεταβλητών	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4:	Κατανομή χρώματος αυτοκινήτων	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7:	Δοκιμές με εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8:	Δοκιμές με εφαρμογή της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9:	Δοκιμές για χρονοαπόσταση σε διαφορετικά δείγματα	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10:	Πίνακας με προσθήκη τριών μεταβλητών	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11:	Δοκιμές χρονοαπόστασης με νέες μεταβλητές	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12:	Δοκιμές με εξαρτημένη μεταβλητή τη χωροαπόσταση	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13:	Τιμές στατιστικής μεταβλητής t - statistic	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14:	Μέσοι όροι ταχύτητας - χρονοαπόστασης	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15:	Μέσοι όροι ταχύτητας ανδρών- γυναικών	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16:	Τιμές στατιστικής μεταβλητής t - statistic	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17:	Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της ταχύτητας	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18:	Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο του χωρικού διαχωρισμού	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1:	Συγκεντρωτικός πίνακας της σχετικής επιρροής των	

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.1:	Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας	8
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1:	Ποσοστό μείωσης φρεναρίσματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας	30
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2:	Ταχύτητα εξεταζόμενου οχήματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας	30
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3:	Απόσταση ασφαλείας του εξεταζόμενου οχήματος από το προπορευόμενο σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας	30
ΓΡΑΦΗΜΑ 3.1:	Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων	45
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1:	Κατανομή ομιλούντων	55
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2:	Κατανομή του φύλου	55
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3:	Κατανομή ομιλούντων	63
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4:	Κατανομή φύλου στο σύνολο του δείγματος	63
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.5:	Κατανομή φύλου ομιλούντων	64
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.6:	Κατανομή ηλικιών στο σύνολο του δείγματος	64
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.7:	Κατανομή ηλικίας ομιλούντων	65
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.8:	Κατανομή χρώματος αυτοκινήτων	65
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.1:	Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων της ταχύτητας	80
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.2:	Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων χρονικών διαχωρισμών	81
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.3:	Κατανομή συχνοτήτων χωρικού διαχωρισμού	91
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.4:	Διαγράμματα συσχέτισης χωρικού διαχωρισμού και διαφοράς ταχυτήτων	107
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.5:	Διαγράμματα συσχέτισης χωρικού διαχωρισμού και διαφοράς χρονοαποστάσεων	

ΕΙΚΟΝΕΣ

EIKONA 4.1:	Ακριβής τοποθεσία πραγματοποίησης μετρήσεων	53
EIKONA 4.2:	Διαδικασία υπολογισμού χρονοαπόστασης	58
EIKONA 4.3:	Διαδικασία συμπλήρωσης μεταβλητών	62
EIKONA 4.4:	Εισαγωγή των στοιχείων στο πεδίο δεδομένων	68
EIKONA 4.5:	Καθορισμός των μεταβλητών στο πεδίο μεταβλητών	69
EIKONA 4.6:	Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων	69
EIKONA 4.7:	Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου	70
EIKONA 4.8:	Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών	71
EIKONA 4.9:	Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση	72
EIKONA 5.1:	Εφαρμογή γραμμικής παλινδρόμησης	81
EIKONA 5.2:	Διόρθωση της αυτοσυσχέτισης 1 ^{ης} τάξης	82
EIKONA 5.3:	Δοκιμή εύρεσης μαθηματικού μοντέλου	84
EIKONA 5.4:	Απόσπασμα πίνακα για τα μοντέλα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης	86
EIKONA 5.5:	Βέλτιστη δοκιμή με εξαρτημένη μεταβλητή την ταχύτητα	95
EIKONA 5.6:	Βέλτιστη δοκιμή με εξαρτημένη μεταβλητή το χρονικό διαχωρισμό	99
EIKONA 5.7:	Βέλτιστη δοκιμή που υπεισέρχεται το ασημί χρώμα	102

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Από το σύνολο των συστημάτων που συγκροτούν την κοινωνία και με τα οποία εμπλέκεται ο σύγχρονος άνθρωπος, το συγκοινωνιακό είναι ίσως το περισσότερο πολύπλοκο και ταυτόχρονα το πιο επικίνδυνο. Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του συστήματος αυτού καθώς όπως προκύπτει από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization) τα οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η αιτία για το θάνατο σχεδόν 120 Ευρωπαίων πολιτών κάθε ημέρα. Μόνο στην Ελλάδα τα οδικά ατυχήματα είναι η αιτία για το θάνατο σχεδόν πέντε πολιτών ημερησίως, ενώ σε ετήσια βάση στη χώρα συμβαίνουν περισσότερα από 16.000 οδικά ατυχήματα με θύματα (1.200.000 στην ΕΕ), στα οποία σκοτώνονται περισσότεροι από 1.600 (38.000 στην ΕΕ) οδηγοί, επιβάτες και πεζοί και τραυματίζονται περίπου 22.000 (1.500.000 στην ΕΕ), (Φραντζεσκάκης & Γκόλιας, 1994).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο αριθμός των νεκρών από τα οδικά ατυχήματα κατά την εικοσαετία 1980 – 2000 παρουσίασε θεαματική πτώση της τάξης του 30%, ως αποτέλεσμα συντονισμένων πολυετών προσπάθειών. Η μοναδική χώρα από τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αποτέλεσε εξαίρεση ήταν η Ελλάδα, όπου ο **αριθμός των νεκρών** για την ίδια περίοδο **αυξήθηκε** κατά 50% ! τοποθετώντας την σταθερά στην τελευταία θέση της Ευρώπης των δεκαπέντε (Φραντζεσκάκης & Γκόλιας, 1994).

Η **χρήση κινητού τηλεφώνου** με οποιονδήποτε τρόπο κατά την οδήγηση, μειώνει το χρόνο αντίδρασης του οδηγού και την κατανόηση που έχει για τις καταστάσεις που εμφανίζονται συνεχώς μπροστά στα μάτια του. Οι ικανότητες οδήγησης μειώνονται και η απροσεξία που προκύπτει, αποτελούν σημαντικά αίτια ατυχημάτων. Παρά το γεγονός ότι σε πολλές χώρες απαγορεύεται στους οδηγούς να μιλούν σε κινητό τηλέφωνο κρατώντας το στο χέρι, εντούτοις έρευνες δείχνουν ότι σημαντικό ποσοστό των οδηγών παρανομούν. Οι άνδρες, οι νεότεροι σε ηλικία οδηγοί και οι κάτοικοι των πόλεων φαίνεται να είναι εκείνοι που παραβαίνουν περισσότερο τους κανόνες (Medical Journal of Australia). Οι πιθανότητες ένας **νεαρός οδηγός** να χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση είναι 5 φορές περισσότερες από

εκείνες ενός πιο ηλικιωμένου οδηγού. Οι οδηγοί γνωρίζουν ότι απαγορεύεται να κρατούν στο χέρι τηλέφωνο και να μιλούν κατά την οδήγηση. Ωστόσο έρευνες στην Αυστραλία έδειξαν ότι 70% των οδηγών που παρανομούν πιστεύουν ότι οι πιθανότητες να καταγγεληθούν και να εντοπισθούν από την αστυνομία είναι πολύ λίγες (Medical Journal of Australia). Επίσης υπάρχουν οδηγοί οι οποίοι όχι μόνο κρατούν το τηλέφωνο και μιλούν, αλλά επίσης στέλνουν μικρά μηνύματα (SMS) ενώ οδηγούν. Οι έρευνες στην Αυστραλία έδειξαν ότι 30% των νεαρών οδηγών γράφουν μικρά μηνύματα στο κινητό, ενώ βρίσκονται στο δρόμο. Το 2006 στη χώρα αυτή, καταγράφηκαν 45.000 οδικά δυστυχήματα, που συνέβησαν ενώ οι οδηγοί χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο.

Οι συχνότερες **αρνητικές επιπτώσεις** της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση είναι (Medical Journal of Australia):

- Η μη προσήλωση των ματιών στο δρόμο.
- Η επιβράδυνση.
- Η μείωση της συγκέντρωσης και αύξηση του χρόνου αντίδρασης.
- Η απροσεξία.
- Η μη χρήση των δεικτών όταν επιβάλλεται.
- Το ξαφνικό φρενάρισμα.
- Παρέκκλιση από την κανονική πορεία με αντικανονική αλλαγή λωρίδας.

Οι **περισπασμοί** στους οποίους υπόκεινται οι οδηγοί είναι κύρια αιτία τροχαίων δυστυχημάτων. Έρευνες έχουν δείξει ότι: (Phone use and crashes while driving, Medical Journal of Australia):

- Κάθε 6 λεπτά, οι οδηγοί εμπλέκονται σε δραστηριότητα που αποσπά την προσοχή τους.
- Κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού, 72% των οδηγών αναφέρουν επεισόδιο απώλειας της συγκέντρωσης τους (απροσεξία, αφηρημάδα).
- 69% των οδηγών χάνει την προσοχή του όταν οδηγεί, διότι ρυθμίζει κάτι εντός του αυτοκινήτου
- Σε 58% των οδηγών η προσοχή αποσπάται από συμβάντα εκτός αυτοκινήτου, από ανθρώπους ή αντικείμενα.
- Το 40% των οδηγών μιλά στους συνεπιβάτες

Όλοι αυτοί οι περισπασμοί όπως επίσης και οι αρνητικές συνέπειες της χρήσης κινητού τηλεφώνου με ή χωρίς τα χέρια, ευθύνονται για αρκετά λάθη των οδηγών και τροχαία ατυχήματα κάθε χρόνο (Medical Journal of Australia). Μελέτες στην Αυστραλία έδειξαν ότι 20% των ατυχημάτων προκαλούνται από περισπασμούς στον οδηγό που αποσπούν την προσοχή του με καταστροφικές συνέπειες. Χρειάζεται επείγοντως να ληφθούν μέτρα για τη μείωση των οδικών ατυχημάτων, που προκαλούνται από τη χρήση κινητών τηλεφώνων κατά την οδήγηση και από τους συνεπαγόμενους περισπασμούς στους οδηγούς. Οι **στρατηγικές πρόληψης** πρέπει να περιλαμβάνουν την αύξηση της ενημέρωσης και της ευαισθητοποίησης των οδηγών όλων των ηλικιών και ιδιαίτερα των νέων για το πρόβλημα. Ταυτόχρονα απαιτείται συστηματική αστυνόμευση των παρανομούμενων για τη μείωση των επικίνδυνων συμπεριφορών και των μοιραίων αποτελεσμάτων τους.

Συγκεντρωτικά και βάσει της αντίληψης της έμφυτης περιορισμένης ικανότητας της ανθρώπινης συγκέντρωσης (Kahneman, 1973), τα αποτελέσματα που απορρέουν από την πλειονότητα των ερευνών σε προσομοίωση οδήγησης φανερώνουν ότι η τηλεφωνική επικοινωνία απαιτεί συγκέντρωση και συνεπώς **δυσχεραίνει τις αποφάσεις κατά την οδήγηση** (Mcknight, 1993).

Την ίδια στιγμή, σε αντίθεση με τα όσα προαναφέρθηκαν, έχουν αναδειχθεί και κάποια θετικά στοιχεία που φέρνουν σε μια πιο πλεονεκτική θέση τη χρήση κινητού, εν ώρα οδήγησης. Σύμφωνα με αυτά, οι οδηγοί παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα υιοθέτησης συγκεκριμένων στρατηγικών, με στόχο να αντισταθμίσουν έστω μερικώς τη μείωση των πνευματικών δυνατοτήτων, που επιφέρει η τηλεφωνική συνομιλία. Ως **προσπάθειες αντιστάθμισης** των αυξημένων απαιτήσεων που προκαλεί η χρήση του κινητού, αναφέρονται, μεταξύ άλλων, η μείωση της ταχύτητας και η αύξηση της απόστασης ασφαλείας. Επισημαίνεται πάντως ότι η απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω της χρήσης του κινητού ως παράγοντας κινδύνου έχει προφανώς πολύ μεγαλύτερη βαρύτητα από την όποια μικρή μείωση του κινδύνου από άλλους παράγοντες (ταχύτητα, απόσταση ασφαλείας).

Παρά το γεγονός ότι το μέγεθος της απόσπασης της προσοχής του οδηγού εξαιτίας του κινητού και οι προϋποθέσεις, υπό τις οποίες αυτή μπορεί να οδηγήσει σε ατύχημα, δεν είναι πλήρως εξακριβωμένα, πολλά κράτη της Ευρώπης έχουν θέσει

περιοριστικά, ή ακόμα και **απαγορευτικά μέτρα** στη χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Σε ορισμένες πολιτείες των Η.Π.Α. έχει απαγορευθεί ολοκληρωτικά η χρήση των κινητών κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον νέο Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (άρθρο 13, παράγραφος 2), η εν κινήσει χρήση κινητού τηλεφώνου επιτρέπεται μόνο όταν αυτό είναι τοποθετημένο σε ειδική θέση για ανοιχτή ακρόαση, ή όταν χρησιμοποιείται με ακουστικό ασύρματης επικοινωνίας (blue tooth). Σε ορισμένα άλλα κράτη, για παράδειγμα στη Σιγκαπούρη, επιτρέπεται η χρήση κινητού μόνο με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (Hands free).

Ωστόσο, οι συνήγοροι της ολικής απαγόρευσης της χρήσης κινητών τηλεφώνων κατά τη διάρκεια της οδήγησης, θεωρούν ότι ακόμα και **η χρήση συσκευής με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου δεν είναι ακίνδυνη**. Σύμφωνα με τις έρευνες που εστιάζουν στη διαφορά μεταξύ χρήσης συσκευής χειρός και συσκευής με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου, δε διαφαίνεται κανένα συγκριτικό πλεονέκτημα ασφάλειας της δεύτερης συσκευής έναντι της πρώτης. Τον Ιούλιο του 2002, ερευνητές από το Πανεπιστήμιο U.S. Carnegie και Mellon ανακοίνωσαν ότι η συμμετοχή σε μια συνομιλία εμποδίζει τον εγκέφαλο από την επεξεργασία πολύπλοκων οπτικών ερεθισμάτων, όπως αυτά που δέχεται κάποιος όταν οδηγεί. Όπως λοιπόν αντιλαμβάνεται κανείς, η χρήση του συστήματος ακουστικών και μικροφώνου από τους οδηγούς, δεν αποτελεί πανάκεια.

Η με οποιονδήποτε τρόπο απόσπαση της προσοχής κατά τη διάρκεια της οδήγησης έχει γίνει πολύ συχνό φαινόμενο και αποτελεί μεγάλο κίνδυνο. Σύμφωνα με το Συμβούλιο Ασφάλειας του Καναδά (Canada Safety Council) η χρήση του κινητού τηλεφώνου, η κατανάλωση τροφής, η χρήση φορητού υπολογιστή και η **ομιλία σε συνεπιβάτη** αποσπούν την προσοχή του οδηγού και μπορούν ανά πάσα στιγμή να αποτελέσουν αιτία πρόκλησης ατυχήματος.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο εδάφιο, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων**, με τη χρήση στοιχείων από παρατηρήσεις

κυκλοφορίας. Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστεί σε αστικό περιβάλλον, ο βαθμός στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (ηλικία, φύλο) και της ροής κυκλοφορίας (διαφορά ταχυτήτων και χρονοαποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα), συμβάλλουν στη μεταβολή της ταχύτητας και των χωρικών διαχωρισμών των οχημάτων.

Προκειμένου για την ποσοτικοποίηση της επιρροής αυτής, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους στόχος της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ των εξεταζόμενων παραμέτρων. Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράφουν τη μεταβολή της ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών, ως συνέπεια της χρήσης κινητού, καθώς και την επιρροή και άλλων παραγόντων (φύλο, ηλικία).

Οι παράγοντες των οποίων εξετάζεται η **επιρροή τόσο στην ταχύτητα όσο και στους χρονικούς διαχωρισμούς** επιλέγονται με βάση εμπειρικά κριτήρια, όπως επίσης και με τη χρήση της αποκτηθείσας εμπειρίας από προηγούμενες έρευνες σε συναφή θέματα. Η επιλογή των παραγόντων που συμπεριλήφθηκαν στα τελικά πρότυπα δεν έγινε εξ αρχής, αλλά μετά από μεγάλο αριθμό δοκιμών και επαναλήψεων μέχρι να προκύψουν μαθηματικά στατιστικά σημαντικά (βλ Μεθοδολογία και Στατιστική επεξεργασία). Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, με το τέλος της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο η χρήση κινητού, σε συνδυασμό με χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζει την ταχύτητα κυκλοφορίας και τους χρονικούς διαχωρισμούς μεταξύ των οχημάτων και κατά συνέπεια πολλά από τα συμπεράσματα μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμες πηγές για μελλοντικές εργασίες σε συναφή θέματα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

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

Στα πρώτα στάδια της εργασίας σκοπός ήταν να καθοριστεί με ακρίβεια το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα εργασία καθώς και **ο επιδιωκόμενος στόχος**.

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία που θα μπορούσαν να αποκτηθούν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων αλλά και με την εξέταση διαφόρων εναλλακτικών τρόπων προσέγγισης του αντικειμένου, καθορίστηκε αρχικά ο επιδιωκόμενος στόχος. Στα επόμενα στάδια, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων καθώς και της αναζήτησης βιβλιογραφίας, οριστικοποιήθηκε το πλαίσιο της εργασίας αυτής.

Μετά τον αρχικό καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Κατά το στάδιο αυτό αναζητήθηκαν έρευνες με αντικείμενο συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο, οι οποίες θα μπορούσαν να υποδείξουν πιθανές προσεγγίσεις του προς εξέταση αντικειμένου. Οι έρευνες αυτές θα φαίνονταν χρήσιμες τόσο στην επιλογή μεθόδου συλλογής στοιχείων, όσο και στην επιλογή μεθόδου ανάλυσης αυτών. Κυριότερη πηγή αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών ήταν το διαδίκτυο μέσω εξειδικευμένων μηχανών αναζήτησης επιστημονικών περιοδικών και πρακτικών συνεδρίων αλλά και η βιβλιοθήκη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και ειδικότερα ο τομέας Κυκλοφοριακής Τεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών. Αναλυτικότερα στοιχεία για τις πηγές αναζήτησης περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε ο καθορισμός του τρόπου και της μεθόδου **συλλογής των στοιχείων**. Αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα επί της Λεωφόρου Κατεχάκη (στο ρεύμα προς Καρέα και στο ύψος του πάρκου του Στρατού απέναντι από ΓΣΝ 401) σε πραγματικές οδικές συνθήκες και σε ώρες που το συγκεκριμένο τμήμα της οδού δεν παρουσίαζε συνθήκες κορεσμού.

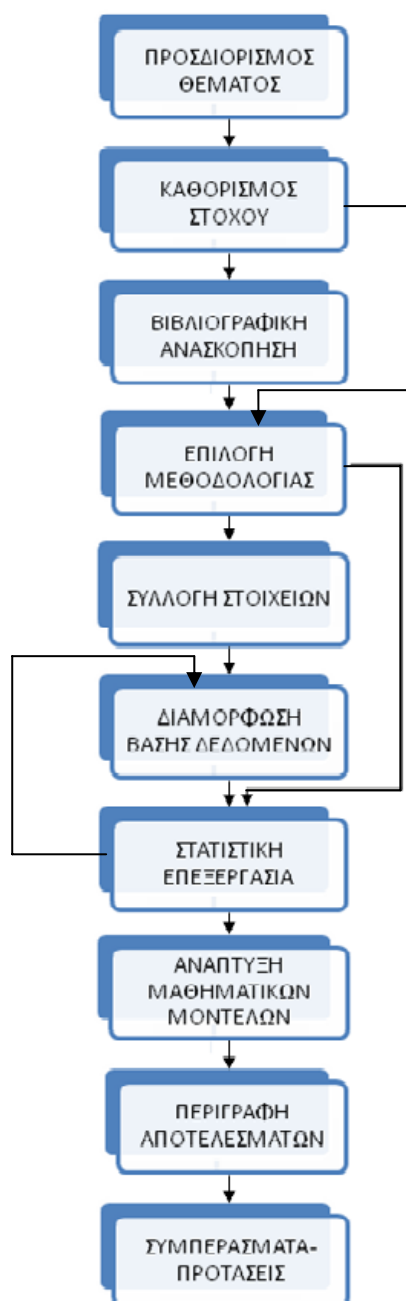
Στο σημείο αυτό ξεκίνησε το **1^ο στάδιο του πειράματος** κατά τη διάρκεια του οποίου μετρήθηκαν, με ειδικές χειροκίνητες συσκευές μέτρησης επί της Λεωφόρου Κατεχάκη, στοιχεία για τους οδηγούς όπως το φύλο αλλά και το ποσοστό αυτών που μιλούσαν στο κινητό. Επίσης καταγράφηκε ποιες ώρες της ημέρας παρατηρείτο κορεσμός στο τμήμα αυτό της οδού ώστε να αποφευχθούν μετρήσεις στο 2^ο στάδιο του πειράματος εκείνες τις ώρες. Εξάλλου οι μετρήσεις γίνονταν τόσο στη δεξιά όσο και στη μεσαία λωρίδα κυκλοφορίας.

Ακολούθως ξεκίνησε το **2^ο στάδιο του πειράματος**, από το οποίο προέκυψε η βάση δεδομένων, πάνω στην οποία έγινε περαιτέρω ανάλυση με στατιστικά προγράμματα. Για τη συλλογή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε **μια συσκευή βιντεοσκόπησης και μια συσκευή μέτρησης ταχυτήτων** (radar) ώστε να υπολογίζονται αντίστοιχα η χρονική απόσταση αλλά και η ταχύτητα των διερχόμενων οχημάτων. Τη στιγμή των μετρήσεων καταγραφόταν από τον έναν ερευνητή το χρώμα και η ταχύτητα του διερχόμενου αυτοκινήτου, ενώ ο δεύτερος ερευνητής σημείωνε το φύλο και την ηλικία του οδηγού. Έπειτα, στην επεξεργασία της βιντεοσκόπησης γινόταν αρχικά η ταυτοποίηση των αυτοκινήτων και μετά σε ειδικό πρόγραμμα υπολογίζονταν οι αντίστοιχοι χρονικοί διαχωρισμοί και συμπληρωνόταν η βάση δεδομένων.

Έπειτα από τη **συλλογή των στοιχείων** ακολούθησε η διαδικασία ομαδοποίησης και αντιστοίχισης αυτών μεταξύ τους με σκοπό να δημιουργηθεί μια σειρά από αναλυτικούς πίνακες, οι οποίοι θα τροφοδοτούσαν το λογισμικό με το οποίο πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις. Για τη δημιουργία των πινάκων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel της Microsoft. Ακολούθησε η επιλογή της μεθοδολογίας στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων σε ειδικά λογισμικά στατιστικής ανάλυσης.

Την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας διαδέχτηκε η **ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων** και η εφαρμογή τους, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Τέλος, παρατέθηκαν τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

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



ΓΡΑΦΗΜΑ 1.1: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

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

Το **1^ο κεφάλαιο** είναι εισαγωγικό και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του **αντικειμένου της εργασίας**. Αρχικά, πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση του πλαισίου της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση και αναφέρονται οι σχετικές προσπάθειες, που έχουν πραγματοποιηθεί διεθνώς, για τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού στην οδική ασφάλεια. Στη συνέχεια, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που πρόκειται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Για την καλύτερη αντίληψη αυτής, παρατίθεται και ένα διάγραμμα ροής, που απεικονίζει την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν.

Στο **κεφάλαιο 2**, της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, παρουσιάζονται μεθοδολογίες και αποτελέσματα ερευνών με αντικείμενο συναφές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Επισημαίνεται ότι, από το πλήθος των ερευνών που εντοπίστηκαν, ελάχιστες πραγματοποιήθηκαν σε πραγματικές οδικές συνθήκες, ενώ μόνο μία αφορούσε σε ελληνικά δεδομένα. Στο τέλος του κεφαλαίου, συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν, καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα τους και γίνεται μια συνολική συγκριτική αξιολόγηση τους.

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

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται παρουσίαση των διαδικασιών της **συλλογής και επεξεργασίας** των στοιχείων, στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική Εργασία. Αρχικά, περιγράφεται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της πειραματικής διαδικασίας. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, προέκυψαν τόσο από δήλωση των συμμετεχόντων, όσο και από πραγματικές μετρήσεις. Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία διαμόρφωσης της βάσης δεδομένων έως την τελική μορφή της. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση των προβλημάτων επεξεργασίας των στοιχείων, καθώς και στον τρόπο εισαγωγής της βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Επιπρόσθετα, επισημαίνονται τα κρίσιμα σημεία στη λειτουργία του λογισμικού και παρατίθενται οι διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης της επεξεργασίας των στοιχείων.

Το **κεφάλαιο 5** είναι ένα από τα σημαντικότερα κεφάλαια της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς περιλαμβάνει την αναλυτική **περιγραφή της μεθοδολογίας** που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου. Παρουσιάζονται, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Γίνεται αναφορά στο σύνολο των διαδοχικών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, ακόμα και σε εκείνες που οδήγησαν σε αποτελέσματα που δεν υιοθετήθηκαν. Επισημαίνονται τα προβλήματα αξιοπιστίας που προκύπτουν και περιγράφεται η διαδικασία διόρθωσης των δεδομένων. Τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την ευκολότερη κατανόηση τους.

Στο **κεφάλαιο 6** συνοψίζονται **οι στόχοι, τα αποτελέσματα** καθώς και τα **συμπεράσματα** της διπλωματικής εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό, με βάση τα αποτελέσματα και την ερμηνεία τους, διατυπώνονται σχετικές προτάσεις καθώς και απόψεις για περαιτέρω έρευνα και συνέχιση της διερεύνησης που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Εργασία.

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

Στο τέλος της εργασίας παρατίθεται το **Παράρτημα**. Σε αυτό παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα των δοκιμών για την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου, καθότι αυτά δεν υιοθετήθηκαν και δε συμπεριλήφθησαν στο κείμενο της Διπλωματικής Εργασίας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

2.2.1 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΥ/CD ΣΕ ΝΕΟΥΣ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ

Είκοσι αρχάριοι (με μικρότερη των 6 μηνών οδηγική εμπειρία) και 20 έμπειροι οδηγοί (με οδηγική εμπειρία άνω των 10 ετών) συμμετείχαν στην **έρευνα προσομοίωσης** του καθηγητή Alison Smiley (2007) η οποία πραγματοποιήθηκε για το Γραφείο Ασφαλείας του Καναδά (Insurance Bureau of Canada). Η έρευνα αφορούσε στις επιπτώσεις της χρήσης του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD στην οδική ασφάλεια.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε έναν προσομοιωτή οδήγησης σε ένα πανεπιστημιακό εργαστήριο και σε οδούς του Καναδά. Και στις δύο φάσεις της πρόσφατης μελέτης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν, **κάνοντας χρήση των κινητών τηλεφώνων** τους, να χειριστούν τις καταστάσεις κυκλοφορίας στις οδούς. Στον προσομοιωτή, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν επίσης να χρησιμοποιήσουν το ραδιόφωνο/CD οδηγώντας.

Οι χρόνοι αντίδρασης, οι κινήσεις των ματιών και ο έλεγχος των οχημάτων των συμμετεχόντων μετρήθηκαν **για να αξιολογηθεί η απόδοση των οδηγών**. Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαίωσαν ότι η γενική οδηγική συμπεριφορά των αρχάριων είναι χειρότερη αυτής των πεπειραμένων οδηγών. Αυτό που προκάλεσε έκπληξη, ήταν ότι τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η οδηγική συμπεριφορά των αρχαρίων δεν επηρεάζεται περισσότερο από την χρήση του κινητού τηλεφώνου ή του ραδιοφώνου/CD από εκείνη των έμπειρων οδηγών. Στη μελέτη, **η οδηγική συμπεριφορά και των δύο ομάδων επηρεάστηκε** από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD, εν τούτοις όχι πάντα με τον ίδιο τρόπο. Στην πραγματικότητα, σε μερικές περιπτώσεις, αυτά που αποσπούσαν την προσοχή (δηλ. κινητό τηλέφωνο και ραδιόφωνο/CD) άσκησαν περισσότερη επίδραση στους έμπειρους οδηγούς από ότι στους νέους.

Το γενικό συμπέρασμα που εξάγεται από αυτήν την έρευνα είναι ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD **επηρεάζουν αρνητικά την οδηγική συμπεριφορά για όλους τους οδηγούς**, αρχάριους και μη.

ΜΕΡΟΣ Α: Μελέτη προσομοίωσης

Οι στόχοι της έρευνας ήταν:

1. Να καθοριστεί **εάν οι αρχάριοι οδηγοί επηρεάζονται πιο έντονα** από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιόφωνο/CD από ότι οι πεπειραμένοι οδηγοί.
2. Να περιγραφούν οι διαφορές απόδοσης μεταξύ του αρχαρίου και του πεπειραμένου οδηγού.
3. Να καθοριστεί εάν οι αντιδράσεις των αρχαρίων ή των πεπειραμένων οδηγών συντελούν στη μετρίαση του φαινομένου της μείωσης της ασφάλειας που προκύπτει από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD.
4. Να συσχετιστούν τα αποτελέσματα της μελέτης με **τις πολιτικές που πρέπει να υιοθετηθούν** σε ένα τυχόν σύστημα κλιμακωτού περιορισμού χορήγησης αδειών οδήγησης.

Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε περιβάλλον και σενάρια οδήγησης στον **προσομοιωτή οδήγησης** του πανεπιστημίου του Κάλγκαρι. Κατά τη διάρκεια της

μελέτης κάθε συμμετέχων "οδήγησε" σε ένα μίγμα αστικών, βιομηχανικών, προαστιακών και κατοικημένων περιοχών με τα όρια ταχύτητας να είναι 60 km/h και 80km/h. Στην προσομοίωση, **τρεις τύποι γεγονότων** πραγματοποιήθηκαν: το όχημα μπροστά από το συμμετέχοντα θα φρέναρε ξαφνικά ("γεγονός φρεναρίσματος προπορευόμενου οχήματος"), ένας πεζός θα περπατούσε έξω από τα σταθμευμένα αυτοκίνητα στην πορεία του οχήματος του συμμετέχοντος και ένα αυτοκίνητο θα έβγαινε από τη δεξιά πλευρά του δρόμου στην πορεία του οχήματος του συμμετέχοντος. Κάθε ένας από αυτούς τους τύπους γεγονότων ανάγκασε τους συμμετέχοντες να αντιδράσουν γρήγορα με εφαρμογή πίεσης στα φρένα ή/και την αλλαγή κατεύθυνσης για την αποφυγή του κινδύνου. Κατά την διάρκεια της οδήγησης, ζητήθηκε στους συμμετέχοντες **σε διάφορες χρονικές στιγμές να χειριστούν το ραδιόφωνο/CD** στον προσομοιωτή, να απαντήσουν, να κάνουν μια συνομιλία ή να πραγματοποιήσουν οι ίδιοι **μια κλήση με το κινητό τους τηλέφωνο**.

Μεγέθη

Η **οδηγική συμπεριφορά** των συμμετεχόντων αξιολογήθηκε σε όλη την διάρκεια της προσομοίωσης, με τα ακόλουθα μεγέθη:

- 1) **Χρόνος απόκρισης αντίληψης(PRT)**: ο χρόνος, σε δευτερόλεπτα, από τη στιγμή που ένας πεζός ή ένα όχημα γίνεται ορατό από το συμμετέχοντα έως τη χρονική στιγμή έναρξης της πέδησης των φρένων.
 - α. Χρόνος αντίληψης: ο χρόνος, σε δευτερόλεπτα, από τη στιγμή που ένας πεζός ή ένα όχημα γίνεται ορατό από το συμμετέχοντα έως τη χρονική στιγμή αφαίρεσης του ποδιού από το πετάλι της επιτάχυνσης.
 - β. Χρόνος απόκρισης: ο χρόνος, σε δευτερόλεπτα, από τη στιγμή που ο συμμετέχων αφαιρεί το πόδι του/της από το πετάλι επιτάχυνσης έως τη στιγμή επαφής του ποδιού με το πετάλι των φρένων.
- 2) **Ελάχιστη απόσταση διαχωρισμού (Headway)**: η ελάχιστη απόσταση, σε μέτρα, μεταξύ του μπροστινού προφυλακτήρα του οχήματος του συμμετέχοντος και του πεζού ή του άλλου οχήματος που λαμβάνει μέρος στο γεγονός έκτακτης ανάγκης.
- 3) **Συγκρούσεις**: περιπτώσεις επαφής του οχήματος του συμμετέχοντος και ενός άλλου αντικειμένου.
- 4) **Ταχύτητα**: η ταχύτητα του οχήματος του συμμετέχοντος, που μετράται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο και μετατρέπεται σε χιλιόμετρα ανά ώρα.

- 5) **Ταχύτητα SD:** η τυπική απόκλιση της ταχύτητας, σε χιλιόμετρα ανά ώρα.
- 6) **Τυπική απόκλιση λωρίδας:** το μέγεθος της τυπικής απόκλισης από τη λωρίδα του συμμετέχοντος.
- 7) **Μεταβολή βλέμματος:** το μέγεθος της τυπικής απόκλισης των συντεταγμένων του βλέμματος για κάθε σταθεροποίηση, σε εκατοστά μετρημένο για μια περίοδο ενός λεπτού από την έναρξη της αλληλεπίδρασης ενός συμμετέχοντος με το κινητό τηλέφωνο.
 - α. Οριζόντια μεταβολή βλέμματος
 - β. Κάθετη μεταβολή βλέμματος

Συμπεράσματα:

Η **οδηγική εμπειρία** διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην αντίληψη των οδηγών για τα επικίνδυνα γεγονότα κατά τη διάρκεια της οδήγησης. **Οι νέοι οδηγοί χρειάζονταν περισσότερο χρόνο** να αναγνωρίσουν τους κινδύνους από ότι οι πεπειραμένοι οδηγοί, ανεξάρτητα από τη χρήση κινητού τηλεφώνου ή ραδιοφώνου/CD. Κατά τη χρήση ή μη του κινητού τηλεφώνου, οι αρχάριοι ήταν πιο αργοί από τους έμπειρους οδηγούς στο να ανταποκριθούν στο ξαφνικό φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, σε έναν πεζό που περπάτησε στην πορεία του οχήματός τους, και σε ξαφνική εμφάνιση οχημάτων από την πλευρά του δρόμου στην πορεία του οχήματός τους.

Κατά συνέπεια, οι νέοι οδηγοί **είχαν περισσότερες συγκρούσεις** με τους 'κινδύνους' από ότι είχαν οι πεπειραμένοι οδηγοί. Συνάγεται επομένως το συμπέρασμα, σύμφωνα με την θεωρία, ότι οι νέοι οδηγοί στερούνται την εμπειρία για να ανιχνεύσουν και να αναγνωρίσουν τους συγκεκριμένους 'κινδύνους'.

Αποτελέσματα της χρήσης Κινητού τηλεφώνου.

Η γενική οδηγική συμπεριφορά των αρχαρίων οδηγών δεν επηρεάστηκε περισσότερο με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου από εκείνη των πεπειραμένων. Η οπτική ανίχνευση των διαφόρων αντικειμένων **περιορίστηκε και στους αρχάριους και στους πεπειραμένους οδηγούς** όταν έκαναν χρήση του τηλεφώνου. Καθώς μιλούσαν στο τηλέφωνο, οι έμπειροι οδηγοί επιβράδυναν, αυξάνοντας τα επίπεδα ασφάλειας τους, αλλά αυτή η προσαρμογή δεν αντιστάθμιζε πάντα την απόσπαση της

προσοχής τους. Οι αρχάριοι οδήγησαν με παρόμοια ταχύτητα είτε μιλούσαν στο τηλέφωνο είτε όχι.

Αποτελέσματα της χρήσης του ραδιοφώνου/CD.

Γενικά, όταν οι έμπειροι οδηγοί χειρίζονταν το ραδιόφωνο/CD, χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να αντιληφθούν και να αποκριθούν στο ξαφνικό φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος. Οι νέοι οδηγοί δεν έδειξαν παρόμοια συμπεριφορά.

Γενικό συμπέρασμα.

Επειδή οι αντιδράσεις των οδηγών διέφεραν, ανάλογα με τον τύπο του 'κινδύνου', οι γενικεύσεις για την απόδοση των οδηγών ενώ μιλούν στο κινητό τηλέφωνο, πρέπει να γίνουν με επιφυλακτικότητα. Εντούτοις, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η οδηγική συμπεριφορά των έμπειρων είναι καλύτερη από αυτή των νέων οδηγών. Η δυσκολία που αντιμετώπισαν στο **να αναγνωρίσουν τους κινδύνους γρήγορα**, τοποθετεί τους νέους οδηγούς σε ζώνη αυξημένης επικινδυνότητας, όσον αφορά στην πρόκληση ατυχήματος, ακόμα κι αν δε χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο ή το ραδιόφωνο/CD.

Αδιαμφισβήτητα όμως, η γενική οδηγική συμπεριφορά και των αρχάριων οδηγών και των πεπειραμένων συνολικά, **είχε αρνητική επιρροή από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου.**

ΜΕΡΟΣ Β: Η μελέτη σε πραγματικές συνθήκες

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να γίνει κατανοητό εάν η απόσπαση της προσοχής λόγω των συνομιλιών με το κινητό τηλέφωνο έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στους νέους οδηγούς από ότι στους έμπειρους.

Μετρήσεις του ελέγχου του οχήματος και των αντιδράσεων των οδηγών σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας χρησιμοποιήθηκαν για να καθορίσουν εάν η απόδοση των οδηγών επηρεάστηκε αρνητικά.

Στόχοι:

- να καθοριστεί εάν η χρήση κινητού τηλεφώνου **επηρεάζει περισσότερο** την οδηγική συμπεριφορά των νέων οδηγών από ότι των πεπειραμένων.
- να περιγραφούν οι **διαφορές απόδοσης** μεταξύ του αρχάριου και του πεπειραμένου οδηγού.
- να συνδυαστούν τα αποτελέσματα της μελέτης με τις **πολιτικές επιπτώσεων** στις χορηγήσεις αδειών.

Συμμετέχοντες:

Δεκαεννέα νέοι οδηγοί (δηλ., με εμπειρία μικρότερη των 6 μηνών) και 20 έμπειροι οδηγοί (δηλ., με εμπειρία μεγαλύτερη από 10 έτη ή 250.000 kms οδηγικής εμπειρίας) συμμετείχαν στη μελέτη. Οι νέοι οδηγοί έπρεπε να μην έχουν κανένα ατύχημα, ενώ οι έμπειροι οδηγοί έπρεπε να μην έχουν κανένα ατύχημα στα προηγούμενα τρία έτη. Και οι δύο ομάδες **έπρεπε να κάνουν συχνά** (δηλ., καθημερινά) **χρήση του κινητού τηλεφώνου**. Όλοι οι συμμετέχοντες πέρασαν μια οπτική διαγνωστική εξέταση, και μια δοκιμή αλκοτέστ για να εξασφαλιστεί ότι έχουν 0,0% συγκέντρωση οινόπνεύματος στο αίμα τους.

Μέθοδος:

Οι συμμετέχοντες οδήγησαν ένα ειδικά εξοπλισμένο αυτοκίνητο (δηλ., με υπολογιστή, προσαρμοσμένες κάμερες, GPS, μικρόφωνο, και δεύτερο φρένο) σε μια συγκεκριμένη **δοκιμαστική διαδρομή** στο Κάλγκαρι, η οποία αποτελείται από τμήμα εξάσκησης (σε μια πανεπιστημιούπολη) και τρεις γύρους, 20 λεπτών περίπου, σε αστικές οδούς με ταχύτητα κίνησης 50 km/h ή μικρότερη. Οι συμμετέχοντες συνοδεύθηκαν στο αυτοκίνητο από έναν ερευνητή(στο πίσω κάθισμα) και έναν δάσκαλο οδήγησης (στο μπροστινό κάθισμα). Οι συμμετέχοντες **κλήθηκαν να αντιδράσουν** στους 'κινδύνους' καθώς ενημερώθηκαν για αυτούς. Κάθε οδηγός έκανε αρχικά τη διαδρομή χωρίς να χρησιμοποιήσει το κινητό τηλέφωνο κι **έπειτα μιλώντας στο τηλέφωνο**. Ο ερευνητής μελέτησε την απόδοση των οδηγών κατά τη διάρκεια της διαδρομής.

Συμπεράσματα:

Ο δάσκαλος οδήγησης αναγκάστηκε να χρησιμοποιήσει το φρένο έκτακτης ανάγκης περισσότερες φορές για τους νέους οδηγούς σε σύγκριση με τους πεπειραμένους οδηγούς. Δεν υπήρξε καμία διαφορά μεταξύ των αρχάριων οδηγών και των έμπειρων οδηγών, στο χρόνο που χρειάστηκαν για να ανιχνεύσουν τους κινδύνους. Από τα αποτελέσματα της μελέτης έγινε φανερό ότι **και οι αρχάριοι και οι πεπειραμένοι οδηγοί καθυστερούν** να ανιχνεύσουν τους πραγματικούς κινδύνους της κυκλοφορίας στο οδόστρωμα όταν μιλάνε στο τηλέφωνο, παρά την παρατηρούμενη, μικρή, προσαρμοστική ελάττωση της ταχύτητας. Κατά τη διάρκεια των εκατοντάδων χιλιάδων ωρών που οι οδηγοί χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της οδήγησης, οι αρνητικές αλλαγές στην οδηγική συμπεριφορά, όπως η καθυστερημένη ανίχνευση των κινδύνων, είναι πιθανό να συμβάλουν **στην πρόκληση ατυχημάτων**.

2.2.2 ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Τριάντα πέντε φοιτητές του Πανεπιστημίου της Οκλαχόμα (Oklahoma), δεκαοκτώ γυναίκες και δεκαεπτά άντρες, δήλωσαν εθελοντικά συμμετοχή για την έρευνα προσομοίωσης του καθηγητή Kevin Bogle (1999), που αφορούσε στις **επιπτώσεις της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα και την οδική ασφάλεια**.

Οι συμμετέχοντες, αρχικά, θα οδηγούσαν χωρίς να μιλούν στο κινητό τους τηλέφωνο και στη συνέχεια θα συνδύαζαν παράλληλα με την οδήγηση, τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Κατά τη δεύτερη διαδρομή, οι οδηγοί υποβάλλονταν σε δοκιμασία μνήμης, ενώ οι ερευνητές καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας παρατηρούσαν **πέντε βασικά μεγέθη**:

- το χρόνο ολοκλήρωσης της διαδρομής
- τον αριθμό των παρεκκλίσεων της πορείας του οχήματος
- τον αριθμό των συγκρούσεων του οχήματος με φραγμούς, πινακίδες ή δέντρα
- τον αριθμό των συγκρούσεων με άλλα οχήματα και
- την ανταπόκριση των οδηγών στη δοκιμασία μνήμης.

Οι μεταβλητές που ορίστηκαν ως **εξαρτημένες** ήταν η ταχύτητα, η δυνατότητα διατήρησης μιας ευθύγραμμης πορείας και η ασφάλεια των οδηγών. Ως **ανεξάρτητη μεταβλητή** θεωρήθηκε η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση.

Χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος ανάλυσης t-test** για επαναλαμβανόμενα μεγέθη, από την οποία προέκυψαν τα εξής:

- Κατά μέσο όρο χρειάζονταν 6,4 λεπτά για να ολοκληρωθεί μια διαδρομή χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου και 6,83 λεπτά για την ολοκλήρωσή της με χρήση κινητού.
- Το όχημα εξετράπη της πορείας του περίπου 16,8 φορές χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου και 30,72 φορές με τη χρήση του.
- Κατά μέσο όρο ο οδηγός χτυπούσε σε φραγμούς, πινακίδες, δέντρα ή έφευγε από το δρόμο 9,52 φορές χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου και 19,68 φορές με τη χρήση κινητού.
- Καταγράφηκαν κατά μέσο όρο 5,88 συγκρούσεις χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου και 18,68 με τη χρήση κινητού.
- Γενικά, οι φοιτητές παρουσίασαν χαμηλότερη επίδοση στη δοκιμασία μνήμης κατά τη διαδρομή με χρήση κινητού τηλεφώνου.

Με την έρευνα αυτή αποδεικνύεται ότι η οδική συμπεριφορά μεταβάλλεται σημαντικά όταν χρησιμοποιείται κινητό κατά την οδήγηση. Το ότι οι φοιτητές παρουσίασαν χαμηλότερη επίδοση κατά την οδήγηση με χρήση κινητού, φανερώνει ότι θέματα που απαιτούν μεγάλη πνευματική συγκέντρωση δεν μπορούν να τύχουν του 100% αυτής, όταν κάποιος οδηγεί και συγχρόνως μιλάει στο τηλέφωνο. Αξίζει να επισημανθεί ότι πολλοί από τους συμμετέχοντες πίστευαν ότι οδήγησαν, αν όχι καλύτερα, το ίδιο καλά με την περίπτωση που δεν χρησιμοποιούσαν το κινητό και ότι η τηλεφωνική συνομιλία τους βοήθησε στο να είναι πιο συγκεντρωμένοι στις απαιτήσεις της οδήγησης.

Σε παρόμοιο πλαίσιο κινήθηκε και μια έρευνα προσομοίωσης που διενεργήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Birmingham (Haigney, Taylor and Westerman, 1999). Εστίασε και αυτή στην **επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδική συμπεριφορά**.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε εικονικό οδικό περιβάλλον, έλαβαν μέρος τριάντα ενήλικες. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν, μέσω ενός προσομοιωτή οχήματος (Aston Driving Simulator), κατά μήκος οδικού άξονα και ολοκλήρωσαν τέσσερις διαδρομές. Στις δύο από αυτές, τους διατέθηκε χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων, ενώ στις άλλες δύο αυτόματο. Η καθεμιά από τις εικονικές διαδρομές διακρίθηκε σε τρεις περιόδους των 150 δευτερολέπτων:

- την πριν την κλήση
- την κατά τη διάρκεια της κλήσης
- και τη μετά την κλήση περίοδο

Στις δύο από αυτές τις διαδρομές (μία για κάθε τύπο κιβωτίου ταχυτήτων) απαιτήθηκε η χρήση τηλεφωνικής συσκευής χειρός (hand-held), ενώ στις άλλες δύο χρησιμοποιήθηκε συσκευή ακουστικών και μικροφώνου.

Οι τρεις προαναφερθείσες περίοδοι, η χρήση κινητού και ο τύπος του χρησιμοποιούμενου κινητού αποτέλεσαν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Η ταχύτητα διαδρομής, η τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης, ο αριθμός προσπεράσεων, η παρέκκλιση του οχήματος από την πορεία του καθώς και ο αριθμός των συγκρούσεων αποτέλεσαν τις **εξαρτημένες**.

Η **ανάλυση της διακύμανσης** (ANOVA) χρησιμοποιήθηκε για να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

Παρατηρήθηκε σημαντική επιρροή της περιόδου (πριν την κλήση, κατά την κλήση και μετά την κλήση) στην ταχύτητα και στην τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης. Η μέση τιμή για καθεμιά από τις εξαρτημένες αυτές μεταβλητές ήταν μικρότερη κατά τη διάρκεια της κλήσης από ότι στις περιόδους πριν και μετά από αυτή. Η επιρροή της περιόδου στον αριθμό προσπεράσεων, συγκρούσεων και παρεκκλίσεων του οχήματος δεν κρίθηκε σημαντική. Όσον αφορά στη χρήση κινητού, αυτή είχε σημαντική επιρροή στον αριθμό των παρεκκλίσεων του οχήματος, με περισσότερες παρεκκλίσεις όταν χρησιμοποιούνταν η συσκευή χειρός. Αντιθέτως, η επιρροή της στην ταχύτητα, στη διακύμανση της επιτάχυνσης, στον αριθμό προσπεράσεων και συγκρούσεων κρίθηκε στατιστικά ασήμαντη.

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι οι οδηγοί στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις, που προέρχονται από την ταυτόχρονη οδήγηση και χρήση κινητού, ελαττώνουν ταχύτητα. Δυσμενέστερα αποτελέσματα επιφέρει η χρήση της συσκευής χειρός σε σχέση με τη συσκευή ακουστικών και μικροφώνου. Αναφέρεται ότι διατηρούνται επιφυλάξεις στην προσπάθεια γενίκευσης των ανωτέρω συμπερασμάτων σε πραγματικές οδικές συνθήκες.

2.2.3 Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο τμήμα εγκληματολογίας του Πανεπιστημίου του Ισραήλ (Rosenbloom, 2005) είχε ως στόχο τον **προσδιορισμό της επιρροής της χρήσης κινητού**, και συγκεκριμένα της συσκευής ακουστικών και μικροφώνου (hands-free), **στην ταχύτητα και στην απόσταση ασφαλείας**.

Στο πείραμα συμμετείχαν είκοσι τρεις ενήλικες οι οποίοι οδήγησαν για 90 λεπτά. Στη διάρκεια της διαδρομής αυτής ο καθένας τους έλαβε ένα τηλεφώνημα. Για την ευχερέστερη παρατήρηση, θεωρήθηκαν δυο δεκάλεπτες περίοδοι, μία κατά τη διάρκεια της τηλεφωνικής τους συνομιλίας και μία μετά το πέρας της συνομιλίας.

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές**, ορίστηκαν η χρήση κινητού και η διάρκεια της κλήσης. Η διάρκεια της κλήσης κυμαινόταν από 5 ως 15 λεπτά. **Εξαρτημένες μεταβλητές** θεωρήθηκαν η ταχύτητα και η απόσταση ασφαλείας. Ειδικά εκπαιδευμένοι παρατηρητές, από τη θέση του συνοδηγού, εκτιμούσαν την απόσταση του οχήματος στο οποίο επέβαιναν από το προπορευόμενο και κατέγραφαν την ταχύτητα από το ταχύμετρο του οχήματος.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με χρήση του στατιστικού ελέγχου t-test για ταιριαστά δείγματα, σε πρώτη φάση, και της ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA) στη συνέχεια. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος t-test με στόχο την αποτίμηση της μεταβολής της ταχύτητας και της απόστασης ασφαλείας μεταξύ της φάσης της ταυτόχρονης οδήγησης και χρήσης κινητού και της φάσης της

οδήγησης χωρίς τη χρήση αυτού. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τη μέθοδο αυτή και αφορούν στη μέση ταχύτητα, έδειξαν ότι αυτή μειώθηκε κατά τη διάρκεια που οι οδηγοί μιλούσαν στο κινητό, σε σχέση με τη φάση που δε μιλούσαν, χωρίς ωστόσο η μεταβολή αυτή να είναι σημαντική. Όσον αφορά στην απόσταση ασφαλείας, αυτή ελαττώθηκε κατά ένα σημαντικό, στατιστικά, βαθμό από έναν μέσο όρο των 8,39m κατά τη φάση που δε μιλούσαν στο κινητό στον μέσο όρο των 6,30m κατά τη φάση που μιλούσαν.

Με χρήση της ανάλυσης της διακύμανσης επιχειρήθηκε να διερευνηθεί η επιρροή της διάρκειας της κλήσης στην ταχύτητα, η οποία και αποδείχθηκε σημαντική. Από **τα αποτελέσματα** προέκυψε ότι, οι οδηγοί που έλαβαν σύντομες κλήσεις μείωσαν την ταχύτητά τους από τα 105 km/h, ταχύτητα που είχαν ενώ οδηγούσαν χωρίς να μιλούν στο κινητό, στα 100,71km/h, ενώ οδηγούσαν και μιλούσαν στο κινητό. Σε αντίθεση με αυτούς, οι οδηγοί που επιδόθηκαν σε μακρές κλήσεις αύξησαν την ταχύτητά τους από τα 105,56 km/h, ενώ οδηγούσαν χωρίς να μιλούν στο κινητό στα 109,44 km/h, ενώ οδηγούσαν και μιλούσαν στο κινητό. Η ανάλυση της διακύμανσης δεν ανέδειξε καμία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας κλήσης και της απόστασης ασφαλείας.

2.2.4 ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΟΔΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Η έρευνα που περιγράφεται εδώ, πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Linköping της Σουηδίας (Tornros, Bolling, 2006) και έχει ως αντικείμενο την **επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση σε διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα**. Στη μελέτη αυτή, που διενεργήθηκε με συσκευή προσομοίωσης, συμμετείχαν 48 άτομα, ηλικίας 24-54 ετών. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν δύο φορές κατά μήκος μιας διαδρομής 70 km. Οι μισοί από αυτούς οδήγησαν με και χωρίς συσκευή ακουστικών και μικροφώνου και οι άλλοι μισοί οδήγησαν με και χωρίς συσκευή χειρός. Η διαδρομή που ήταν πανομοιότυπη για όλους τους συμμετέχοντες διακρίθηκε σε πέντε διαφορετικά περιβάλλοντα:

- υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h
- υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 70km/h
- αστικό δίκτυο χαμηλής διακύμανσης (όριο ταχύτητας 50km/h)
- αστικό δίκτυο μέτριας διακύμανσης
- αστικό δίκτυο υψηλής διακύμανσης

Ο ανωτέρω διαχωρισμός των αστικών περιβαλλόντων βασίζεται στο διαχωρισμό που προτάθηκε από τον Fastenmeier (1995).

Στις **ανεξάρτητες μεταβλητές**, εκτός από τη χρήση κινητού και τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητού, συμπεριλήφθηκε και ο τύπος του οδικού περιβάλλοντος. Τα μεγέθη που παρατηρήθηκαν και θεωρήθηκαν, συνεπώς, ως **εξαρτημένες μεταβλητές**, ήταν ο χρόνος αντίδρασης στα διάφορα ερεθίσματα και η μέση ταχύτητα διαδρομής.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της **ανάλυσης της διακύμανσης** (variance analysis). Η διακύμανση εκφράζεται με το ω^2 , όπου σημαντικές θεωρούνται τιμές του ω^2 μεγαλύτερες ή ίσες με 0,15. Μεσαίας σημαντικότητας χαρακτηρίζονται τιμές του ω^2 γύρω από το 0,6, ενώ τιμές μικρότερες ή ίσες του 0,1 θεωρούνται ασήμαντης επιρροής. Όταν η ανάλυση της διακύμανσης εντοπίζει επιρροή του περιβάλλοντος τότε, επιστρατεύεται το Tukey post hoc test για να προσδιοριστεί η διαφορά μεταξύ των περιβαλλόντων.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης έδειξαν σχετικά μικρή επιρροή του τύπου του περιβάλλοντος **στον χρόνο αντίδρασης**. Με το Tukey post hoc test βρέθηκε ότι ο χρόνος αντίδρασης ήταν μεγαλύτερος στο σύνθετο αστικό περιβάλλον από ότι στα υπόλοιπα. Σημαντική επιρροή στο χρόνο αντίδρασης έχει και η συνομιλία στο κινητό. Από την ανάλυση προέκυψε ότι, ο χρόνος αντίδρασης αυξάνεται λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας σε όλα τα περιβάλλοντα, ανεξαρτήτως του τύπου του κινητού. Η επιρροή αυτή είναι μεγαλύτερη για το υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90 km/h και το αστικό δίκτυο χαμηλής διακύμανσης.

Όσον αφορά **στην ταχύτητα**, αναδείχθηκε εξαιρετικά σημαντική επιρροή του περιβάλλοντος σε αυτή. Η ταχύτητα έλαβε τη μικρότερη τιμή της στο αστικό δίκτυο

υψηλής διακύμανσης. Επιπλέον, εμφανίστηκε μικρή επιρροή της χρήσης κινητού στην ταχύτητα. Τέλος, η συνομιλία μέσω συσκευής χειρός επέφερε ελάττωση στην ταχύτητα σε όλα τα περιβάλλοντα, ενώ η συνομιλία μέσω συσκευής ακουστικών και μικροφώνου έφερε παρόμοιο αποτέλεσμα μόνο στο υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h και στο αστικό δίκτυο υψηλής διακύμανσης.

Μια παρεμφερής έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Φιλαδέλφεια (Wilcox, 2004) με σκοπό τη **σύγκριση της οδήγησης με και χωρίς σύστημα ακουστικών και μικροφώνου σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα προσομοίωσης.**

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν είκοσι τέσσερα άτομα, έντεκα γυναίκες και δεκατρείς άντρες. Η διαδικασία της παρατήρησης βασίστηκε σε δύο εκδοχές οδήγησης, μία με χρήση κινητού και μία χωρίς αυτή. Και στις δύο περιπτώσεις οι συμμετέχοντες οδήγησαν τόσο σε προαστιακό, όσο και σε υπεραστικό δίκτυο.

Ορίστηκαν τρεις **μεταβλητές ως εξαρτημένες**: η μέση απόκλιση από το κέντρο της λωρίδας κυκλοφορίας, ο χρόνος αντίδρασης σε ένα ξαφνικό γεγονός και η ταχύτητα διαδρομής.

Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος t-test**. Μετά την ανάλυση παρατηρήθηκαν τα εξής:

- 17 από τους 24 συμμετέχοντες που οδηγούσαν με κινητό τηλέφωνο με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου δεν παρέκκλιναν της πορείας τους.
- Και οι 24 συμμετέχοντες αντέδρασαν γρηγορότερα σ' ένα ξαφνικό γεγονός κατά τη διαδρομή όπου γινόταν χρήση κινητού τηλεφώνου με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου σε σχέση με τη διαδρομή όπου γινόταν χρήση κινητού τηλεφώνου με συσκευή χειρός. Ο μέσος χρόνος αντίδρασης ήταν κατά 181% μικρότερος για τη χρήση κινητού τηλεφώνου με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (2,1 δευτερόλεπτα σε αντίθεση με τα 5,9 δευτερόλεπτα που χρειάστηκαν κατά την οδήγηση με κινητό τηλέφωνο με συσκευή χειρός).
- 22 από τους 24 συμμετέχοντες διατηρούσαν σταθερή ταχύτητα διαδρομής με κινητό τηλέφωνο με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου.

2.2.5 Η ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Στο Πανεπιστήμιο Linköping της Σουηδίας πραγματοποιήθηκε η έρευνα που ακολουθεί (Alm and Nilsson, 1993). Πρόκειται, και σε αυτή την περίπτωση, για μία έρευνα προσομοίωσης που επικεντρώθηκε στην **επιρροή της χρήσης κινητού, τύπου ακουστικών και μικροφώνου, κατά την οδήγηση, σε δύο διαφορετικής δυσκολίας διαδρομές.**

Σαράντα άτομα, είκοσι άνδρες και είκοσι γυναίκες, ηλικίας 23-61 ετών συμμετείχαν στη διαδικασία του πειράματος. Δύο παράγοντες διαφοροποιήθηκαν στο πείραμα: η καμπυλότητα της οδού (από εύκολη, ομαλή και σχεδόν ευθεία διαδρομή, σε δυσκολότερη με έντονες οριζοντιογραφικές καμπύλες) και η υποβολή ή μη των συμμετεχόντων σε τηλεφωνικές κλήσεις.

Εξετάστηκαν, ως **εξαρτημένες μεταβλητές**, η ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης σε οπτικά ερεθίσματα και η πλευρική θέση του οχήματος ως προς τη λωρίδα κυκλοφορίας. Η συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο και η καμπυλότητα της διαδρομής αποτέλεσαν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Η μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση ήταν η **ανάλυση της διακύμανσης**.

Από την ανάλυση εξήχθησαν τα **συμπεράσματα** που παρατίθενται στη συνέχεια. Όσον αφορά στον χρόνο αντίδρασης, βρέθηκε σημαντική επιρροή της καμπυλότητας της οδού στα διάφορα ερεθίσματα σε αντίθεση με τη χρήση κινητού, η οποία δεν είχε σημαντική επιρροή. Η χρήση κινητού δε φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά ούτε την πλευρική θέση του οχήματος στη λωρίδα κυκλοφορίας. Βρέθηκε ακόμα ότι, η διαφοροποίηση στην πλευρική θέση μεταξύ εκείνων που μιλούν στο κινητό και εκείνων που δε μιλούν είναι πολύ μικρή για την εύκολη (ευθεία) διαδρομή. Η διαφορά αυτή είναι μεγαλύτερη για τη δύσκολη διαδρομή. Η ταχύτητα, όπως αναμενόταν, ελαττώθηκε λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας. Η διαφορά της ταχύτητας των οδηγών που μιλούσαν και εκείνων που δε μιλούσαν είναι στατιστικά σημαντική για την εύκολη διαδρομή, ενώ δεν αγγίζει τη στατιστική σημαντικότητα για τη δύσκολη διαδρομή.

2.2.6 Η ΗΛΙΚΙΑ ΩΣ ΠΑΡΑΓΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Στο Πανεπιστήμιο της Ούτα (Utah) των Ηνωμένων Πολιτειών πραγματοποιήθηκε μια έρευνα (Strayer & Drews, 2001) με θέμα τις **επιπτώσεις της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση σε νέα και ηλικιωμένα άτομα**. Η οδήγηση ήταν εικονική και οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν με χρήση κινητού τηλεφώνου με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (hands free).

Ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να εξετάσει κατά πόσο η χρήση κινητού κατά την οδήγηση καθώς και η ηλικία των οδηγών επηρεάζουν την οδηγική τους συμπεριφορά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παλαιότερων ερευνών, αναμενόταν ότι όσο οι απαιτήσεις της οδήγησης αυξάνονταν, τόσο μεγαλύτερη εξασθένιση θα παρουσίαζε η απόδοση των ηλικιωμένων σε σχέση με αυτή των νέων ατόμων. Επίσης, όπως είχε παρατηρηθεί προηγούμενα, οι ηλικιωμένοι οδηγοί είχαν έξι φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα απ' ότι οι νέοι οδηγοί.

Στην έρευνα συμμετείχαν είκοσι νεαροί ενήλικες με μέσο όρο ηλικίας τα 20,2 έτη και είκοσι γηραιότεροι ενήλικες με μέσο όρο ηλικίας τα 69,5 έτη. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν δύο σενάρια οδήγησης, ένα με χρήση κινητού τηλεφώνου και ένα χωρίς χρήση.

Εξετάστηκαν τέσσερις **εξαρτημένες μεταβλητές**, που αφορούσαν στις αντιδράσεις του οδηγού στις ενέργειες του προπορευόμενου του οχήματος. Οι μεταβλητές αυτές ήταν ο χρόνος αντίδρασης του συμμετέχοντα στο φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, η απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο οχημάτων, η ταχύτητα του εξεταζόμενου οχήματος και ο χρόνος επανάκτησης του μισού της ταχύτητας που είχε χαθεί κατά το φρενάρισμα. Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** ορίστηκαν η ηλικία κάθε συμμετέχοντα και ο τρόπος οδήγησης (με ή χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου). Το προπορευόμενο όχημα καθόριζε τις συνθήκες διεξαγωγής της έρευνας.

Για την ανάλυση, συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία που προέκυψαν κατά τα δύο σενάρια και εφαρμόστηκε, σε πρώτη φάση, **η ανάλυση της διακύμανσης** με πολλές μεταβλητές (MANOVA - multivariate analysis of variance). Στη συνέχεια έγινε χρήση της ίδιας μεθόδου ανάλυσης με μία μόνο μεταβλητή (ANOVA - analysis of variance). Και για τις δύο μεθόδους ανάλυσης τέθηκε η προϋπόθεση να μη γίνεται δεκτή πιθανότητα μεγαλύτερη του 0,05 ($p < 0,05$). Το μέγεθος των επιπτώσεων υπολογίστηκε με το δείκτη d του Cohen.

Από **τα αποτελέσματα** φάνηκε ότι, η ταχύτητα των οδηγών που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση ήταν μικρότερη σε σχέση με εκείνη των οδηγών που δε μιλούσαν στο κινητό. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που επιδίδονταν σε τηλεφωνική συνομιλία οδηγούσαν κατά 18% πιο αργά σε σχέση με εκείνους που δεν έκαναν χρήση του κινητού τους τηλεφώνου. Επιπλέον, η απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο τους όχημα ήταν κατά 12% μεγαλύτερη και χρειάζονταν 17% περισσότερο χρόνο για να επανακτήσουν το μισό της ταχύτητας που είχαν πριν το φρενάρισμα. Τέλος, ο χρόνος αντίδρασης ενός νέου που οδηγεί και παράλληλα χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο βρέθηκε ίσος προς το χρόνο αντίδρασης ενός ηλικιωμένου, ο οποίος δε χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση.

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν (Nowakowski, Friedman, Green, 2001) επιδιώχθηκε να προσδιοριστούν **οι επιπτώσεις της χρήση κινητού, σε συνάρτηση με την καμπυλότητα της οδού και την ηλικία των οδηγών, στην κυκλοφορία.**

Είκοσι τέσσερις οδηγοί, δώδεκα νέοι και δώδεκα ηλικιωμένοι, εκ των οποίων έξι γυναίκες και έξι άντρες σε κάθε ομάδα, δήλωσαν συμμετοχή. Οι συμμετέχοντες είχαν να αντιμετωπίσουν τρεις συνθήκες οδήγησης με κυμαινόμενη δυσκολία. Η δυσκολία αφορούσε στην καμπυλότητα της οδού (ευθεία οδός, οδός με ήπιες στροφές, οδός με απότομες στροφές). Κάθε ένα από τα σενάρια επαναλαμβάνονταν δύο φορές, με τη διαφορά ότι την πρώτη φορά ο οδηγός απαντούσε στις κλήσεις πατώντας ένα κουμπί που βρισκόταν στο τιμόνι του, ενώ τη δεύτερη φορά πατούσε το κουμπί απάντησης κλήσεων του κινητού. Επίσης, το όνομα εκείνου που καλούσε τον οδηγό εμφανιζόταν σε δύο διαφορετικά σημεία κατά περίπτωση.

Οι **εξαρτημένες μεταβλητές** που εξετάστηκαν κατά την έρευνα ήταν ο χρόνος απάντησης στην εισερχόμενη κλήση, η απόκλιση της πορείας του οχήματος, η συχνότητα εκτροπής του οχήματος από την πορεία του, η διακύμανση της ταχύτητας, το ποσοστό της ταχύτητας που χάθηκε κατά το φρενάρισμα και το αναφερόμενο ποσοστό δυσκολίας της διαδικασίας. Εφαρμόστηκε η μέθοδος της **ανάλυσης της διακύμανσης** με **ανεξάρτητες μεταβλητές** την ηλικία, το φύλο, τη θέση που εμφανιζόταν το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό, την καμπυλότητα της οδού και τη διάρκεια της κλήσης.

Από **τα αποτελέσματα** που προέκυψαν αποδείχθηκε πως η θέση που εμφανιζόταν το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό και η θέση του κουμπιού απάντησης της κλήσης έπαιξαν σημαντικό ρόλο **στο χρόνο απάντησης** της εισερχόμενης κλήσης. Σημαντικός παράγοντας αποδείχτηκε και η ηλικία, αφού ο μέσος χρόνος απάντησης της εισερχόμενης κλήσης από τους ηλικιωμένους ήταν κατά 0,94 δευτερόλεπτα μεγαλύτερος από εκείνον των νέων οδηγών. Αυτό που δε φάνηκε να επηρεάζει καθόλου το αποτέλεσμα ήταν το φύλο των συμμετεχόντων.

Όσον αφορά **στην ικανότητα οδήγησης**, προέκυψε ότι, οι ηλικιωμένοι οδηγοί είχαν μεγαλύτερη δυσκολία στο να διατηρήσουν την πορεία τους και παρέκκλιναν συχνότερα από ότι οι νέοι οδηγοί. Επίσης, την ικανότητα οδήγησης των ηλικιωμένων οδηγών επηρέασε αρνητικά και η θέση που εμφανιζόταν το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό. Αντιθέτως, για τους νέους οδηγούς, η ικανότητα οδήγησης στην περίπτωση της απλής οδήγησης και στην περίπτωση οδήγησης με κινητό τηλέφωνο παρουσίασε ασήμαντη διαφορά. Συγκεκριμένα, στις περιπτώσεις οδήγησης με κινητό τηλέφωνο, παρουσίαζαν συχνότερη εκτροπή της πορείας τους από ότι στις περιπτώσεις οδήγησης χωρίς κινητό τηλέφωνο.

Όσο για **την ταχύτητα**, η ηλικία φάνηκε να την επηρεάζει σημαντικά, καθώς οι νέοι οδηγοί δεν παρουσίασαν καμιά διαφορά στην ταχύτητα κατά τα διάφορα σενάρια, σε αντίθεση με τους ηλικιωμένους οδηγούς, που ελάττωναν την ταχύτητα όσο δυσκόλευαν τα σενάρια της έρευνας. Τέλος, το φύλο φάνηκε να επηρεάζει την ταχύτητα, αφού οι ηλικιωμένες γυναίκες παρουσίασαν μειωμένη ταχύτητα σε σχέση με τους άντρες της ίδιας ηλικιακής ομάδας.

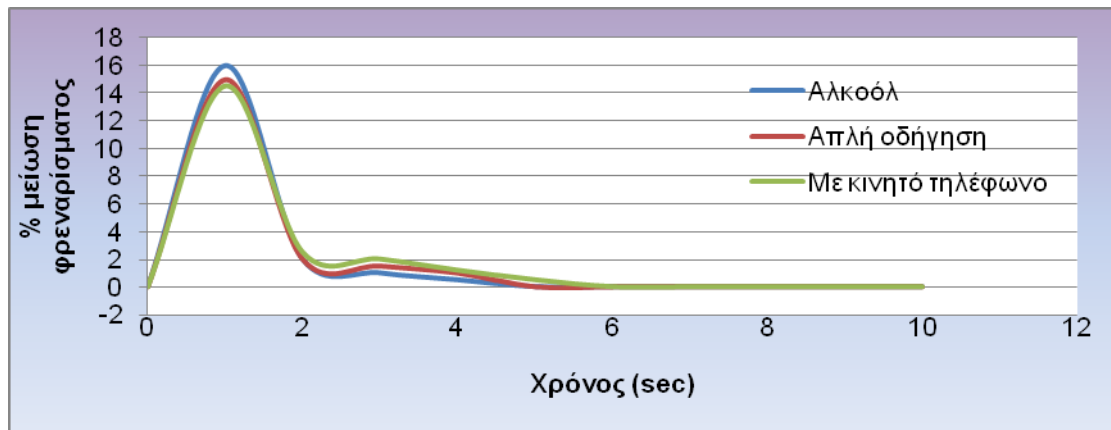
2.2.7 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΙΑ ΑΛΚΟΟΛ

Ακόμα μια έρευνα (Strayer, Drews, & Crouch, 2003) που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Γιούτα είχε ως θέμα τις **επιπτώσεις της χρήσης κινητού καθώς και της επήρειας αλκοόλ στην οδική συμπεριφορά**.

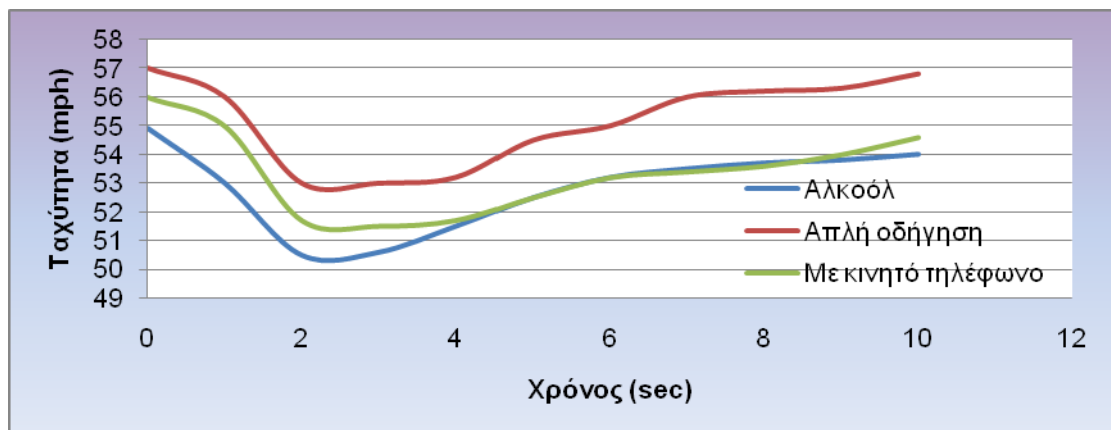
Σαράντα ένα ενήλικες, είκοσι έξι άντρες και δεκαπέντε γυναίκες, με μέσο όρο ηλικίας τα 25,7 έτη, συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν τρεις φορές. Την πρώτη φορά η οδήγηση πραγματοποιήθηκε χωρίς χρήση κινητού και οι οδηγοί ήταν νηφάλιοι (απλή οδήγηση). Κατά τη δεύτερη διαδρομή επιτρεπόταν η χρήση κινητού τηλεφώνου, άλλοτε με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου και άλλοτε χωρίς αυτό, ανάλογα με την προτίμηση του οδηγού. Κατά την τελευταία διαδρομή, οι οδηγοί θα έπρεπε πριν οδηγήσουν να καταναλώσουν μια ποσότητα αλκοόλ, η οποία θα ήταν μέσα στα νόμιμα πλαίσια.

Σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστούν έξι **εξαρτημένες μεταβλητές** σχετικές με τις αντιδράσεις του συμμετέχοντα στις ενέργειες του προπορευόμενου οχήματος. Οι μεταβλητές αυτές ήταν ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών στο φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, η δύναμη με την οποία οι οδηγοί πατούσαν το πετάλι των φρένων, η ταχύτητα, η απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα και ο χρόνος που χρειάζονταν για να επανακτήσουν το μισό της ταχύτητας που είχαν πριν το φρενάρισμα. Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** ορίστηκαν ανά δύο τα τρία σενάρια της έρευνας (απλή οδήγηση, οδήγηση με συνομιλία στο κινητό με ή χωρίς σύστημα ακουστικών και μικροφώνου και οδήγηση με νόμιμη ποσότητα αλκοόλ στο αίμα). Για την στατιστική ανάλυση των στοιχείων εφαρμόστηκε η **ανάλυση της διακύμανσης** με πολλές μεταβλητές.

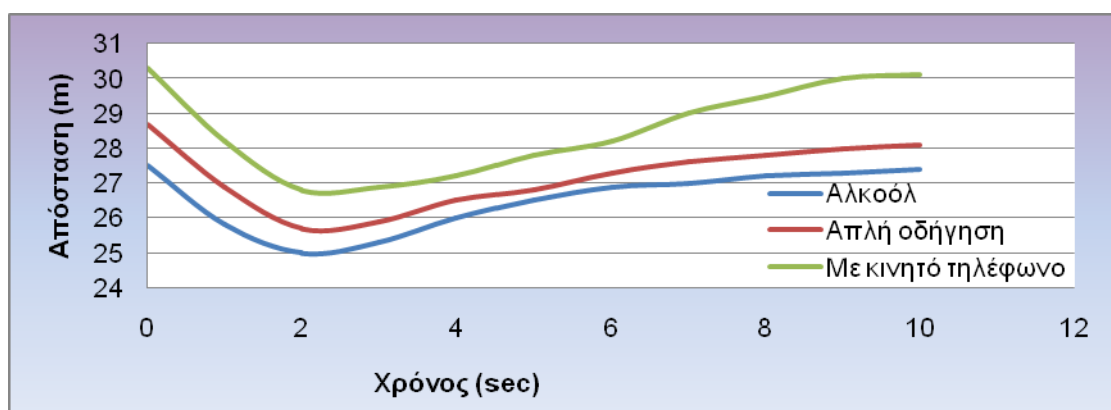
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρία γραφήματα από τα οποία εξάγονται συμπεράσματα που αφορούν στη συμπεριφορά των οδηγών.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1: Ποσοστό μείωσης φρεναρίσματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2: Ταχύτητα εξεταζόμενου οχήματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3: Απόσταση ασφαλείας εξεταζόμενου οχήματος από προπορευόμενο σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση, **η ικανότητα οδήγησης** με χρήση κινητού τηλεφώνου μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τις άλλες δύο περιπτώσεις. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε απέδειξε πως οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν το κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση είχαν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης από ότι όταν οι ίδιοι οδηγούσαν κατά το σενάριο της απλής οδήγησης. Αντίθετα, όσοι οδηγούσαν μεθυσμένοι αντιδρούσαν το ίδιο γρήγορα με την περίπτωση της απλής οδήγησης. Ωστόσο, οδηγούσαν πιο επιθετικά και φρέναραν χρησιμοποιώντας μεγαλύτερη δύναμη. Γενικά, με την έρευνα αυτή αποδείχθηκε πως η ικανότητα οδήγησης φαίνεται να μειώνεται τόσο εξαιτίας της χρήσης του κινητού τηλεφώνου, ακόμα και στην περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα ακουστικών και μικροφώνου, όσο και εξαιτίας της επήρειας αλκοόλ.

2.2.8 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας (Κοντοδήμα Ευφροσύνη, Καρεκλά Ξένια, 2008) η οποία εκπονήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, αποτέλεσε η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου** στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

2.2.8.1 Διαδικασία πειράματος

Στόχος του πειράματος ήταν να διερευνηθεί η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά των οδηγών και πιο συγκεκριμένα στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν δύο φορές κατά μήκος της ίδιας καθορισμένης διαδρομής, μήκους 5,9 km. Στην πρώτη διαδρομή τους ζητήθηκε να οδηγήσουν χωρίς να χρησιμοποιήσουν το κινητό τους τηλέφωνο, ενώ κατά τη διάρκεια της δεύτερης διαδρομής οδηγούσαν συνομιλώντας τηλεφωνικά με συνεργάτη του πειράματος.

2.2.8.2 Συμμετέχοντες

Αποφασίστηκε η έρευνα να εστιάσει στη μελέτη της συμπεριφοράς νέων οδηγών. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι, οι νέοι οδηγοί είναι εκείνοι που προσελκύονται περισσότερο από τα τεχνολογικά επιτεύγματα και συνεπώς είναι πιο

εξοικειωμένοι με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, τόσο γενικότερα, όσο και κατά την οδήγηση. Για τον λόγο αυτό, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 18-35 ετών. Στο πείραμα συμμετείχαν **37 εθελοντές**, 26 άντρες και 11 γυναίκες. Κοινό χαρακτηριστικό των συμμετεχόντων είναι ότι όλοι τους γνώριζαν την περιοχή της Πολυτεχνειούπολης καθώς και το οδικό δίκτυο εντός αυτής. Οι περισσότεροι από αυτούς ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου ενώ κάποιοι άλλοι εργάζονταν σε αυτό.

2.2.8.3 Διαδρομή

Η διαδρομή που καθορίστηκε για την παρατήρηση της συμπεριφοράς των οδηγών βρισκόταν εντός της Πολυτεχνειούπολης. Η διαδρομή ήταν η ίδια για όλους τους συμμετέχοντες και το συνολικό της μήκος ανέρχεται στα 5,9 km. Επισημαίνεται ότι, το οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης μπορεί να θεωρηθεί ως ημιαστικό και χρησιμοποιείται από τα οχήματα της Πολυτεχνικής κοινότητας (φοιτητές, καθηγητές, εργαζόμενοι) και των επισκεπτών της Πολυτεχνειούπολης. Κατά τις χρονικές περιόδους μεταξύ 7-9 το πρωί και 2-4 το απόγευμα, η πύλη Ζωγράφου είναι ανοιχτή και επιτρέπεται στη διερχόμενη κυκλοφορία να διασχίσει την Πολυτεχνειούπολη χρησιμοποιώντας και τις πύλες Κατεχάκη και Κοκκινοπούλου. Επισημαίνεται ότι, σε ολόκληρο το οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης υπάρχουν τοπικές υπερυψώσεις του οδοστρώματος (σαμαράκια) για τον περιορισμό των ταχυτήτων που αναπτύσσονται. Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** συντάχθηκαν ερωτηματολόγια, που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά των οδηγών και πραγματοποιήθηκε πείραμα με 37 νέους οδηγούς (26 άνδρες, 11 γυναίκες) σε πραγματικές οδικές συνθήκες. Από τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας του πειράματος προέκυψαν επιπλέον μεταβλητές, όπως η μέση ταχύτητα διαδρομής και οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί.

2.2.8.4 Επεξεργασία των στοιχείων

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** και κατ' επέκταση την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Από την ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, εξετάζουν ως εξαρτημένες μεταβλητές την ταχύτητα της συνολικής διαδρομής, της ελεύθερης και της

διακοπτόμενης ροής. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων των ταχυτήτων, ορίστηκαν η χρήση κινητού τηλεφώνου, το φύλο, η ετήσια διανυόμενη απόσταση και οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί.

2.2.8.5 Συμπεράσματα

Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Συγκεκριμένα, κατά την οδήγηση με ταυτόχρονη χρήση κινητού τηλεφώνου, η μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (V_t) μειώνεται κατά **15,6%**, η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής (V_f) μειώνεται κατά **14,3%** και η μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής (V_d) μειώνεται κατά **16,4%**.

Όσον αφορά στους **μέσους χρονικούς διαχωρισμούς**, αυτοί φαίνεται να αυξάνονται με τη χρήση κινητού, σύμφωνα με τις μετρηθείσες τιμές, κατά 35%. Ωστόσο, κατά την ανάλυση των στοιχείων δεν προέκυψε κάποιο μοντέλο, στο οποίο η χρήση κινητού να είναι στατιστικά σημαντική μεταβλητή. Συμπεραίνεται, συνεπώς, ότι η αύξηση αυτή δεν επαληθεύεται στατιστικά.

Η **χρήση κινητού** φαίνεται να **επιφέρει την ίδια σχεδόν ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας τόσο των αντρών, όσο και των γυναικών οδηγών**, ανεξάρτητα από την ετήσια διανυόμενη απόσταση. Επισημαίνεται ότι οι άντρες οδηγοί διατηρούν υψηλότερη ταχύτητα κυκλοφορίας σε σχέση με την αντίστοιχη ταχύτητα των γυναικών και στην περίπτωση της χρήσης και στην περίπτωση της μη χρήσης κινητού.

Εκτός από τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία, η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει και την οδική ασφάλεια. **Η μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας** (και ενδεχομένως η αύξηση των χρονικών διαχωρισμών), ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, **έχει ίσως θετικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια**. Διατηρώντας μία μειωμένη ή εντός των επιτρεπτών ορίων ταχύτητα κυκλοφορίας, οι οδηγοί έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν σε ένα ξαφνικό συμβάν. Παρόλα αυτά, η οδήγηση με χρήση κινητού σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής, αφού ο οδηγός που μιλά στο κινητό έχει αποσπασμένη την

προσοχή του με αποτέλεσμα μεγαλύτερη πιθανότητα λανθασμένου χειρισμού και συνεπαγόμενη πιθανότητα ατυχήματος.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στις επιπτώσεις της χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Όλες οι έρευνες εστίασαν στη μελέτη της συμπεριφοράς των οδηγών που χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο κατά την οδήγηση. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις.

- **Η χρήση κινητού επιφέρει αναμφίβολα μεταβολή** στην συμπεριφορά των οδηγών. Μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις τα αποτελέσματα των ερευνών να διαφέρουν αριθμητικά, δείχνουν όμως μια γενική τάση στη μεταβολή των διαφόρων παραμέτρων. Αναφέρεται ότι προέκυψαν και συμπεράσματα που αφορούν σε μεγέθη διακριτά, των οποίων η μέτρηση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί με έναν κωδικοποιημένο και αντικειμενικό τρόπο.
- **Η ταχύτητα των οδηγών τείνει να μειωθεί** στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις, που προέρχονται από την ταυτόχρονη οδήγηση και χρήση κινητού. Όσον αφορά τη χωρικούς διαχωρισμούς δε διαφαίνεται κάποια τάση αλλά παρατηρούνται αυξομειώσεις στην τιμή του.

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά **στην ταχύτητα** (Κοντοδήμα Ευφροσύνη, Καρεκλά Ξένια, 2008):

- Η ταχύτητα βρέθηκε μικρότερη κατά τη διάρκεια της κλήσης από ότι στις περιόδους πριν και μετά από αυτή. **Οι οδηγοί ελαττώνουν ταχύτητα**, στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις, που προέρχονται από την χρήση κινητού (Haigney, Taylor and Westerman, 1999).
- **Η ταχύτητα μειώθηκε** κατά τη διάρκεια που οι οδηγοί μιλούσαν στο κινητό, σε σχέση με τη φάση που δε μιλούσαν, χωρίς ωστόσο η μεταβολή αυτή να είναι σημαντική (Rosenbloom, 2005).

- **Η ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 18%** για τους οδηγούς που επιδίδονταν σε τηλεφωνική συνομιλία, σε σχέση με εκείνους που δεν έκαναν χρήση κινητού (Strayer & Drews, 2001).
- Η ταχύτητα φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από τη διάρκεια της κλήσης. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που έλαβαν σύντομες κλήσεις μείωσαν την ταχύτητά τους από τα 105km/h στα 100,71km/h. Σε αντίθεση με αυτούς, οι οδηγοί που επιδόθηκαν σε μακρές κλήσεις αύξησαν την ταχύτητά τους από τα 105,56km/h στα 109,44km/h (Rosenbloom, 2005).
- **Η ταχύτητα διατηρήθηκε σταθερή** κατά την οδήγηση με χρήση κινητού με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (Wilcox, 2004).
- **Η ταχύτητα επηρεάζεται εξαιρετικά σημαντικά από το οδικό περιβάλλον.** Η ταχύτητα έλαβε τη μικρότερη τιμή της στο αστικό δίκτυο υψηλής διακύμανσης. Η συνομιλία μέσω συσκευής χειρός επέφερε ελάττωση στην ταχύτητα σε όλα τα περιβάλλοντα, ενώ η συνομιλία μέσω συσκευής ακουστικών και μικροφώνου έφερε παρόμοιο αποτέλεσμα μόνο στο υπεραστικό δίκτυο και στο αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας (Tornros, Bolling, 2006).
- **Η ταχύτητα επηρεάζεται από τη δυσκολία της διαδρομής.** Η ελάττωση της ταχύτητας των οδηγών που μιλούσαν και εκείνων που δε μιλούσαν, είναι στατιστικά σημαντική για την εύκολη διαδρομή, ενώ δεν αγγίζει τη στατιστική σημαντικότητα για τη δύσκολη διαδρομή (Alm and Nilsson, 1993).
- **Η ταχύτητα φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από την ηλικία.** Οι νέοι οδηγοί δεν παρουσίασαν καμιά διαφορά στην ταχύτητα, σε αντίθεση με τους ηλικιωμένους οδηγούς, που ελάττωναν την ταχύτητα όσο δυσκόλευε η διαδρομή (Nowakowski, Friedman, Green, 2001).
- **Η ταχύτητα επηρεάζεται από το φύλο,** καθώς οι ηλικιωμένες γυναίκες παρουσίασαν μειωμένη ταχύτητα σε σχέση με τους άντρες της ίδιας ηλικιακής ομάδας (Nowakowski, Friedman, Green, 2001).

Όσον αφορά **στους χρονικούς διαχωρισμούς** (Κοντοδήμα Ευφροσύνη, Καρεκλά Ξένια, 2008):

- **Ελαττώθηκαν κατά ένα σημαντικό**, στατιστικά, **βαθμό** από ένα μέσο όρο των 8,39m κατά τη φάση χωρίς χρήση κινητού στο μέσο όρο των 6,30m κατά τη χρήση κινητού (Rosenbloom, 2005).
- Δε φάνηκε να τους επηρεάζει σημαντικά η διάρκεια κλήσης (Rosenbloom, 2005).
- **Βρέθηκαν κατά 12% μεγαλύτεροι** για τους οδηγούς που έκαναν χρήση του κινητού, σε σχέση με εκείνους που δεν έκαναν (Strayer & Drews, 2001).
- Δεδομένο είναι όμως, ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου **αποσπά την προσοχή** του οδηγού σε βαθμό που δεν αντισταθμίζεται από προσωρινή μείωση της ταχύτητας ή αύξηση του χρονικού διαχωρισμού.
- Υπογραμμίζεται ότι, από τις έρευνες που εντοπίστηκαν, **ελάχιστες** ήταν εκείνες που πραγματοποιήθηκαν σε **πραγματικό οδικό περιβάλλον** καθώς οι περισσότερες αφορούν σε εικονικές συνθήκες οδήγησης. Συνεπώς, τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν δεν μπορούν να υιοθετηθούν άκριτα
- Επιπρόσθετα, όπως διαπιστώθηκε μέσα από την αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών, μέχρι σήμερα η μόνη έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα, είναι αυτή των Κοντοδήμα – Καρεκλά (ΕΜΠ 2008), η οποία έλαβε χώρα σε συνθήκες ημιαστικού περιβάλλοντος.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, που αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, παρουσιάζεται η θεωρία στην οποία βασίζεται η στατιστική ανάλυση της διπλωματικής εργασίας. Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι, οι εξαρτημένες μεταβλητές του προβλήματος (ταχύτητα διαδρομής και χρονικοί διαχωρισμοί) αφενός λαμβάνουν συνεχείς τιμές και αφετέρου ακολουθούν κανονική κατανομή. Ένας πρόσθετος λόγος που οδήγησε στη χρήση της μεθόδου αυτής είναι ότι, πρόκειται περί μιας απλής, ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου πρόβλεψης κάποιας μεταβλητής. Στην πορεία αναζήτησης μιας καλύτερης συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, και αφού γίνει αναφορά σε κάποιες βασικές στατιστικές έννοιες, αναλύονται τα επιμέρους θεωρητικά στοιχεία που αφορούν τόσο στην γραμμική όσο και στην λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση καθώς και στα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Ο όρος **πληθυσμός** (population) αναφέρεται στο σύνολο των παρατηρήσεων του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι *πραγματικός*, ή *θεωρητικός*.

Ο όρος **δείγμα** (sample) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο

δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

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

(α) Ποιοτικές μεταβλητές (qualitative variables). Είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μίας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης. Η οικογενειακή κατάσταση είναι μια τέτοια μεταβλητή.

(β) Ποσοτικές μεταβλητές (quantitative variables). Είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Η ηλικία και ο αριθμός παιδιών μιας οικογένειας συνιστούν τέτοιες μεταβλητές. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις **διακριτές (ή ασυνεχείς)** και τις **συνεχείς**.

Σε μία διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές της είναι σταθερή ποσότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο αριθμός των μελών της οικογένειας. Αντίθετα, σε μία συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Ως παράδειγμα αναφέρουμε την ηλικία, για την οποία η διαφορά ανάμεσα σε δύο τιμές θα μπορούσε να είναι χρόνια, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Μέτρα αξιοπιστίας:

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

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

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

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

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

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

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

3.4 ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ – Η ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 1^{ης} ΤΑΞΗΣ

Η αυτοσυσχέτιση είναι συνηθισμένο φαινόμενο όταν χρησιμοποιούνται στοιχεία χρονολογικών σειρών. Η σχέση εξαρτήσεως, αν υπάρχει, ανάμεσα στις διαδοχικές τιμές του διαταρακτικού όρου μπορεί να πάρει διάφορες μορφές. Αν η τιμή του διαταρακτικού όρου στην περίοδο t εξαρτάται από την τιμή του στην περίοδο $t-1$, τότε παρουσιάζεται αυτοσυσχέτιση πρώτης τάξης. Αντίστοιχα, αν η τιμή του διαταρακτικού όρου στην περίοδο t εξαρτάται από την τιμή του στην περίοδο $t-2$, τότε παρουσιάζεται αυτοσυσχέτιση δεύτερης τάξης.

3.4.1 Συνέπειες της αυτοσυσχετίσεως

Το πρόβλημα με την αυτοσυσχέτιση είναι ότι επηρεάζει την αξιοπιστία των εκτιμήσεων που προκύπτουν από την κλασική μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Οι κυριότερες συνέπειες της αυτοσυσχετίσεως είναι οι εξής:

1. Οι εκτιμητές που προκύπτουν από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι αμερόληπτοι και συνεχείς αλλά δεν είναι αποτελεσματικοί. Δεν έχουν δηλαδή, τη μικρότερη δυνατή διακύμανση.
2. Οι εκτιμήσεις των διακυμάνσεων των συντελεστών, που προκύπτουν από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, δεν είναι αμερόληπτες και συνήθως οδηγούν σε υποεκτιμήσεις των αληθινών διακυμάνσεων, πράγμα που σημαίνει ότι όταν χρησιμοποιούμε τους σχετικούς τύπους από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων για τον υπολογισμό των διακυμάνσεων των συντελεστών, είναι πολύ πιθανό να υποεκτιμάται η αληθινή διακύμανση τους.
3. Η εκτίμηση της διακυμάνσεως του διαταρακτικού όρου που υπολογίζουμε από τα κατάλοιπα που προκύπτουν από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (S^2), δεν είναι αμερόληπτη εκτίμηση της διακυμάνσεως σ^2 και συνήθως οδηγεί σε υποεκτίμηση, που σημαίνει μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή προσδιορισμού (R^2). Ο συνδυασμός των (β) και (γ), έχει ως συνέπεια ότι τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το στατιστικό έλεγχο του υποδείγματος (έλεγχος υποθέσεων και διαστήματα εμπιστοσύνης) δεν είναι αξιόπιστα. Θα υπάρχει η τάση τα διαστήματα εμπιστοσύνης να είναι μικρότερα (στενότερα) και η μηδέν υπόθεση να απορρίπτεται όταν θα πρέπει να γίνεται δεκτή.
4. Οι προβλέψεις που προκύπτουν, όταν το υπόδειγμα εκτιμηθεί με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, δεν είναι αποτελεσματικές. Η διακύμανση του σφάλματος προβλέψεως θα είναι σχετικά μεγάλη, αφού εξαρτάται από τις διακυμάνσεις των συντελεστών -που δεν είναι ελάχιστες- και του διαταρακτικού όρου.

3.4.2 Έλεγχος για την ύπαρξη αυτοσυσχετίσεως

Οι περισσότεροι από τους διαθέσιμους τρόπους διαπιστώσεως και ελέγχου της αυτοσυσχετίσεως αναφέρονται σε αυτοσυσχέτιση πρώτης τάξεως επειδή, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αυτή είναι η πιο συνηθισμένη μορφή αυτοσυσχετίσεως του

διαταρακτικού όρου. Επιπλέον, όλοι οι συνηθισμένοι έλεγχοι βασίζονται στα κατάλοιπα που προκύπτουν από τον έλεγχο των ελαχίστων τετραγώνων, αφού τα κατάλοιπα αυτά είναι εκτιμήσεις των τιμών του διαταρακτικού όρου.

Ένας τρόπος για να διαπιστώσουμε την αυτοσυσχέτιση είναι το διάγραμμα διασποράς καταλοίπων. Η γραφική ανάλυση των καταλοίπων είναι βέβαια χρήσιμη και αποκαλυπτική για τη συμπεριφορά του διαταρακτικού όρου, αλλά δεν μπορεί να υποκαταστήσει τον αυστηρό στατιστικό έλεγχο. Το κριτήριο που συνήθως χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της αυτοσυσχετίσεως πρώτης τάξης είναι το κριτήριο Ντάρμπιν – Γουώτσον (Durbin - Watson). Το κριτήριο Ντάρμπιν - Γουώτσον βασίζεται στην κατανομή δειγματοληψίας της στατιστικής

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2}$$

- Αν $d=2$ δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση
- Αν $d=0$ υπάρχει πλήρης θετική αυτοσυσχέτιση
- Αν $d=4$ υπάρχει πλήρης αρνητική αυτοσυσχέτιση

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως, όταν $0 < d < 2$, υπάρχει κάποιος βαθμός θετικής αυτοσυσχετίσεως και όταν $2 < d < 4$, υπάρχει κάποιος βαθμός αρνητικής αυτοσυσχετίσεως. Γι' αυτές τις περιπτώσεις, ο έλεγχος για την ύπαρξη αυτοσυσχετίσεως γίνεται με τη βοήθεια πινάκων.

3.5 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

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

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

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

3.6 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.6.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

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

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

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

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

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

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων α και β που εκφράζουν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της Y από τη X . Κάθε ζεύγος τιμών (α , β)

καθορίζει μια διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή και οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

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

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

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

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

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

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

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

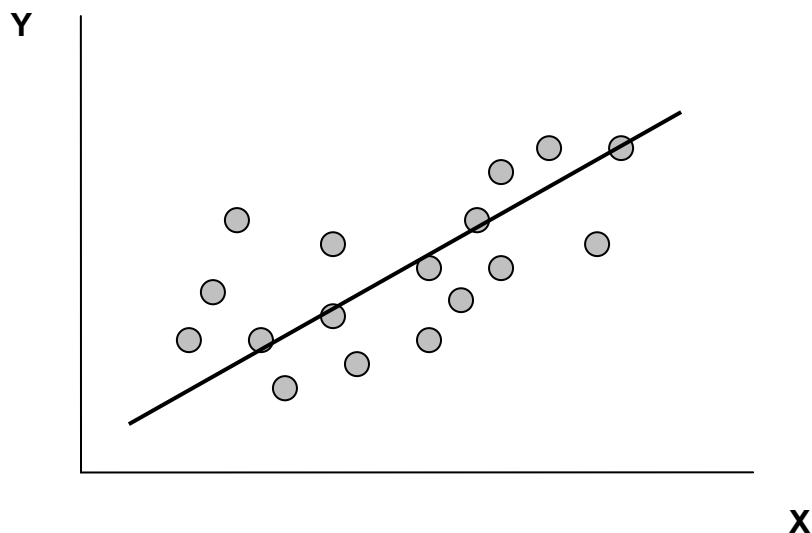
Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα ε_i της

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

3.6.2 Εκτίμηση των παραμέτρων

Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται με τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** (method of least squares). Ο προσδιορισμός των β_i , δίνει μια προσεγγιστική ευθεία, που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής Y δοθέντων των τιμών της X .

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



ΓΡΑΦΗΜΑ 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

3.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο εδάφιο, οι **βασικές προϋποθέσεις** που εξετάζονται **πριν την ανάπτυξη ενός μοντέλου** αφορούν καταρχήν στην κανονικότητα. Βάσει της προϋπόθεσης αυτής, απαιτείται οι τιμές της μεταβλητής Y να ακολουθούν κανονική κατανομή.

Η συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών αποτελεί τη δεύτερη βασική προϋπόθεση. Σύμφωνα με αυτή, οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους ($\rho(X_i, X_j) = 0 \quad \forall i \neq j$), γιατί σε αντίθετη περίπτωση δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Αν δηλαδή, σε ένα μοντέλο εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους, εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ενός μοντέλου **μετά τη διαμόρφωσή του**, είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών β_i της εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

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

Η ελαστικότητα αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης

μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

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

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

Όπου, s.e : τυπικό λάθος (standard error)

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

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

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

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

$$R^2 = SSR / SST$$

Όπου:

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

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

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

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

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

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

Αναφέρεται ότι η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του

σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

3.8 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

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

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

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

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

Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί.

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

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος
- Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i να μπορούν να εξηγηθούν λογικά
- Ο σταθερός όρος της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δε λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος
- Η τιμή του στατιστικού **ελέγχου t** να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%
- Το **επίπεδο σημαντικότητας** να είναι μικρότερο από 5%.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αφού επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση, ως μέθοδος στατιστικής ανάλυσης, αναπτύχθηκε η κατάλληλη διαδικασία εκτέλεσης ενός πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή στη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα και στους χωρικούς διαχωρισμούς.

Το παρόν κεφάλαιο, που αφορά στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων, χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, παρουσιάζεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε και τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση των προβλημάτων διαθεσιμότητας, ακρίβειας και αξιοπιστίας των προς συλλογή στοιχείων, καθώς και στον τρόπο αντιμετώπισής τους. Στο δεύτερο μέρος, που αφορά στην επεξεργασία των στοιχείων, παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των στοιχείων και ο τρόπος εισαγωγής τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπρόσθετα, αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε με τη χρήση στατιστικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του τρόπου επεξεργασίας των στοιχείων και των τρόπων αντιμετώπισης των διαφόρων ζητημάτων που προέκυψαν.

4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας, αλλά και στους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Θα εξεταστεί σε αστικό περιβάλλον και συγκεκριμένα επί της Λεωφόρου Κατεχάκη ο βαθμός, στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού (ηλικία, φύλο), και της ροής κυκλοφορίας (διαφορά ταχυτήτων και χρονοαποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα), συμβάλλουν στη μεταβολή της ταχύτητας και των χωρικών διαχωρισμών

4.2.1 Στόχος

Το πείραμα έλαβε χώρα σε δύο ξεχωριστά στάδια, όλες οι φάσεις των οποίων περιγράφονται αναλυτικά στα παρακάτω υποκεφάλαια. Θα πρέπει ωστόσο να τονιστεί ότι βασική επιδίωξη των ερευνητών καθ'όλη τη διάρκεια των μετρήσεων ήταν να μη γίνεται εύκολα αντιληπτή από τους οδηγούς η παρουσία της συσκευής βιντεοσκόπησης και της συσκευής μέτρησης ταχύτητας (όργανα τα οποία ήταν απαραίτητα στη 2^η φάση του πειράματος), ώστε να επηρεάζεται όσο το δυνατό λιγότερο η οδηγική τους συμπεριφορά. Δεν ήταν εξάλλου λίγες οι φορές (κυρίως τις πρώτες μέρες μετρήσεων) που παρατηρήθηκε, οδηγοί να ελαττώνουν απότομα ταχύτητα ή να κατεβάζουν το κινητό από το αυτοί, όταν γινόταν αντιληπτή η παρουσία των ερευνητών.

4.2.2 1^ο στάδιο πειράματος

Αρχικά, αποφασίστηκε η ακριβής τοποθεσία πραγματοποίησης των μετρήσεων. Επί της Λεωφόρου Κατεχάκη και συγκεκριμένα 200 m πριν τη συμβολή της με την είσοδο του πάρκου του στρατού και του θεάτρου Badmington, θεωρήθηκε ότι είναι το καταλληλότερο σημείο, λόγω της επαρκούς απόστασης από τον προηγούμενο και τον επόμενο φωτεινό σηματοδότη. Έτσι, τα οχήματα δεν βρίσκονται σε κατάσταση επιτάχυνσης-επιβράδυνσης λόγω του σηματοδότη αλλά ακολουθούν πορεία ελεύθερης ροής. Η ακριβής τοποθεσία παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.1: Ακριβής τοποθεσία πραγματοποίησης μετρήσεων

Κατόπιν, έλαβαν χώρα μετρήσεις στο διάστημα από 10/1/2008 έως 9/2/2008, μόνο τις εργάσιμες μέρες (Δευτέρα – Παρασκευή), οι οποίες είχαν ως στόχο την απόκτηση μιας αρχικής εικόνας για τα χαρακτηριστικά της ροής της οδού. Πιο συγκεκριμένα, μετρήθηκε το πλήθος των οχημάτων που διήλθαν από τη διατομή τόσο στη δεξιά, όσο και στη μεσαία λωρίδα, το φύλο των οδηγών και ο αριθμός εκείνων που έκαναν χρήση κινητού τηλεφώνου. Οι μετρήσεις έγιναν σε τυχαίες και διαφορετικές ώρες της ημέρας ώστε να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα για τα διαστήματα τα οποία η οδός παρουσιάζει συνθήκες κορεσμού ή πολύ μικρού κυκλοφοριακού φόρτου και στα οποία θα πρέπει να αποφευχθούν μετρήσεις στο δεύτερο στάδιο του πειράματος. Η διάρκεια των μετρήσεων κυμαινόταν από 20' έως 40'.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, παρατίθενται στον πίνακα 4.1. Η πρώτη στήλη αφορά στη μέρα της μέτρησης, η δεύτερη στη λωρίδα, ενώ ακολουθούν τα νούμερα αλλά και τα ποσοστά των μεταβλητών («άντρας – γυναίκα», «μιλάει-δε μιλάει» στο κινητό τηλέφωνο). Αξίζει να σημειωθεί, ότι στις τρεις πρώτες μέρες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις από έναν ερευνητή, γι' αυτό υπάρχουν στοιχεία μόνο για τη δεξιά λωρίδα ενώ τις υπόλοιπες 5, δύο ερευνητές κατέγραψαν ταυτόχρονα στοιχεία και για τις δύο λωρίδες.

ΜΕΡΑ	ΛΩΡΙΔΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΔΕΝ ΜΙΛΟΥΣΑΝ	ΜΙΛΟΥΣΑΝ	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΜΙΛΟΥΝΤΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΓΥΝΑΙΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΔΡΩΝ
1	δεξιά	396	378	18	268	128	5%	32%	68%
2	δεξιά	472	426	46	372	100	10%	21%	79%
3	δεξιά	446	416	30	342	104	7%	23%	77%
4	μεσαία	368	331	37	304	64	10%	17%	83%
4	δεξιά	251	242	9	198	53	4%	21%	79%
5	μεσαία	543	524	19	415	128	3%	24%	76%
5	δεξιά	357	349	8	259	98	2%	27%	73%
6	μεσαία	456	424	32	356	100	7%	22%	78%
6	δεξιά	528	502	26	400	128	5%	24%	76%
7	μεσαία	402	355	47	334	68	12%	17%	83%
7	δεξιά	290	274	16	221	69	6%	24%	76%
8	μεσαία	482	451	31	356	126	6%	26%	74%
8	δεξιά	431	394	37	287	144	9%	33%	67%
SUM		5.422	5.066	356	4112	1.310	6,57%	24%	76%

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Αποτελέσματα 1^{ου} σταδίου μετρήσεων

Παρατηρήθηκε ότι :

- Τις ώρες αιχμής 8:00-9:00 και 14:30-15:30 το τμήμα της οδού παρουσίαζε συνθήκες κορεσμού.
- Στο διάστημα 10:00-11:00 και μετά τις 17:00, η ροή των αυτοκινήτων ήταν πολύ μικρή.
- Ο κυκλοφοριακός φόρτος στη μεσαία λωρίδα ήταν μεγαλύτερος από εκείνον στη δεξιά χωρίς όμως να αλλάζουν ιδιαίτερα τα επιμέρους χαρακτηριστικά των οδηγών.
- Συγκεκριμένα τα ποσοστά αντρών-γυναικών από (76% – 24%) έγιναν (78% – 22%), δηλαδή παρατηρήθηκε μια πολύ μικρή αύξηση του ποσοστού των ανδρών στη μεσαία λωρίδα ενώ το ποσοστό των ομιλούντων στη μεσαία λωρίδα ήταν λίγο μεγαλύτερο από εκείνο στη δεξιά λωρίδα (7,37% έναντι 5,99%).

- Τις ημέρες που υπήρχε απεργία στα ΜΜΜ επικρατούσαν σχεδόν όλη τη μέρα συνθήκες κορεσμού.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα γραφήματα τόσο της μεταβλητής 'φύλο' όσο και της 'χρήσης κινητού' σε δείγμα 5422 οχημάτων.

	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΜΙΛΑΝΕ	ΔΕ ΜΙΛΑΝΕ
ΣΥΝΟΛΟ	4.112	1310	356	5.066
ΠΟΣΟΣΤΟ	76%	24%	7%	93%

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Συνοπτικά αποτελέσματα 1^{ου} σταδίου μετρήσεων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Κατανομή ομιλούντων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: Κατανομή του Φύλου

4.2.3 2^ο στάδιο πειράματος

Η δεύτερη φάση των μετρήσεων έλαβε χώρα από 15/2/2008 έως 1/4/2008. Τα αποτελέσματα τα οποία συλλέχθηκαν, αποτέλεσαν τη βάση δεδομένων πάνω στην οποία στηρίχθηκε η περαιτέρω ανάλυση του προβλήματος. Η διαδικασία της συλλογής των δεδομένων χωρίστηκε σε δύο μέρη.

Αρχικά έγινε η καταγραφή της διέλευσης των οχημάτων από την υπό παρατήρηση διατομή. Στο στάδιο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μία μηχανή βιντεοσκόπησης (βιντεοκάμερα) και μια συσκευή ανίχνευσης ταχύτητας (radar), όργανα τα οποία παραχωρήθηκαν από το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ. Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται όσο το δυνατό λιγότερο αντιληπτή από τους οδηγούς, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται η οδηγική τους συμπεριφορά. Η θέση της ήταν μόνιμα απέναντι από ένα σταθερό σημείο αναφοράς, το οποίο επέτρεπε την εξαγωγή της ακριβούς χρονικής στιγμής διέλευσης του οχήματος. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί πως καταμετρήθηκαν (στη μεγάλη πλειοψηφία) οχήματα που κινούνταν στη δεξιά λωρίδα. Ο λόγος ήταν πως επικάλυπταν εκείνα που κινούνταν στη μεσαία λωρίδα όταν η ροή ήταν πυκνή και δε θα μπορούσαν να υπολογιστούν οι χρονοαποστάσεις τους.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ήταν απαραίτητη η παρουσία και των δύο ερευνητών. Ο ένας ερευνητής αναλάμβανε με τη σωστή χρήση του ραντάρ να ανακοινώνει την ένδειξη του οργάνου για την ταχύτητα των οχημάτων καθώς επίσης και το χρώμα τους, κοντά στο μικρόφωνο της βιντεοκάμερας. Ο δεύτερος παρατηρούσε τα χαρακτηριστικά των οδηγών (φύλο, ηλικία, χρήση τηλεφώνου) και τα ανακοίνωνε και αυτός κοντά στο μικρόφωνο. Τα στοιχεία του οδηγού και του οχήματος που διερχόταν από την βιντεοκάμερα έπρεπε να λέγονται ταυτόχρονα, δυνατά και ξεκάθαρα από τους δύο ερευνητές. Αυτός εξάλλου ήταν ο λόγος που τα πρώτα βίντεο δεν μπόρεσαν να επεξεργαστούν περαιτέρω.

Το δεύτερο μέρος του πειράματος περιλαμβάνει τον υπολογισμό της χρονοαπόστασης του κάθε οχήματος, διαδικασία που προφανώς δεν μπορούσε να

γίνει κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Αφού γραφόταν η κασέτα με τις μετρήσεις επί της οδού, στη συνέχεια γινόταν αντιγραφή στον υπολογιστή με τη βοήθεια αντίστοιχου προγράμματος, σε αρχείο μορφής *.avi. Ακολουθούσε πρώτη ανάλυση του video και η δημιουργία ενός αρχικού μητρώου όλων των οχημάτων με συμπληρωμένα τα χαρακτηριστικά όπως ημερομηνία, ημέρα εβδομάδας, ώρα διέλευσης, αύξων αριθμός οχήματος, χρώμα αυτοκινήτου, φύλο οδηγού, κατηγορία ηλικίας, αν μιλάει ή όχι στο κινητό, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2 που ακολουθεί:

A/A	Μήνας	Ημέρα	Ημ.Εβδ.	Χρώμα	Ταχύτητα	Φύλο	18-25	25-55	55+	Μιλάει	Λεπτά	Δευτερ.
1	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	44	0	0	0	1	0	0	15,58
2	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	42	0	0	1	0	0	0	18,22
3	4	11	5	ΜΠΛΕ	44	1	0	1	0	0	0	19,25
4	4	11	5	TAXI	46	0	0	1	0	0	0	33,12
5	4	11	5	TAXI	43	0	0	1	0	0	0	35,04
6	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	42	0	0	1	0	1	0	36,24
7	4	11	5	ΜΠΛΕ	43	0	0	0	1	0	0	37,74
8	4	11	5	ΚΟΚΚΙΝΟ	42	1	0	1	0	0	0	39,15
9	4	11	5	ΓΑΛΑΖΙΟ	54	0	0	1	0	0	0	47,61
10	4	11	5	TAXI	46	0	0	0	1	0	0	51,63
11	4	11	5	ΜΠΛΕ	51	0	0	1	0	0	0	52,67
12	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	55	0	0	1	0	0	0	54,15
13	4	11	5	ΠΡΑΣΙΝΟ	46	0	0	1	0	0	0	57,4
14	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	41	0	0	1	0	0	0	59,07
15	4	11	5	ΓΑΛΑΖΙΟ	51	0	0	1	0	0	1	0,68
16	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	58	1	1	0	0	0	1	3,35
17	4	11	5	TAXI	47	0	0	1	0	0	1	7,02
18	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	43	0	1	0	0	0	1	8,95
19	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	44	1	0	1	0	0	1	10,95
20	4	11	5	ΜΠΛΕ	46	1	0	1	0	0	1	12,46
21	4	11	5	ΜΠΛΕ	46	0	0	1	0	0	1	18,61
22	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	44	0	0	1	0	0	1	20,49
23	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	43	1	0	1	0	0	1	22,84
24	4	11	5	ΓΑΛΑΖΙΟ	43	0	0	1	0	0	1	28,46
25	4	11	5	TAXI	64	0	0	1	0	0	2	22,4
26	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	56	1	0	1	0	1	2	27,18
27	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	55	0	0	1	0	0	2	29,8
28	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	52	1	1	0	0	0	2	31,49
29	4	11	5	TAXI	47	0	0	1	0	0	2	33,63
30	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	47	0	0	1	0	0	2	35,24
31	4	11	5	ΚΟΚΚΙΝΟ	51	0	0	1	0	0	2	38,44
32	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	46	0	0	1	0	0	2	39,5

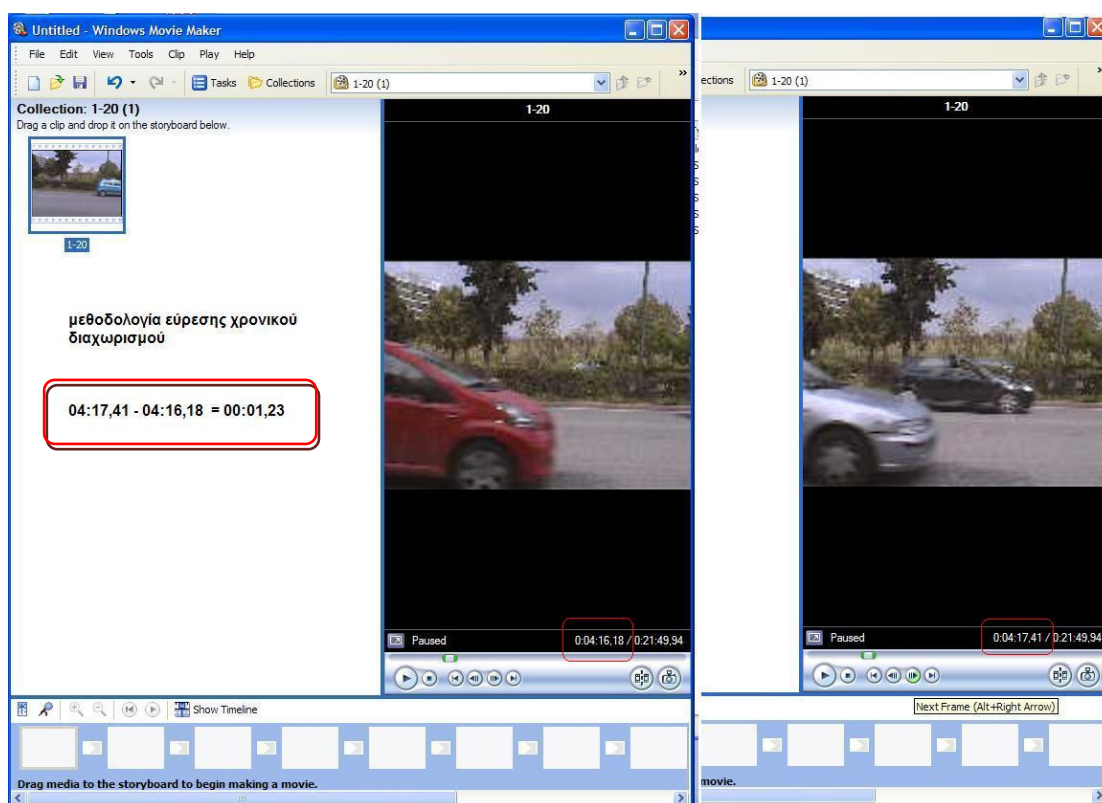
Πίνακας 4.3: Αρχικό μητρώο αποτελεσμάτων μετρήσεων επί της οδού

Ακολουθούσε δεύτερη ανάλυση του βίντεο με το πρόγραμμα Windows Media Maker. Η επιλογή του προγράμματος έγινε διότι το χρονόμετρο του προγράμματος έχει ακρίβεια εκατοστού δευτερολέπτου. Με τον τρόπο αυτό και παγώνοντας σε κάθε όχημα τη στιγμή που ο προφυλακτήρας του περνούσε από το σταθερό σημείο, που ήταν απέναντι από την κάμερα, συμπληρώθηκε ο πίνακας με τη στήλη 'Χρόνος διέλευσης'. Τέλος, η τελευταία στήλη που δείχνει τη χρονοαπόσταση του οχήματος από το προπορευόμενο του, προκύπτει από μετατροπή του χρόνου διέλευσης σε δευτερόλεπτα και έπειτα με αφαίρεση των δύο τελευταίων χρόνων.

Για παράδειγμα, αν το όχημα 1 πέρασε σε χρόνο 4.16.18 και το αμέσως επόμενο όχημα 2 σε χρόνο 4.17.41, η χρονοαπόσταση των 2 υπολογίζεται ως εξής:

$$(4*60+16,18) - (4*60+17,41) = 1,23 \text{ sec}$$

Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί :



ΕΙΚΟΝΑ 4.2 : Διαδικασία υπολογισμού χρονοαπόστασης

Με τον τρόπο αυτό συλλέχθηκαν τα στοιχεία τα οποία ήταν απαραίτητα για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αποσπάσματα αυτών.

A/A	Μήνας	Ημέρα	Ημ.Εβδ.	Χρώμα	Ταχύτητα	Φύλο	18-25	25-55	55+	Μιλάει	Λεπτά	Δευτερ.	headway
16	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	42	0	0	1	0	0	7	39,42	1,92
17	4	11	5	ΤΑΧΙ	43	0	0	0	1	0	7	41,01	1,59
18	4	11	5	ΓΑΛΑΖΙΟ	40	0	1	0	0	0	7	43,1	2,09
19	4	11	5	ΠΡΑΣΙΝΟ	39	0	0	1	0	1	7	44,93	1,83
20	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	42	0	1	0	0	0	7	46,59	1,66
21	4	11	5	ΜΠΛΕ	40	0	0	1	0	0	7	47,56	0,97
22	4	11	5	ΠΡΑΣΙΝΟ	37	0	0	1	0	0	7	49,51	1,95
23	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	37	1	0	1	0	0	7	51,12	1,61
24	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	43	0	0	0	1	0	7	55,88	4,76
25	4	11	5	ΓΑΛΑΖΙΟ	32	0	0	1	0	0	7	58,77	2,89
26	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	37	1	0	1	0	1	8	1,39	2,62
27	4	11	5	ΠΡΑΣΙΝΟ	34	0	0	1	0	0	8	3,21	1,82
28	4	11	5	ΜΠΛΕ	33	0	1	0	0	0	8	5,57	2,36
29	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	34	0	0	1	0	0	8	6,94	1,37
30	4	11	5	ΜΠΛΕ	36	0	1	0	0	0	8	9,03	2,09
31	4	11	5	ΜΠΛΕ	34	1	0	1	0	0	8	10,34	1,31
32	4	11	5	ΚΟΚΚΙΝΟ	34	0	0	1	0	0	8	12,57	2,23
33	4	11	5	ΚΙΤΡΙΝΟ	36	0	0	1	0	0	8	44,69	32,12
34	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	35	0	1	0	0	0	8	46,53	1,84
35	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	39	0	1	0	0	0	8	48,62	2,09
36	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	36	0	0	1	0	0	8	51,44	2,82
37	4	11	5	ΓΚΡΙ	35	0	0	1	0	0	8	52,75	1,31
38	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	41	0	0	1	0	0	8	55,77	3,02
39	4	11	5	ΚΟΚΚΙΝΟ	65	1	0	1	0	0	9	7,25	11,48
40	4	11	5	ΚΟΚΚΙΝΟ	64	1	0	1	0	0	9	11,88	4,63
41	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	61	0	0	1	0	0	9	14,3	2,42
42	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	62	1	0	1	0	0	9	15,53	1,23
43	4	11	5	ΓΑΛΑΖΙΟ	45	0	0	1	0	0	9	17,32	1,79
44	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	45	0	0	1	0	0	9	19,92	2,6
45	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	39	0	0	1	0	1	9	23,47	3,55
46	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	37	0	0	1	0	0	9	26,24	2,77
47	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	41	0	1	0	0	0	9	27,5	1,26
48	4	11	5	ΜΠΛΕ	39	1	0	1	0	0	9	28,63	1,13
49	4	11	5	ΑΣΗΜΙ	33	0	0	0	1	0	9	30,74	2,11
50	4	11	5	ΑΣΠΡΟ	41	0	0	1	0	0	9	34,62	3,88
51	4	11	5	ΜΑΥΡΟ	38	0	0	1	0	0	9	36,95	2,33

Πίνακας 4.4: Απόσπασμα πίνακα μετρήσεων που περιλαμβάνει
και τη χρονοαπόσταση

A/A	V	gender	age1825	age2555	age55	talk	headway
1137	55	0	0	1	0	0	4,23
1138	55	0	0	1	0	1	5,08
1139	58	0	1	0	0	0	4,58
1140	49	0	1	0	0	0	2,52
1141	52	1	0	1	0	0	2,39
1142	53	0	1	0	0	0	0,81
1143	48	0	0	1	0	0	1,28
1144	47	1	0	1	0	0	1,31
1145	50	0	0	1	0	0	3,06
1146	49	0	1	0	0	0	1,18
1147	44	0	0	1	0	0	0,98
1148	45	0	0	1	0	0	2,79
1149	50	1	0	1	0	0	1,72
1150	45	1	0	1	0	0	1,84
1151	41	0	1	0	0	0	1,18
1152	62	0	1	0	0	0	2,79
1153	55	0	1	0	0	1	3,19
1154	48	0	0	1	0	0	3,21
1155	49	1	0	1	0	0	11,58
1156	45	0	0	1	0	0	2,72
1157	42	0	0	1	0	0	2,95
1158	56	0	1	0	0	0	27,84
1159	57	0	1	0	0	0	2,42
1160	56	0	0	1	0	0	2,09
1161	55	0	1	0	0	0	1,24
1162	70	0	1	0	0	0	0,62
1163	69	0	1	0	0	0	1,72
1164	77	0	1	0	0	0	2,56
1165	63	0	0	1	0	0	2,81
1166	66	0	0	1	0	0	2,34
1167	50	0	0	1	0	0	5,81
1168	47	0	0	0	1	1	1,08
1169	51	1	0	1	0	0	3,39
1170	54	0	0	1	0	0	2,76

Πίνακας 4.5: Απόσπασμα βασικού πίνακα

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.3.1 Εισαγωγή των στοιχείων σε βάση δεδομένων

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο, αξιολογήθηκαν και καταχωρήθηκαν σε μία βάση δεδομένων. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε για να αντιμετωπιστούν διάφορα προβλήματα που προέκυπταν όπως η κακή ποιότητα ήχου στην κάμερα, οι διακοπές λόγω πολύ μεγάλης ή πολύ μικρής ροής αυτοκινήτων.

Εκείνες οι μετρήσεις που εν τέλει καταχωρήθηκαν σε μια μεγάλη βάση δεδομένων, είναι η ημερομηνία και η ώρα της εκάστοτε μέτρησης, ο αύξων αριθμός του αυτοκινήτου, το χρώμα, η ταχύτητα, η ώρα διέλευσής του, ενώ για τους οδηγούς των οχημάτων καταγράφηκε η ηλικία (κατά προσέγγιση), το φύλο και το γεγονός αν έκανε ή όχι χρήση κινητού τηλεφώνου.

Παρά ταύτα, στους πίνακες που αργότερα θα εισαχθούν στα στατιστικά προγράμματα, δεν καταχωρήθηκαν μεταβλητές όπως η ημερομηνία, η μέρα της εβδομάδας ή ο χρόνος διέλευσης κάθε οχήματος. Τα δεδομένα του τελικού πίνακα αποτελούνται από **ποσοτικά μεγέθη**:

- Ταχύτητα
- Χρονοαπόσταση

Και **ποιοτικά μεγέθη**:

- Φύλο οδηγού
- Ηλικιακή κατηγορία
- Χρώμα οχήματος

Στο σημείο αυτό προέκυψε το ερώτημα, με ποιον τρόπο θα καταχωρούνταν τα στοιχεία στον πίνακα. Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων, θα έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι μεταβλητές να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους. Θα έπρεπε δηλαδή και οι ποιοτικές μεταβλητές να αποκτήσουν την έννοια της μέτρησης. Αποφασίστηκε έτσι, τόσο οι ποσοτικές, όσο και οι ποιοτικές μεταβλητές να καταχωρηθούν στον πίνακα με τρόπο τέτοιο, ώστε η κάθε πιθανή απάντηση στα ερωτήματα του ερωτηματολογίου να αντιστοιχεί σε κάποιον ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα, η ηλικία χωρίστηκε στις τρεις κατηγορίες των 18-25, 25-55 και 55 και άνω, οι οποίες αντιπροσωπεύονται από τις τιμές 1, 2 και 3 αντίστοιχα. Αν δηλαδή κάποιος είναι 22 ετών, καταχωρείται η τιμή 1 στη στήλη ηλικία και ούτω καθεξής.

Στην πορεία αποδείχθηκε πως η μέθοδος αυτή δε θα εξυπηρετούσε πλήρως την ανάλυση, αφού για την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου είναι προτιμότερο οι τιμές που θα μπορούσαν να λάβουν οι μεταβλητές, να είναι μόνο οι 0 και 1, καθώς οι τιμές 1, 2, 3

θα έδιναν την έννοια της συνέχειας σε διακριτές μεταβλητές. Εξάλλου, το οικονομετρικό στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε δε μπορούσε να δεχθεί τιμές εκτός των 0 και 1. Για τους λόγους αυτούς τροποποιήθηκε ο πίνακας, έτσι ώστε οι δυνατές τιμές που θα μπορούσαν να λάβουν οι μεταβλητές να είναι μόνο οι 0 και 1. Θα έπρεπε δηλαδή, σε κάθε στήλη, οι πιθανές απαντήσεις να είναι δύο: το ναι να αντιστοιχεί στην τιμή 1 και το όχι να αντιστοιχεί στην τιμή 0. Στην περίπτωση αυτή, ως παράδειγμα, αναφέρεται η ηλικία που χωρίστηκε στις τρεις ηλικιακές ομάδες των 18-25, 25-55 και 55+ ετών. Έτσι, αν κάποιος συμμετέχων ήταν 32 χρονών ετίθετο 0 στην πρώτη κατηγορία, 1 στη δεύτερη και 0 στην τρίτη. (Πίν. 4.1). Επίσης, στη στήλη της μεταβλητής φύλο (gender) καταχωρείται η τιμή 0 για τους άντρες και 1 για τις γυναίκες, ενώ στη στήλη της μεταβλητής talk η τιμή (1) δείχνει ότι ο οδηγός μιλάει στο τηλέφωνο.

A/A	colour	v	gender	age1825	age2555	age55	talk	headway
1059	MAYPO	51	0	0	1	0	0	4,56
A/A	colour	v	gender	age1825	age2555	age55	talk	headway
336	KOKKINO	51	1	1	0	0	1	1,09

Εικόνα 4.3: Διαδικασία συμπλήρωσης μεταβλητών

Από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και παρατίθενται ενδεικτικά στους παραπάνω πίνακες, προκύπτουν διάφορες στατιστικές παρατηρήσεις όσον αφορά στο φύλο των οδηγών, στην ηλικία αλλά και στο χρώμα των αυτοκινήτων που μετρήθηκαν. Επισημαίνεται ότι το συνολικό αφορά σε 3048 οχήματα, ενώ το δείγμα των ομιλούντων περιλαμβάνει 274 οχήματα.

Συμπερασματικά:

- ✓ Το ποσοστό των ομιλούντων είναι 8,9% επί του συνολικού δείγματος (274 στους 3048)
- ✓ Η μέγιστη ταχύτητα που παρατηρήθηκε ήταν 93km/h, ενώ η μικρότερη 27km/h.
- ✓ Η μικρότερη χρονοαπόσταση που μετρήθηκε είναι 0,44 sec.
- ✓ Ενώ τα ποσοστά αντρών-γυναικών είναι 77%-23% στο συνολικό δείγμα, στο δείγμα των ομιλούντων αυξάνεται το ποσοστό των γυναικών στο 29% με αντίστοιχη μείωση του ποσοστού των ανδρών στο 71%

- ✓ Τέλος, υπάρχουν και κάποια στατιστικά που αφορούν στο χρώμα των αυτοκινήτων.

Τα παραπάνω συμπεράσματα φαίνονται σχηματικά στα γραφήματα που ακολουθούν.



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3: Κατανομή ομιλούντων

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ		ΟΜΙΛΟΥΝΤΕΣ	
	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ
ΣΥΝΟΛΟ	1981	1066	216	60
ΠΟΣΟΣΤΟ	65%	35%	79%	21%

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Κατανομή φύλου στο σύνολο του δείγματος



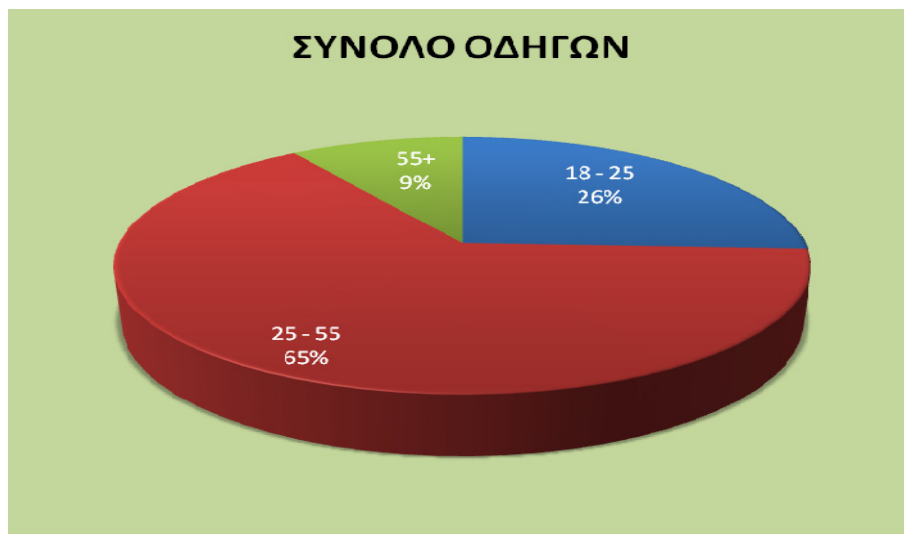
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4: Κατανομή φύλου στο σύνολο του δείγματος



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.5: Κατανομή φύλου ομιλούντων

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ			ΟΜΙΛΟΥΝΤΕΣ		
	18 - 25	25 - 55	55 +	18 - 25	25 - 55	55 +
ΣΥΝΟΛΟ	784	1.975	289	1.097	1.890	61
ΠΟΣΟΣΤΟ	26%	65%	9%	36%	62%	2%

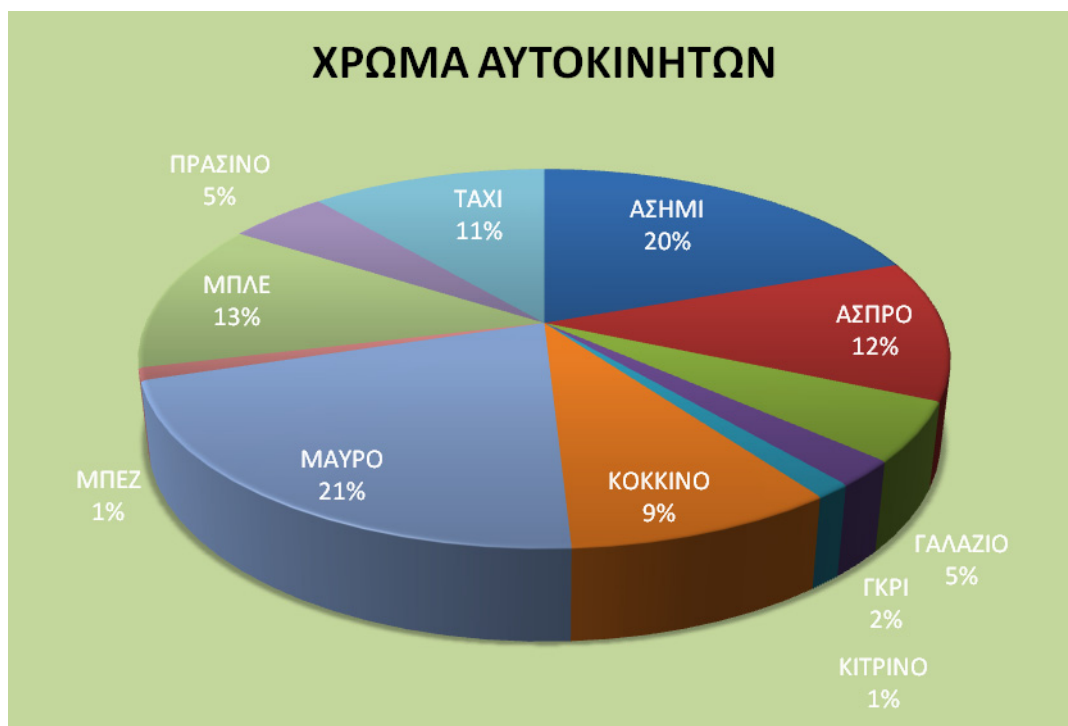
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Κατανομή ηλικιών στο σύνολο του δείγματος



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.6: Κατανομή ηλικιών στο σύνολο του δείγματος



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.7: Κατανομή ηλικίας ομιλούντων



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.8: Κατανομή χρώματος αυτοκινήτων

4.3.2 Εισαγωγή των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν δύο οικονομετρικά-στατιστικά προγράμματα:

Το πρώτο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα στάδια της ανάλυσης για την παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων καθώς και για τη διαδικασία εύρεσης της αυτοσυσχέτισης (correlation) μεταξύ ζευγών μεταβλητών. Έπειτα, με το δεύτερο πρόγραμμα αναζητήθηκαν τα στατιστικά μοντέλα περιγραφής, μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης.

Μετά τη διαμόρφωση του τελικού πίνακα πραγματοποιήθηκε εισαγωγή του στο πεδίο δεδομένων (data view) του ειδικού προγράμματος στατιστικής ανάλυσης. Εν συνεχεία, καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος, και ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal).

Επισημαίνεται ότι, το πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες με λιγότερα από 8 ψηφία και όλες οι στήλες αποτελούνται από αριθμούς και όχι από κείμενο. Για το λόγο αυτό, κατά την αντιγραφή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό, επιλέχθηκε η εντολή ειδικής επικόλλησης (paste special) → τιμές (values) ώστε να μεταφερθούν μόνο οι τιμές των πεδίων. Επιπλέον, σε περίπτωση που λείπει κάποια τιμή, στη θέση της εισάγεται τελεία και όχι μηδέν.

Μετά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

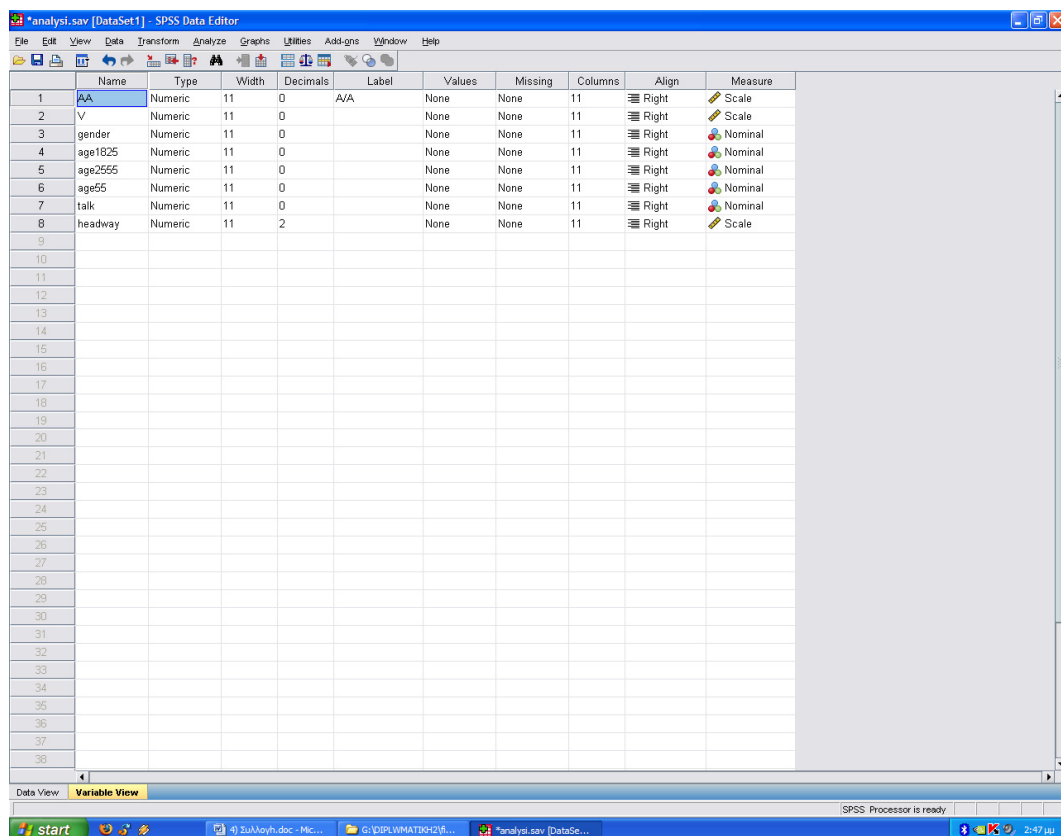
1. **Descriptive statistics:** Διαδικασία για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων, όπως αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου (analyze → descriptive statistics → options).
2. **Correlate:** Διαδικασία για τη μέτρηση της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν, εισάγονται στο πλαίσιο Variables. (analyze → correlate → bivariate correlations) Χρήσιμες επιλογές είναι οι Pearson ή οι Spearman συσχετίσεις
3. **Ls (least squares):** Διαδικασία εκτίμησης ενός μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης με το στατιστικό πρόγραμμα, μέσω της εντολής ls. Η διαδικασία πραγματοποιείται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Την εντολή ls, ακολουθεί το όνομα της εξαρτημένης μεταβλητής (πχ V), η σταθερά (c), και οι ανεξάρτητες μεταβλητές.

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

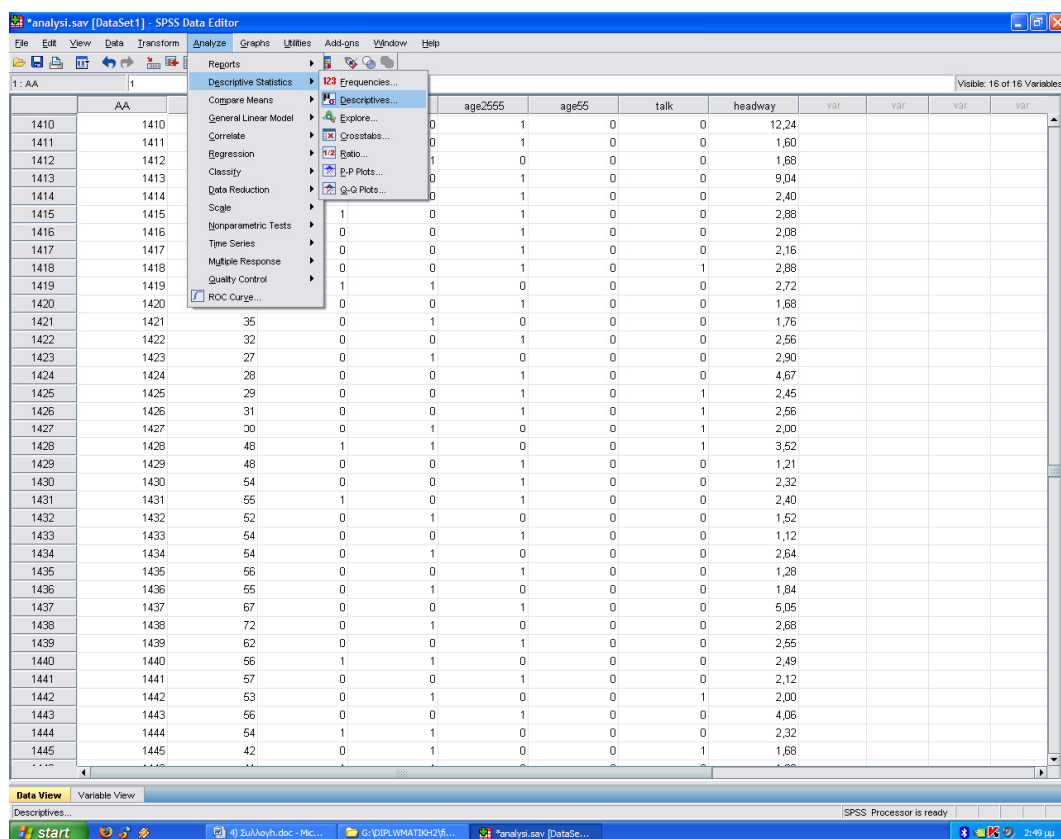
SPSS Data Editor window showing the dataset 'analysis.sav'. The window displays a grid of data with columns: AA, V, gender, age1825, age2555, age65, talk, headway, and four empty columns labeled 'var'. The rows are numbered 1410 to 1445. The status bar at the bottom indicates 'SPSS Processor is ready'.

	AA	V	gender	age1825	age2555	age65	talk	headway	var	var	var	var
1410	1410	38	0	0	1	0	0	12,24				
1411	1411	36	1	0	1	0	0	1,60				
1412	1412	35	1	1	0	0	0	1,68				
1413	1413	35	0	0	1	0	0	9,04				
1414	1414	36	1	0	1	0	0	2,40				
1415	1415	32	1	0	1	0	0	2,88				
1416	1416	33	0	0	1	0	0	2,08				
1417	1417	33	0	0	1	0	0	2,16				
1418	1418	37	0	0	1	0	1	2,88				
1419	1419	38	1	1	0	0	0	2,72				
1420	1420	37	0	0	1	0	0	1,68				
1421	1421	35	0	1	0	0	0	1,76				
1422	1422	32	0	0	1	0	0	2,56				
1423	1423	27	0	1	0	0	0	2,90				
1424	1424	28	0	0	1	0	0	4,67				
1425	1425	29	0	0	1	0	1	2,45				
1426	1426	31	0	0	1	0	1	2,56				
1427	1427	30	0	1	0	0	1	2,88				
1428	1428	48	1	1	0	0	1	3,52				
1429	1429	48	0	0	1	0	0	1,21				
1430	1430	54	0	0	1	0	0	2,32				
1431	1431	55	1	0	1	0	0	2,40				
1432	1432	52	0	1	0	0	0	1,52				
1433	1433	54	0	0	1	0	0	1,12				
1434	1434	54	0	1	0	0	0	2,64				
1435	1435	56	0	0	1	0	0	1,28				
1436	1436	55	0	1	0	0	0	1,84				
1437	1437	67	0	0	1	0	0	5,05				
1438	1438	72	0	1	0	0	0	2,68				
1439	1439	62	0	0	1	0	0	2,55				
1440	1440	56	1	1	0	0	0	2,49				
1441	1441	57	0	0	1	0	0	2,12				
1442	1442	53	0	1	0	0	1	2,00				
1443	1443	56	0	0	1	0	0	4,06				
1444	1444	54	1	1	0	0	0	2,32				
1445	1445	42	0	1	0	0	1	1,68				

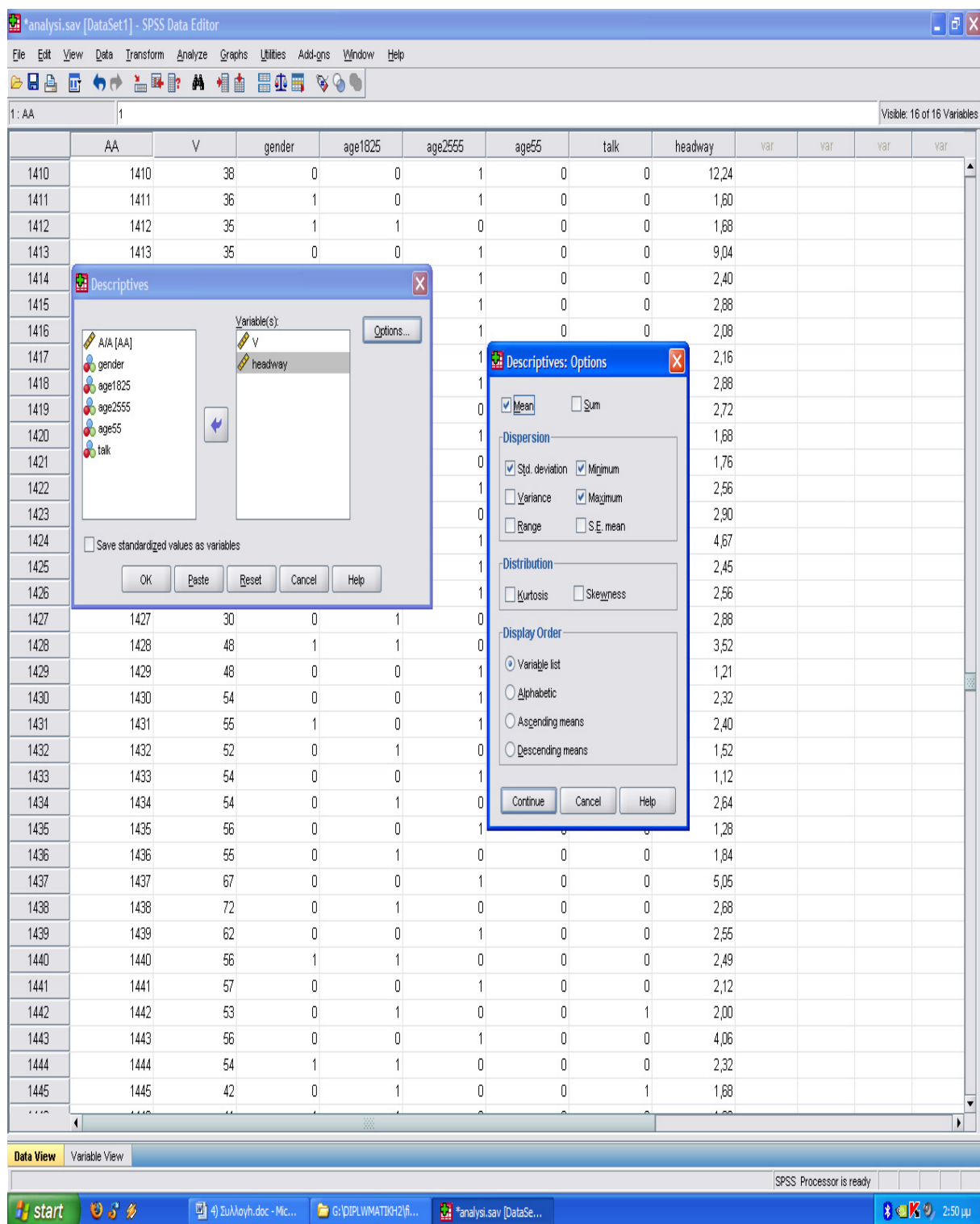
ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Εισαγωγή των στοιχείων στο πεδίο δεδομένων



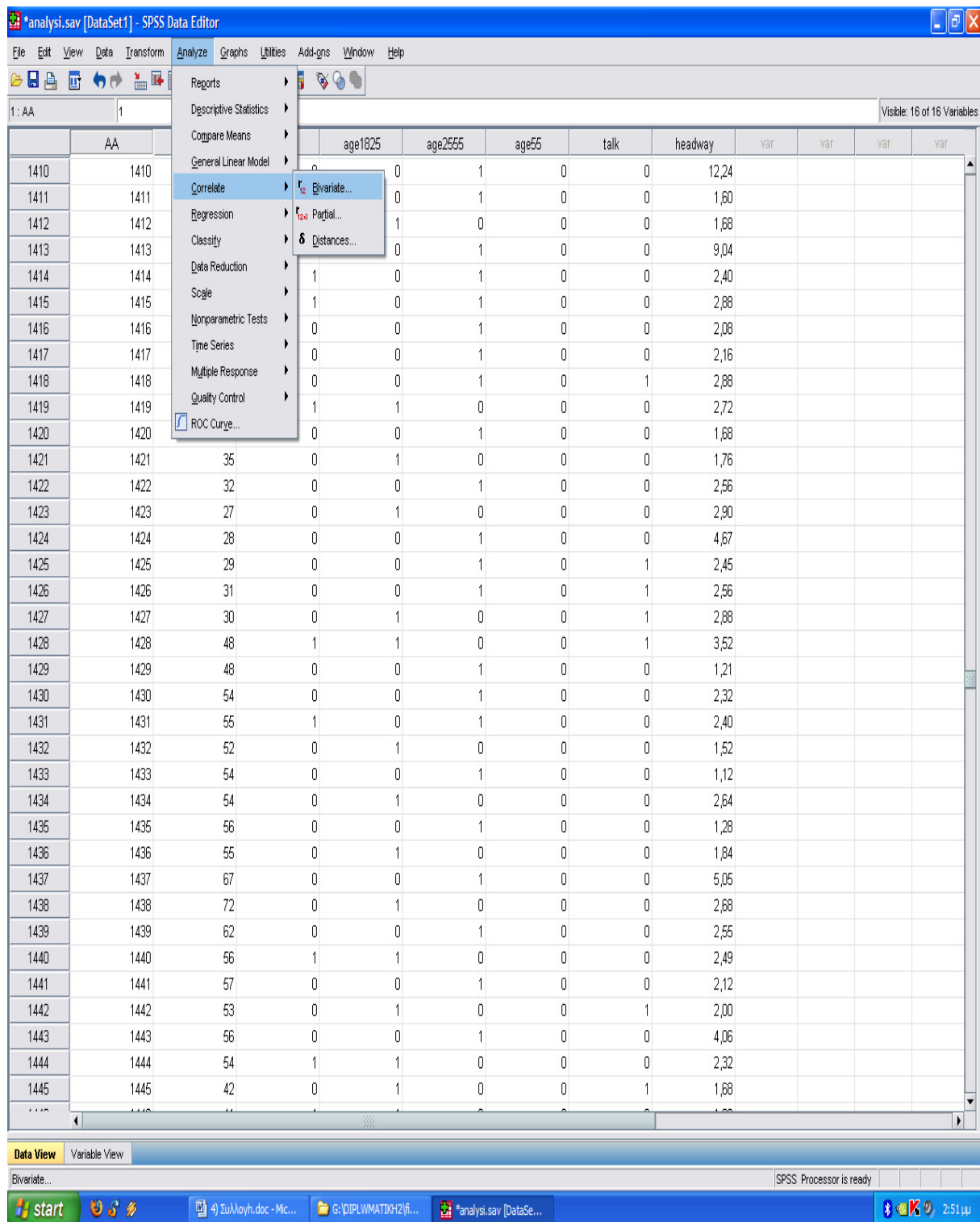
ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Καθορισμός των μεταβλητών στο πεδίο μεταβλητών



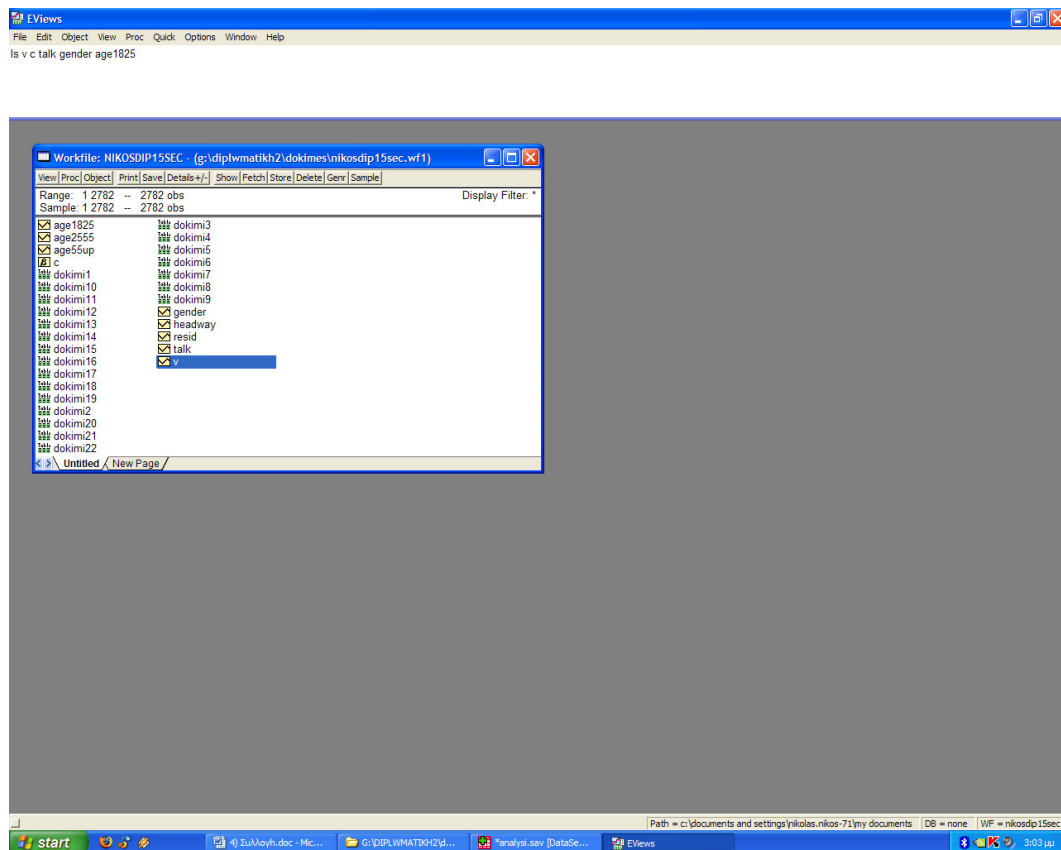
ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων



ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου



ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών



ΕΙΚΟΝΑ 4.9: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση

5 . ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο, θα γίνει αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας, καθώς επίσης και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής εργασίας.

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο, πραγματοποιήθηκε με τη γραμμική παλινδρόμηση. Θα περιγραφούν αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν τόσο για την επιλογή όσο και για την εφαρμογή της μεθοδολογίας, θα παρουσιαστεί η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων στατιστικών μοντέλων και θα δοθεί μια ερμηνεία επί των αποτελεσμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, θα παρουσιαστεί το σύνολο των περιπτώσεων που εξετάστηκαν και οι διαδοχικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που οδήγησαν σε αποτελέσματα που δεν υιοθετήθηκαν. Ειδικά για τις τελευταίες, θα γίνει εκτενής αναφορά για τα προβλήματα αξιοπιστίας που προέκυψαν και για τις διαδικασίες αντιμετώπισής τους. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν, εξάλλου, οι στατιστικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

Σημαντικό τμήμα του κεφαλαίου καταλαμβάνει το εδάφιο που αφορά στην **παρουσίαση των αποτελεσμάτων** και διακρίνεται στις τρεις φάσεις που ακολουθούν:

- Παρουσίαση των εξαγόμενων στοιχείων
- Περιγραφή των αποτελεσμάτων
- Εξήγηση των αποτελεσμάτων

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τόσο τη μαθηματική σχέση του μοντέλου, όσο και σχετικά διαγράμματα που επιτρέπουν τη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

5.2.1 Δεδομένα Εισόδου - Καθορισμός Μεταβλητών

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε περιγραφή της διαδικασίας συλλογής των στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά, αποτέλεσαν τη βάση δεδομένων της έρευνας και προέκυψαν όλα από πραγματικές μετρήσεις. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν και τα διαδοχικά βήματα που ακολουθήθηκαν κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης της τελικής βάσης δεδομένων. Σε κάθε στάδιο διαμόρφωσης, πραγματοποιήθηκε μια σειρά από δοκιμές με στόχο την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου. Τα αποτελέσματα των αρχικών στατιστικών μοντέλων για τη χρονοαπόσταση δεν είχαν την ίδια αξιοπιστία με εκείνα της ταχύτητας. Ωστόσο, τα στοιχεία των δοκιμών αυτών παρατίθενται στο παράρτημα της Διπλωματικής Εργασίας. Στο παρόν εδάφιο θα περιγραφεί η διαδικασία της ανάλυσης που ακολουθήθηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων.

Η ανάλυση των δεδομένων ξεκίνησε ουσιαστικά με την ολοκλήρωση του κυρίου πίνακα. Σε αυτόν, αρχικά, υπήρχαν οι εξής μεταβλητές:

- χρώμα οχήματος (**colour**)
- ταχύτητα οχήματος (**v**)
- φύλο οδηγού (**gender**)
- ηλικιακή κατηγορία οδηγού (**18-25, 25-55, 55+**)
- χρήση ή μη του κινητού τηλεφώνου (**talk**)
- χρονοαπόσταση από το προπορευόμενο όχημα (**headway, H_w**)

Η βάση δεδομένων εισήχθη στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Από τις παραπάνω μεταβλητές, η χρονοαπόσταση και η ταχύτητα ορίστηκαν ως συνεχείς. Αντίθετα, το χρώμα, η ηλικία, το φύλο και η χρήση κινητού ορίστηκαν ως διακριτές. Οι δυνατές τιμές των μεταβλητών αυτών, εκτός του χρώματος που λάμβανε τις τιμές 'κόκκινο', 'μαύρο', 'λευκό', 'ασημί', 'ταξί', 'κίτρινο', 'πράσινο', 'μπλε', διακρίθηκαν σε

κατηγορίες στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1. Η κατηγοριοποίηση των διακριτών μεταβλητών και οι αντίστοιχες τιμές τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Μεταβλητές	Τιμή "0"	Τιμή "1"
Φύλο	άντρας	γυναίκα
Χρήση κινητού	όχι	ναι

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Κατηγοριοποίηση διακριτών μεταβλητών

5.2.2 Περιγραφική στατιστική

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

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου να παραχθούν **χρήσιμες περιγραφικές συναρτήσεις** (analyze → descriptive statistics → descriptives → options). Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνες της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μεγίστου και του ελαχίστου. Είναι προφανές ότι, οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται η χρονοαπόσταση (headway) και η ταχύτητα (V), καθώς αποτελούν εκείνες τις μεταβλητές που λαμβάνουν συνεχείς τιμές. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
V	3048	27	93	51,53	9,744
headway	3048	,44	43,12	3,3240	2,72006
Valid N (listwise)	3048				

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Περιγραφικά στοιχεία συνεχών μεταβλητών

Προκειμένου για την παρουσίαση της κατανομής των διακριτών μεταβλητών της ηλικίας (Age), του φύλου (Gender), της χρήσης του κινητού τηλεφώνου, καθώς επίσης και των χρωμάτων, διαμορφώθηκαν οι πίνακες που παρατίθενται στη συνέχεια. Τα σχετικά γραφήματα έχουν παρατεθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

	Φύλο	18-25	25-55	55+	Μιλάει
count	3.048	3.048	3.048	3.048	3.048
sum	706	784	1.975	289	274
avg	23,2%	25,7%	64,8%	9,5%	9,0%
stdev	0,42	0,44	0,48	0,29	0,29

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: Περιγραφικά στοιχεία διακριτών μεταβλητών

ΧΡΩΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ	ΠΟΣΟΣΤΑ
ΑΣΗΜΙ	594	20%
ΑΣΠΡΟ	368	12%
ΓΑΛΑΖΙΟ	153	5%
ΓΚΡΙ	67	2%
ΚΙΤΡΙΝΟ	38	1%
ΚΟΚΚΙΝΟ	278	9%
ΜΑΥΡΟ	642	21%
ΜΠΕΖ	32	1%
ΜΠΛΕ	390	13%
ΠΡΑΣΙΝΟ	144	5%
TAXI	342	11%

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Κατανομή χρώματος αυτοκινήτων

5.2.3 Συσχέτιση των μεταβλητών

Το επόμενο βήμα αφορά στη **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Αυτό που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διαδικασία της μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται και πάλι μέσω της εντολής *analyze* (*analyze* → *correlate* → *bivariate correlations*). Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν, εισάγονται στο πεδίο *Variables*. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Correlations

		v	headway
V	Pearson Correlation	1	,010
	Sig. (2-tailed)		,623
	Sum of Squares and Cross-products	242419,867	658,214
	Covariance	94,955	,258
	N	2554	2554
Heaway	Pearson Correlation	,010	1
	Sig. (2-tailed)	,623	
	Sum of Squares and Cross-products	658,214	18888,883
	Covariance	,258	7,399
	N	2554	2554

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρείται ότι:

- Η συσχέτιση της μεταβλητής των χρονικών διαχωρισμών και της ταχύτητας είναι σχεδόν αμελητέα (0,010).

Correlations

		gender	age1825	age2555	talk	age55
gender	Pearson Correlation	1,000	,077**	-,014	,045*	-,091**
	Sig. (2-tailed)		,000	,494	,023	,000
	N	2554,000	2554	2554	2554	2554
age1825	Pearson Correlation	,077**	1,000	-,792**	,081**	-,193**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
	N	2554	2554,000	2554	2554	2554
age2555	Pearson Correlation	-,014	-,792**	1,000	-,019	-,445**
	Sig. (2-tailed)	,494	,000		,334	,000
	N	2554	2554	2554,000	2554	2554
talk	Pearson Correlation	,045*	,081**	-,019	1,000	-,088**
	Sig. (2-tailed)	,023	,000	,334		,000
	N	2554	2554	2554	2554,000	2554
age55	Pearson Correlation	-,091**	-,193**	-,445**	-,088**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	
	N	2554	2554	2554	2554	2554,000

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

Από τον παραπάνω πίνακα:

- Παρατηρείται σημαντική συσχέτιση (0,792) μεταξύ των οδηγών ηλικίας 18–25 και αυτών, ηλικίας 25–55 ετών. Γι' αυτό, θα αποφευχθεί να συνυπάρξουν ως ανεξάρτητες μεταβλητές στο ίδιο μοντέλο.

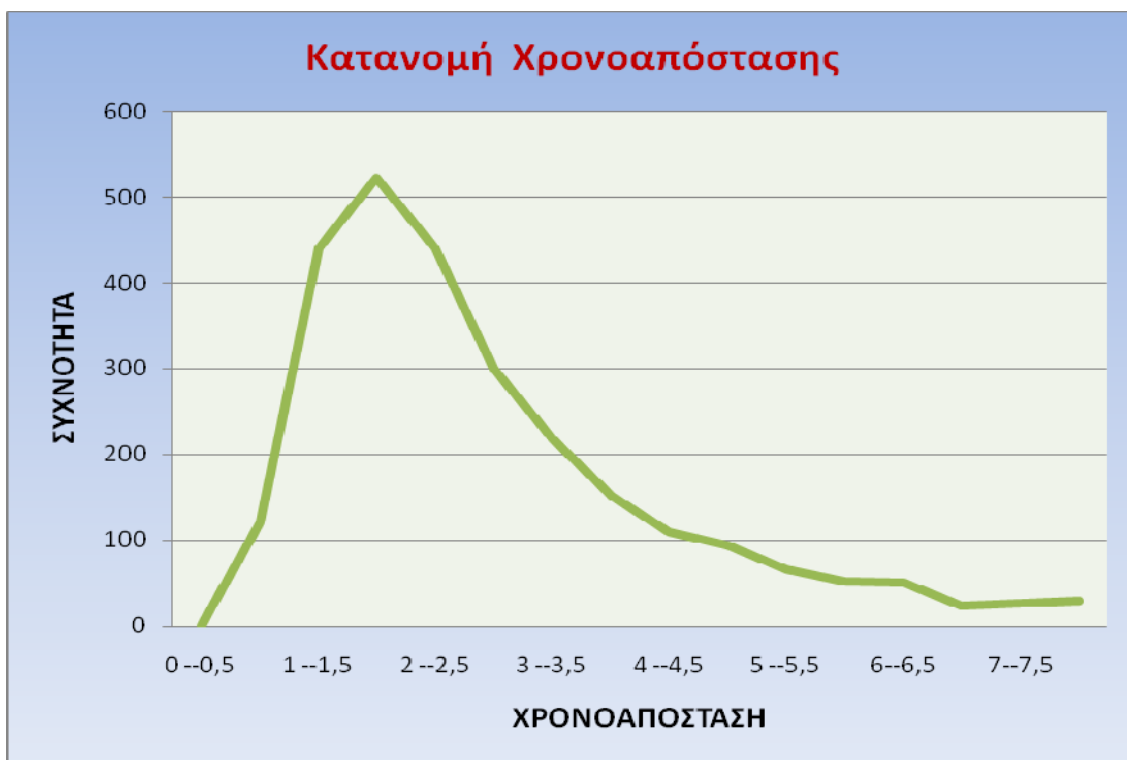
- Παρατηρείται σχετικά σημαντική συσχέτιση (0,445) μεταξύ των οδηγών ηλικίας 25-55 ετών και αυτών, ηλικίας άνω των 55.
- Δεν παρουσιάζουν συσχέτιση με κάποια από τις υπόλοιπες μεταβλητές τόσο η μεταβλητή talk όσο και η μεταβλητή Gender.

5.2.4 Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην επιλογή του είδους της παλινδρόμησης, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς. Επομένως, οι μεταβλητές που θα εξεταστούν ως εξαρτημένες, είναι η ταχύτητα και οι χρονικοί διαχωρισμοί. Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης, είναι η κατανομή που ακολουθούν οι εξαρτημένες μεταβλητές, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα κατανομής της ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών, που παρουσιάζονται στη συνέχεια.



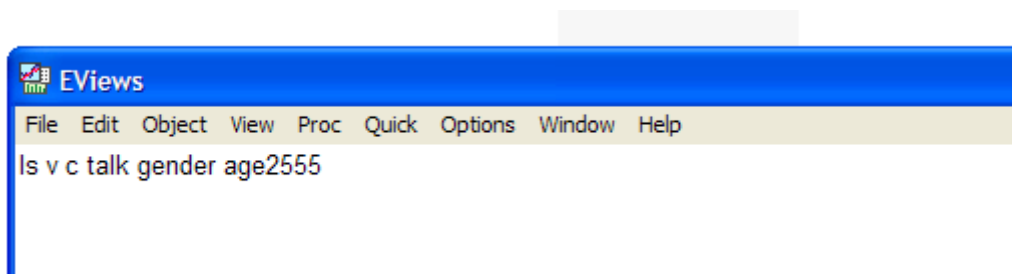
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.1: Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων της ταχύτητας



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.2: Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων χρονικών διαχωρισμών

5.2.4.1 Γραμμική παλινδρόμηση

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι οι μεταβλητές που εξετάζονται (εξαρτημένες) είναι συνεχείς και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθούν, μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Για την εφαρμογή της μεθόδου επιλέχθηκε οικονομετρικό πρόγραμμα. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της εντολής **ls** (least-squares), ακολουθεί το όνομα της εξαρτημένης μεταβλητής (π.χ. *V*), η σταθερά (*c*), και οι ανεξάρτητες μεταβλητές (π.χ. *Gender*).

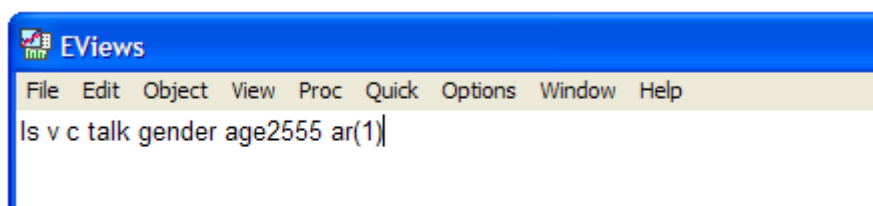


ΕΙΚΟΝΑ 5.1: Εφαρμογή γραμμικής παλινδρόμησης

Τα δεδομένα που εξετάζονται για την αξιολόγηση του μοντέλου είναι ο συντελεστής R^2 , οι συντελεστές της εξίσωσης βί, οι τιμές t του στατιστικού ελέγχου t -test και το σφάλμα της εξίσωσης. Ο συντελεστής R^2 καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, για τον οποίο έγινε αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X .

Επισημαίνεται ότι ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο, εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 . Σε μοντέλα με πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές ελέγχεται και το διορθωμένο R^2 (adjusted R^2), καθώς στην περίπτωση αυτή, η τιμή του διαφέρει σημαντικά από εκείνη του R^2 .

Η πρώτη αυτή δοκιμή οδήγησε σε στατιστικώς ασήμαντα αποτελέσματα και επομένως δεν κρίνεται σκόπιμη η αναλυτική παρουσίαση των εξαχθέντων στοιχείων της ανάλυσης. Παρατηρήθηκε όμως ότι το δείγμα παρουσιάζει αυτοσυσχέτιση (auto regressive) πρώτης τάξης, η οποία και διορθώνεται από το πρόγραμμα μέσω της εντολής $ar(1)$. Ο αριθμός 1 υποδηλώνει την τάξη της αυτοσυσχέτισης.



ΕΙΚΟΝΑ 5.2: Διόρθωση της αυτοσυσχέτισης 1^{ης} τάξης

Όσον αφορά στους **συντελεστές βι των μεταβλητών**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας τόσο των προσήμων, όσο και των τιμών τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης

μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Βάσει της φυσικής έννοιας της τιμής του συντελεστή, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β μονάδες.

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

Ο συντελεστής t ορίζεται από τη σχέση:

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

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

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

Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μια κρίσιμη τιμή του t (t^*). Έτσι, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι $t^* = 1,7$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του t είναι πολύ μικρότερες από 1,7, δεν συμπεριλαμβάνονται στις δοκιμές για τη διαμόρφωση του μοντέλου.

Μία από τις πρώτες δοκιμές εύρεσης μαθηματικού μοντέλου για την ταχύτητα φαίνεται παρακάτω:

Table: V2 Workfile: 1-8SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/11/08 Time: 22:04									
4	Sample (adjusted): 2 2519									
5	Included observations: 2518 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	50.75848	0.436696	116.2331	0.0000					
11	AGE1825	0.597604	0.292785	2.041102	0.0413					
12	TALK	0.017718	0.426697	0.041524	0.9669					
13	GENDER	-0.481291	0.298587	-1.611898	0.1071					
14	AR(1)	0.644938	0.015253	42.28326	0.0000					
15										
16	R-squared	0.416982	Mean dependent var		50.79230					
17	Adjusted R-squared	0.416054	S.D. dependent var		9.882351					
18	S.E. of regression	7.551730	Akaike info criterion		6.883414					
19	Sum squared resid	143312.9	Schwarz criterion		6.894993					
20	Log likelihood	-8661.218	F-statistic		449.3332					
21	Durbin-Watson stat	2.099734	Prob(F-statistic)		0.000000					
22										

ΕΙΚΟΝΑ 5.3: Δοκιμή εύρεσης μαθηματικού μοντέλου

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, η τιμή του t-test για τη μεταβλητή **talk** είναι 0,04, δηλαδή η στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής αυτής στο παραπάνω μοντέλο είναι μηδαμινή, γι' αυτό εξάλλου και το παραπάνω μοντέλο απορρίπτεται.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία μιας σειράς δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν με εξαρτημένες μεταβλητές την **ταχύτητα (V)** και τη **χρονοαπόσταση (Headway)**, ώστε να γίνει μία πρώτη εκτίμηση για τα αποτελέσματα που παρατηρούνται.

Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες	β	t	R^2
V	C	50.75834	116.233	0.416
	AGE1825	0.597604	2.041	
	TALK	0.017718	0.041	
	GENDER	-0.481291	-1.611	
	AR(1)	0.644938	42.283	
V	C	50.90632	109.5724	0.406
	AGE2555	-0.012047	-0.045033	
	TALK	0.088281	0.207321	
	GENDER	-0.445288	-1.492437	
	AR(1)	0.644541	42.23680	
V	C	51.04873	117.4765	0.418
	AGE55	-1.264098	-2.936126	
	TALK	-0.014557	-0.034149	
	GENDER	-0.520352	-1.741295	
	AR(1)	0.645477	42.34695	
V	C	51.70986	122.3928	0.455
	AGE55	-1.641150	-4.253259	
	TALK	-0.710121	-1.813104	
	GENDER	-0.748175	-2.794555	
	AR(1)	0.672793	50.14637	
H_w	C	2.665733	50.10870	0.004
	AGE2555	0.178364	2.887136	
	GENDER	-0.070558	-1.007500	
	TALK	-0.049784	-0.501517	
H_w	C	2.849440	74.34637	0.008
	AGE1825	-0.292967	-4.328976	
	GENDER	-0.051003	-0.727931	
	TALK	-0.022860	-0.230175	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Δοκιμές με εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης

.Παρατηρείται ότι:

- Με εξαρτημένη μεταβλητή τη χρονοαπόσταση δεν εντοπίστηκε κάποιο μοντέλο με τιμή του συντελεστή R^2 τέτοια, που να μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική.
- Με εξαρτημένη μεταβλητή την ταχύτητα, αν και αρχικά οι τιμές του συντελεστή R^2 ήταν εξαιρετικά μικρές, η ύπαρξη αυτοσυσχέτισης και η εξάλειψή της με αντίστοιχη εντολή του προγράμματος που περιγράφεται παραπάνω, οδήγησαν σε κάποια μοντέλα τα οποία έδειχναν στατιστικά να 'ευσταθούν'.

5.2.4.2 Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, εξετάστηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές, είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφορά της από τη γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο ότι, εδώ, ενδιαφέρει ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής. Έτσι, στο διαμορφωμένο πίνακα προστέθηκαν δύο στήλες, μία για το λογάριθμο της μέσης ταχύτητας και μία για το λογάριθμο των χρονικών διαχωρισμών.

A/A	v	gender	age1825	age2555	age55	talk	headway	logh _w	LogV
603	60	0	0	1	0	0	1,99	0,30	1,7782

ΕΙΚΟΝΑ 5.4: Απόσπασμα πίνακα για τα μοντέλα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

Η διαδικασία της ανάλυσης είναι ίδια με εκείνη που ακολουθήθηκε για τη γραμμική παλινδρόμηση, με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθούν, ως εξαρτημένες μεταβλητές, ο λογάριθμος της μέσης ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών. Τα αποτελέσματα των δοκιμών, που πραγματοποιήθηκαν, δίνονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί.

Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες	β	t	R ²
Log V	C	1.702372	433.4974	0.362
	AGE2555	-0.000326	-0.128902	
	GENDER	-0.006329	-2.227451	
	TALK	-0.008926	-2.200244	
	AR(1)	0.600517	39.55585	
Log V	C	1.700867	468.6179	0.363
	AGE1825	0.005471	1.980648	
	GENDER	-0.006637	-2.334225	
	TALK	-0.009586	-2.357115	
	AR(1)	0.600584	39.56400	
Log V	C	1.703554	472.3233	0.365
	AGE55	-0.011779	-2.854232	
	GENDER	-0.007102	-2.492874	
	TALK	-0.009957	-2.449586	
	AR(1)	0.601316	39.63901	
Log V	C	1.796054	28.40826	0.365
	AGE55	-0.104091	-1.648026	
	AGE1825	-0.089439	-1.416336	
	AGE2555	-0.093623	-1.483248	
	GENDER	-0.007337	-2.574329	
	TALK	-0.010731	-2.630060	
	AR(1)	0.601238	39.61508	
Log H _w	C	1.308266	94.98502	0.007
	AGE1825	-0.105245	-4.334228	
	GENDER	0.027763	1.098643	
	TALK	0.041871	1.155169	
Log H _w	C	0.372458	48.78635	0.004
	AGE2555	0.026329	2.969772	
	TALK	-0.007358	-0.516528	
	GENDER	-0.011323	-1.126652	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Δοκιμές με εφαρμογή της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

Παρατηρείται ότι και στην περίπτωση της εφαρμογής της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, ο συντελεστής R^2 λαμβάνει εξαιρετικά μικρές τιμές σε μοντέλα με εξαρτημένη μεταβλητή τη χρονοαπόσταση, ενώ στα μοντέλα με εξαρτημένη μεταβλητή την ταχύτητα η μέγιστη τιμή που εμφανίστηκε είναι $R^2=0,365$ (πάντα λαμβάνοντας υπόψη αυτοσυσχέτιση 1^{ου} βαθμού.)

Είναι δεδομένο ότι δεν μπορούν να εξαχθούν στατιστικά συμπεράσματα ούτε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, επομένως χρειάζεται να αναζητηθούν άλλοι τρόποι προσέγγισης του δείγματος.

1^η προσπάθεια βελτίωσης στατιστικών αποτελεσμάτων

Πρώτη απόπειρα μεταστροφής των στατιστικών αποτελεσμάτων ήταν η δημιουργία νέων μητρώων, υποσύνολα βέβαια του αρχικού συνόλου των 3.048 οχημάτων. Τα σημαντικότερα παρουσιάζονται παρακάτω:

- Μητρώο το οποίο αποτελείται από οχήματα τα οποία είχαν χρονοαποστάσεις έως 15 sec. *Δείγμα 2.783 οχήματα.*
- Μητρώο το οποίο αποτελείται από οχήματα τα οποία είχαν χρονοαποστάσεις από 1 έως 8 sec. *Δείγμα 2.519 οχήματα.*
- Μητρώο το οποίο αποτελείται από οχήματα τα οποία είχαν χρονοαποστάσεις έως 7 sec. *Δείγμα 2.586 οχήματα.*
- Μητρώο το οποίο αποτελείται από οχήματα τα οποία είχαν χρονοαποστάσεις από 0 έως 4 sec. *Δείγμα 2.198 οχήματα.*
- Μητρώα τα οποία είχαν ομαδοποιηθεί σύμφωνα με την ταχύτητα. Π.χ. μητρώο που αποτελείται από οχήματα τα οποία είχαν ταχύτητες από 40 έως 60 km/h. *Δείγμα 2.104 οχήματα.*

Ακολούθως, παρατίθεται πίνακας που περιλαμβάνει τα νέα αυτά μητρώα που δημιουργήθηκαν καθώς και κάποιες τιμές του συντελεστή R^2 που προέκυψαν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποια εξαρτημένη μεταβλητή, χρησιμοποιούνταν αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,3.

Ενέργεια	Εξαρτημένες Μεταβλητές	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	R ²
Αποκλεισμός οχημάτων με μεγάλους χρονικούς διαχωρισμούς (με $H_w > 15\text{sec}$)	H_w	AGE1825 AGE2555 GENDER TALK	0.026
	H_w	AGE55 GENDER TALK	0.030
	Log H_w	AGE1825 GENDER TALK	0.007
Αποκλεισμός οχημάτων με χρονικούς διαχωρισμούς $H_w > 8\text{sec}$ και $H_w < 1\text{sec}$	H_w	AGE55 GENDER TALK	0.021
	H_w	AGE2555 GENDER TALK	0.024
Αποκλεισμός οχημάτων με χρονικούς διαχωρισμούς $H_w > 4\text{sec}$	H_w	AGE55 TALK GENDER	0.016
	H_w	AGE1825 GENDER TALK	0.018
Αποκλεισμός οχημάτων πολύ μικρών και πολύ μεγάλων ταχυτήτων ($40 < V < 60\text{km/h}$)	H_w	AGE2555 GENDER TALK	0.028
	H_w	AGE1825 AGE2555 GENDER TALK	0.025

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Δοκιμές για χρονοαπόσταση σε διαφορετικά δείγματα

Όπως παρατηρείται από τον παραπάνω πίνακα, υπάρχει μια βελτίωση της τιμής του συντελεστή R^2 σε μοντέλα με εξαρτημένη μεταβλητή τη χρονοαπόσταση των οχημάτων, σε διάφορα από τα παραπάνω δείγματα. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι εξακολουθούν οι τιμές αυτές να είναι εξαιρετικά μικρές, ώστε να μην μπορεί να θεωρηθεί κανένα από τα παραπάνω μοντέλα αποδεκτό. Η δημιουργία των νέων αυτών δειγμάτων βοήθησε να μεταβληθεί τιμή του R^2 , δεν οδήγησε όμως σε κανένα μοντέλο για περαιτέρω επεξεργασία.

2^η προσπάθεια βελτίωση στατιστικών αποτελεσμάτων

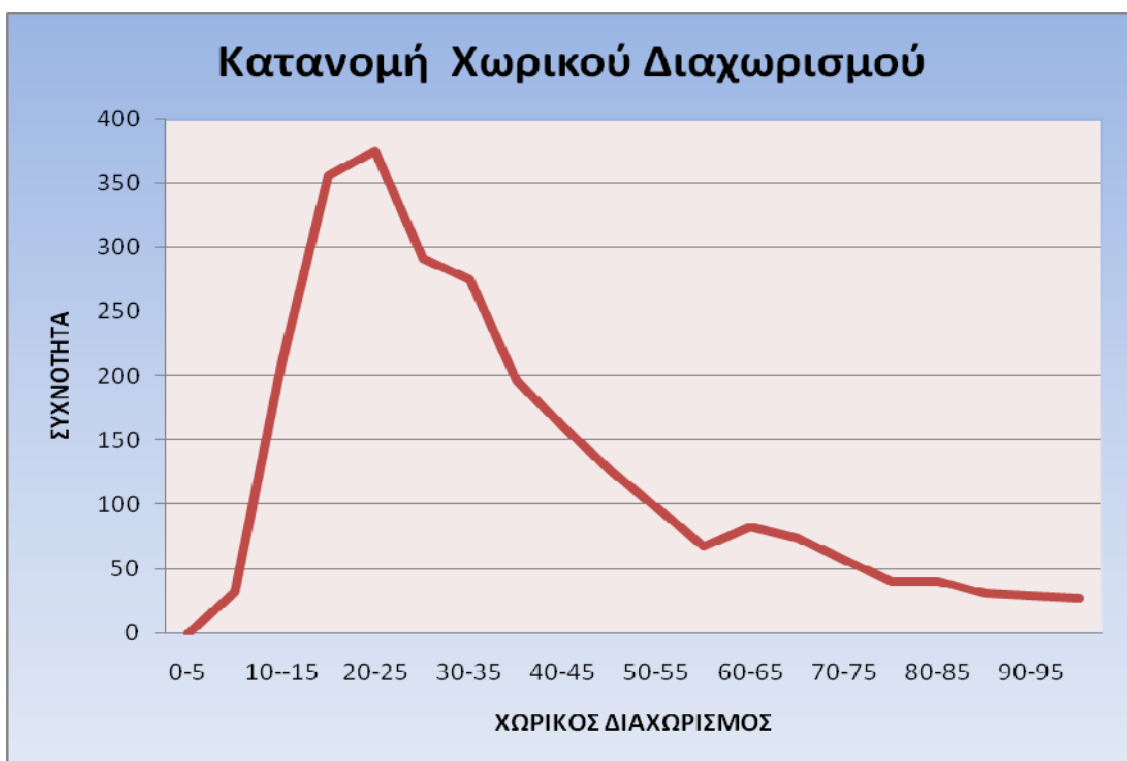
Στο σημείο αυτό αποφασίστηκε η εισαγωγή νέων μεταβλητών σε μια προσπάθεια να βρεθεί κάποιο μοντέλο, κυρίως με εξαρτημένη μεταβλητή τη χρονοαπόσταση, στατιστικά σημαντικό. Οι νέες αυτές μεταβλητές που σταδιακά, κατά τη διάρκεια της ανάλυσης εισήχθησαν είναι:

- **dv:** Απόλυτη τιμή της διαφοράς της ταχύτητας του διερχόμενου από τη διατομή οχήματος από το προπορευόμενο του
- **dh_w:** Απόλυτη τιμή της διαφοράς της χρονοαπόστασης του διερχόμενου από τη διατομή οχήματος από τη χρονοαπόσταση που είχε το προπορευόμενο όχημα

Ειδική αναφορά θα πρέπει να γίνει και στη μεταβλητή

- **H_s (Headspace)**

η οποία είναι η χρονοαπόσταση εκφραζόμενη σε μέτρα. Προκύπτει από τη σχέση $v=s/t$ άρα $s=v*t$, με πολλαπλασιασμό δηλαδή της ταχύτητας του οχήματος επί τη χρονοαπόσταση του. Η νέα αυτή μεταβλητή εκφράζει την απόσταση που έχει το όχημα από το προπορευόμενο του και θα χρησιμοποιηθεί αργότερα σε μοντέλα, ως εξαρτημένη μεταβλητή στη θέση της χρονοαπόστασης. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι σε αυτή την απόσταση συμπεριλαμβάνεται και το μήκος του προπορευόμενου οχήματος. Γι' αυτόν το λόγο παρακάτω παρουσιάζεται παρακάτω το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων της μεταβλητής αυτής.



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.3: Κατανομή συχνοτήτων χωρικού διαχωρισμού

Όπως φαίνεται, η μορφή διαγράμματος είναι παρόμοια με εκείνη της χρονοαπόστασης, γεγονός απόλυτα δικαιολογημένο αφού ουσιαστικά οι δύο αυτές μεταβλητές εκφράζουν την απόσταση των οχημάτων με διαφορετικές μονάδες μέτρησης.

Η επιλογή των νέων αυτών μεταβλητών ερμηνεύεται από το γεγονός ότι η χρονοαπόσταση κάθε οχήματος δείχνει να επηρεάζεται από το είδος της ροής (ελεύθερη ή κορεσμένη ροή). Δηλαδή, τόσο η ταχύτητα όσο και η χρονοαπόσταση ενός οχήματος εξαρτώνται από τις αντίστοιχες τιμές των προπορευόμενων οχημάτων.

Απόσπασμα του πίνακα με τη νέα αυτή μορφή είναι ο Πίνακας 5.7 που ακολουθεί:

A/A	V	gender	age1825	age2555	age55	talk	headway	dv	dhw	hs
1847	59	0	1	0	0	0	0,68	2	0,48	11,14
1848	60	0	0	1	0	0	3,04	1	2,36	50,67
1849	48	0	0	0	1	0	2,44	12	0,60	32,53
1850	47	0	0	1	0	0	2,56	1	0,12	33,42
1851	49	0	0	1	0	0	2,28	2	0,28	31,03
1852	48	0	0	1	0	0	2,20	1	0,08	29,33
1853	54	0	1	0	0	0	1,71	6	0,49	25,65
1854	49	1	0	1	0	0	1,85	5	0,14	25,18
1855	49	0	0	0	1	0	4,04	0	2,19	54,99
1856	47	0	1	0	0	0	2,08	2	1,96	27,16
1857	44	1	0	1	0	0	3,16	3	1,08	38,62
1858	58	0	1	0	0	0	18,56	14	15,40	299,02
1859	69	0	0	1	0	0	0,90	11	17,66	17,25
1860	59	0	1	0	0	0	1,64	10	0,74	26,88
1861	68	0	0	1	0	1	1,49	9	0,15	28,14
1862	60	0	0	1	0	0	23,22	8	21,73	387,00
1863	59	0	0	0	1	0	1,15	1	22,07	18,85
1864	59	0	1	0	0	0	3,01	0	1,86	49,33
1865	54	0	0	1	0	0	5,95	5	2,94	89,25
1866	52	1	0	1	0	0	2,97	2	2,98	42,90
1867	51	1	0	1	0	0	1,79	1	1,18	25,36
1868	50	1	0	1	0	0	2,32	1	0,53	32,22
1869	49	0	0	1	0	0	1,28	1	1,04	17,42
1870	51	0	0	1	0	0	2,20	2	0,92	31,17
1871	50	0	0	1	0	0	1,82	1	0,38	25,28
1872	48	0	1	0	0	0	2,06	2	0,24	27,47
1873	50	0	0	0	1	0	0,74	2	1,32	10,28
1874	49	1	0	1	0	0	0,98	1	0,24	13,34
1875	49	0	0	1	0	0	25,80	0	24,82	351,17
1876	46	1	0	1	0	1	2,40	3	23,40	30,67
1877	60	0	0	1	0	0	10,72	14	8,32	178,67
1878	49	0	1	0	0	0	5,04	11	5,68	68,60
1879	62	1	0	1	0	0	3,44	13	1,60	59,24
1880	57	1	0	1	0	0	2,60	5	0,84	41,17
1881	62	0	0	1	0	0	2,56	5	0,04	44,09
1882	52	1	0	1	0	0	3,60	10	1,04	52,00
1883	64	0	0	1	0	0	7,76	12	4,16	137,96
1884	62	0	1	0	0	0	0,92	2	6,84	15,84
1885	71	0	0	1	0	0	4,00	9	3,08	78,89
1886	55	0	0	1	0	0	3,20	16	0,80	48,89
1887	57	1	0	1	0	0	1,20	2	2,00	19,00
1888	56	0	0	1	0	1	10,57	1	9,37	164,42
1889	56	0	0	1	0	0	1,24	0	9,33	19,29
1890	58	0	0	1	0	0	3,91	2	2,67	62,99
1891	57	0	0	1	0	0	2,86	1	1,05	45,28
1892	48	0	0	1	0	0	2,14	9	0,72	28,53
1893	46	0	0	0	1	0	3,34	2	1,20	42,68
1894	45	0	0	1	0	0	1,54	1	1,80	19,25
1895	44	0	1	0	0	0	0,84	1	0,70	10,27
1896	43	1	1	0	0	0	1,97	1	1,13	23,53
1897	45	1	0	1	0	0	8,18	2	6,21	102,25
1898	47	0	0	1	0	0	2,53	2	5,65	33,03
1899	60	1	0	1	0	0	35,92	13	33,39	598,67
1900	53	0	1	0	0	0	1,60	7	34,32	23,56
1901	62	1	0	1	0	0	13,40	9	11,80	230,78
1902	64	0	0	0	1	0	2,20	2	11,20	39,11
1903	54	0	1	0	0	0	4,20	10	2,00	63,00
1904	32	0	0	1	0	0	16,76	22	12,56	148,98
1905	35	0	0	1	0	0	2,28	3	14,48	22,17
1906	36	1	0	1	0	0	2,12	1	0,16	21,20
1907	39	0	0	1	0	0	2,04	3	0,08	22,10
1908	38	0	0	1	0	1	1,36	1	0,68	14,36
1909	54	0	1	0	0	1	40,44	16	39,08	606,60
1910	45	0	0	1	0	0	4,28	9	36,16	53,50
1911	49	1	1	0	0	0	1,36	4	2,92	18,51
1912	48	0	0	1	0	0	5,76	1	4,40	76,80
1913	52	1	0	1	0	0	2,36	4	3,40	34,09
1914	51	1	0	1	0	0	16,14	1	13,78	228,65

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Πίνακας με προσθήκη τριών μεταβλητών

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας, στον οποίο φαίνονται τα νέα αποτελέσματα που επέφερε η χρησιμοποίηση των μεταβλητών **dv** και **dh_w**, ενώ ακολουθούν συμπεράσματα επί αυτών. Σημειώνεται πως δοκιμές έγιναν όχι μόνο στο αρχικό μητρώο των 3.048 οχημάτων αλλά και σε όλα τα υποσύνολα αυτού, όπως έχουν ήδη προσδιορισθεί, χωρίς όμως να προκύψουν καλύτερα αποτελέσματα από εκείνα που παρατίθενται παρακάτω

Ενέργεια	Εξαρτημένες Μεταβλητές	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	R ²
Εισαγωγή μεταβλητής dv	H _w	AGE1825 DV TALK	0.101
	H _w	AGE2555 DV TALK	0.112
Εισαγωγή μεταβλητής dv και αποκλεισμός οχημάτων με μεγάλους χρονικούς διαχωρισμούς H _w >15sec	H _w	AGE1825 DV TALK	0.131
	H _w	AGE2555 DV TALK	0.134
	H _w	AGE55 DV TALK	0.130
Εισαγωγή μεταβλητών dv και dh_w	H _w	AGE55 DV TALK DH _w	0.203
	H _w	AGE1825 DV TALK DH _w	0.227

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Δοκιμές χρονοαπόστασης με νέες μεταβλητές

Όπως είναι φανερό δημιουργείται μία τάση να αυξηθεί ο στατιστικός συντελεστής R² χωρίς και πάλι να προκύψουν αποτελέσματα και μοντέλα στατιστικά σημαντικά.

Στο σημείο αυτό αποφασίστηκε να αξιοποιηθεί η μεταβλητή **H_s** ως εξαρτημένη στη θέση της χρονοαπόστασης. Η νέα αυτή μεταβλητή εκφραζόμενη σε (m) οδήγησε, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, σε μοντέλα με σαφώς καλύτερα αποτελέσματα.

Εισαγωγή μεταβλητής H_s				
Εξαρτημένη	Ανεξάρτητες	β	t	R^2
H_s	C	21.87015	21.18186	0.379
	TALK	2.052981	1.036768	
	AGE1825	-3.476722	-2.488769	
	DV	2.207273	19.78878	
	DH _w	6.107691	31.71567	
H_s	C	19.05279	15.08155	0.378
	TALK	1.742004	0.882311	
	AGE2555	2.946304	2.321243	
	DV	2.209332	19.80509	
	DH _w	6.126552	31.84796	
H_s	C	19.10048	14.54762	0.378
	TALK	1.753607	0.887161	
	AGE2555	2.944214	2.318973	
	GENDER	-0.192305	-0.133689	
	DV	2.209053	19.79528	
H_s (σε όλο το δείγμα)	C	-8.666308	-1.738268	0.471
	TALK	-28.82362	-3.271110	
	AGE2555	7.299383	1.385740	
	DV	7.134442	16.99457	
	DH _w	7.173922	46.10761	
H_s (σε όλο το δείγμα)	C	-2.434207	-1.615598	0.470
	TALK	-28.38693	-3.212974	
	AGE1825	-6.006721	-1.040665	
	DV	7.134179	16.99065	
	DH _w	7.174509	46.10344	
H_s (σε όλο το δείγμα)	C	-3.363704	-1.493245	0.470
	TALK	-29.55395	-3.343712	
	AGE55	-6.133001	-0.712137	
	DV	7.142317	17.01023	
	DH _w	7.177605	46.12709	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Δοκιμές με εξαρτημένη μεταβλητή τη χωροαπόσταση

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, παρατηρούνται για πρώτη φορά σε μοντέλα με εξαρτημένη μεταβλητή τη χρονοαπόσταση, τιμές του συντελεστή R^2 οι οποίες δείχνουν ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό. Παράλληλα, οι τιμές του t-

test για τις περισσότερες μεταβλητές είναι ικανοποιητικές, γεγονός που δείχνει ότι τα μοντέλα είναι αποδεκτά από στατιστικής απόψεως.

Μοντέλα με εξαρτημένη μεταβλητή την ταχύτητα δεν παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα παρά μόνο στο παράρτημα. Ο λόγος είναι ότι οι νέες μεταβλητές δε βελτίωσαν τις τιμές των αποτελεσμάτων που είχαν παρατηρηθεί στο στάδιο της γραμμικής παλινδρόμησης. Αντίθετα, όπως φαίνεται και στους αντίστοιχους πίνακες, μειώνονται οι τιμές τόσο του R^2 όσο και του t-test.

5.2.5 Περιγραφή των αποτελεσμάτων

5.2.5.1 Ταχύτητα

Οι εξισώσεις που προέκυψαν από τις δοκιμές, είχαν ως στόχο τη μελέτη της επιρροής της χρήσης του κινητού και των υπολοίπων ανεξάρτητων μεταβλητών, στην εξαρτημένη μεταβλητή, την ταχύτητα. Από τις δοκιμές αυτές, εκείνη που οδήγησε στο καταλληλότερο μοντέλο, παρουσιάζεται και περιγράφεται στη συνέχεια:

Table: TELIKO Workfile: COLOURSV\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A		B		C		D		E	
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 06/26/08 Time: 13:38									
4	Sample (adjusted): 2 3048									
5	Included observations: 3047 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.	
9										
10	C		51.49374		0.433095		118.8971		0.0000	
11	TALK		-0.725988		0.392700		-1.848710		0.0646	
12	GENDER		-0.687675		0.271095		-2.536660		0.0112	
13	AGE1825		0.440814		0.268454		1.642048		0.1007	
14	AGE55		-1.502991		0.392644		-3.827873		0.0001	
15	TAXI		0.691960		0.361560		1.913819		0.0557	
16	AR(1)		0.673127		0.013416		50.17342		0.0000	
17										
18	R-squared		0.456226		Mean dependent var		51.31244			
19	Adjusted R-squared		0.455153		S.D. dependent var		10.13129			
20	S.E. of regression		7.478287		Akaike info criterion		6.864179			
21	Sum squared resid		170011.3		Schwarz criterion		6.878014			
22	Log likelihood		-10450.58		F-statistic		425.0927			
23	Durbin-Watson stat		2.106214		Prob(F-statistic)		0.000000			
24										
25	Inverted AR Roots		.67							
26										
27										

ΕΙΚΟΝΑ 5.5 : Βέλτιστη δοκιμή με εξαρτημένη μεταβλητή την ταχύτητα

$$V = 51,494 - 0,726 \times \text{Talk} + 0,441 \times \text{Age1825} - 1,503 \times \text{Age55} - 0,688 \times \text{Gender} + 0,692 \times \text{Taxi}$$

Όπου:

- Talk: η χρήση κινητού κατά την οδήγηση
- Age1825: το γεγονός αν ο οδηγός είναι από 18 έως 25 ετών
- Age55: το γεγονός αν ο οδηγός 55 ετών και άνω
- Gender: το φύλο
- Taxi: το γεγονός αν ο οδηγός είναι οδηγός ταξί

Όπως φαίνεται από την ανωτέρω σχέση, η ταχύτητα εξαρτάται από τις ανεξάρτητες διακριτές μεταβλητές: «χρήση κινητού», «φύλο», «ηλικιακή κατηγορία 18-25 ετών», «ηλικιακή κατηγορία 55 ετών και άνω», «οδηγός ταξί». Ακολουθεί πίνακας με τιμές της μεταβλητής t, οι οποίες κρίνονται ικανοποιητικές.

Μεταβλητές	χρήση κινητού	18 - 25 ετών	55+ ετών	φύλο	TAXI
t - test	-1,849	1,642	-3,828	-2,537	1,914

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13 : Τιμές στατιστικής μεταβλητής t - statistic

Χρήση κινητού

Το πρόσημο της μεταβλητής «χρήση κινητού» είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο σε αυτή την περίπτωση δηλώνει ότι **η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει μείωση στην ταχύτητα**. Η μείωση της ταχύτητας εξαιτίας της χρήσης κινητού επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες της διεθνούς βιβλιογραφίας (Haigney, Taylor & Westerman, 1999, Rosenbloom, 2005 και Strayer & Drews, 2001). Η πλέον αποδεκτή ερμηνεία, που θα μπορούσε να δοθεί για την επιρροή της χρήσης κινητού στην ταχύτητα, είναι εκείνη που θεωρεί τη μείωση της ταχύτητας ως αντισταθμιστικό παράγοντα στις αυξημένες

απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού. Σύμφωνα με αυτήν, η χρήση κινητού επιφορτίζει τον οδηγό με πρόσθετες πληροφορίες που απαιτούν την πνευματική του ενασχόληση. Ο οδηγός, στην προσπάθεια του να αντισταθμίσει τον αυξημένο πνευματικό φόρτο, που προέρχεται από την τηλεφωνική συνομιλία, ελαττώνει ταχύτητα. Μειώνοντας την ταχύτητα, θα μπορέσει ευκολότερα να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις της οδήγησης ή σε κάποια κατάσταση που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Ηλικιακή κατηγορία 18-25

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι θετικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή της ταχύτητας. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **οι νέοι οδηγοί, ηλικίας 18 έως 25** (τιμή 1 της μεταβλητής) **οδηγούν με υψηλότερη ταχύτητα** από τους οδηγούς των άλλων ηλικιακών ομάδων. Αυτό άλλωστε συμπεραίνεται και από τον πίνακα 5.12 από όπου προκύπτει ότι οι νεαροί οδηγοί χρησιμοποιούν υψηλότερες ταχύτητες κατά την οδήγηση από ότι οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας, τα άτομα της οποίας είναι πιο παράτολμα και διακατέχονται από μεγαλύτερο ενθουσιασμό στα πρώτα χρόνια της οδηγικής τους εμπειρίας.

	18-25	25-55	55+
Μ.Ο ταχύτητας	51,7	51,3	49,8
Μ.Ο χρονοαπόστασης	5,39	6,31	6,03

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14 : Μέσοι όροι ταχύτητας - χρονοαπόστασης

Ηλικιακή κατηγορία 55 και άνω

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι αρνητικό, γεγονός που δείχνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **οι ηλικιωμένοι οδηγοί, ηλικίας 55 ετών και άνω** (τιμή 1 της μεταβλητής) **οδηγούν με μικρότερη ταχύτητα** από τους οδηγούς των άλλων ηλικιακών ομάδων. Το ίδιο συμπέρασμα εξάλλου προκύπτει και από τον πίνακα 5.9. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από τα χαρακτηριστικά του

συνόλου, τα άτομα του οποίου είναι μεγάλης ηλικίας και προσαρμόζουν την οδήγησή τους στα μειωμένα αντανακλαστικά που παρουσιάζουν κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

Φύλο

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **οι γυναίκες** (τιμή 1 της μεταβλητής) **παρουσιάζουν χαμηλότερη ταχύτητα** από εκείνη των αντρών (τιμή 0 της μεταβλητής). Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει κανείς και με μια απλή θεώρηση των μετρηθείσων ταχυτήτων του συνόλου των οδηγών. Έτσι, από τον πίνακα 5.12 προκύπτει ότι οι γυναίκες οδηγούν με μικρότερη ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό. Το γεγονός αυτό εξηγείται επαρκώς βάσει των χαρακτηριστικών της προσωπικότητας των δύο φύλων, που θέλουν τους άντρες περισσότερο παρορμητικούς και ριψοκίνδυνους και λιγότερο επιφυλακτικούς σε σχέση με τις γυναίκες.

	Άντρες	Γυναίκες
Ταχύτητα Συνόλου	51,5	50,5
Ταχύτητα Ομιλούντων	50,4	50,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Μέσοι όροι ταχύτητας ανδρών- γυναικών

Οδηγοί ταξί

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι θετικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή της ταχύτητας. Το θετικό πρόσημο σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι οι οδηγοί ταξί (τιμή 1 της μεταβλητής) οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα από τους υπόλοιπους οδηγούς. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από τη φύση του επαγγέλματος της συγκεκριμένης ομάδας οδηγών, οι αμοιβές του οποίου έχουν άμεση εξάρτηση από το πλήθος των διαδρομών που θα επιτευχθεί σε καθορισμένες ώρες εργασίας. Εξάλλου, η οδηγική εμπειρία των οδηγών αυτής της ομάδας, τους επιτρέπει να χρησιμοποιούν το τηλέφωνο δίχως να περιορίζουν την

ταχύτητα τους. Γι' αυτόν το λόγο οι οδηγοί ταξί έχουν την τάση να οδηγούν ταχύτερα από τους άλλους οδηγούς.

5.2.5.2 Χωρικός Διαχωρισμός

Αφού διαμορφώθηκε το μοντέλο της ταχύτητας, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές, έπειτα και από την εισαγωγή των νέων μεταβλητών για την εύρεση εξισώσεων περιγραφής της επιρροής της χρήσης του κινητού και των υπολοίπων ανεξάρτητων μεταβλητών, στη δεύτερη εξαρτημένη μεταβλητή, τη χωροαπόσταση. Παρακάτω παρουσιάζεται εκείνη που οδήγησε στα καλύτερα, από στατιστικής άποψης, αποτελέσματα:

Table: HSTELIKO Workfile: HSMEGALODEIGMA\Untitled						
	A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: HS					
2	Method: Least Squares					
3	Date: 06/24/08 Time: 20:17					
4	Sample: 1 3048					
5	Included observations: 3048					
6						
7	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
8						
9	C	-8.666308	4.985600	-1.738268	0.0823	
10	TALK	-28.82362	8.811573	-3.271110	0.0011	
11	AGE2555	7.299383	5.267499	1.385740	0.1659	
12	DV	7.134442	0.419807	16.99457	0.0000	
13	DHW	7.173922	0.155591	46.10761	0.0000	
14						
15	R-squared	0.471140	Mean dependent var	92.73897		
16	Adjusted R-squared	0.470445	S.D. dependent var	190.7797		
17	S.E. of regression	138.8314	Akaike info criterion	12.70604		
18	Sum squared resid	58651252	Schwarz criterion	12.71592		
19	Log likelihood	-19359.00	F-statistic	677.7218		
20	Durbin-Watson stat	2.787755	Prob(F-statistic)	0.000000		
21						
22						
23						
24						
25						

ΕΙΚΟΝΑ 5.6: Βέλτιστη δοκιμή με εξαρτημένη μεταβλητή το χωρικό διαχωρισμό

$$H_s = - 8,666 - 28,824 \times Talk + 7,299 \times Age2555 + 7,134 \times dV + 7,174 \times dH_w$$

Όπου,

- Talk: η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση
- Age2555: το γεγονός αν ο οδηγός είναι από 25 έως 55 ετών
- dV: απόλυτη τιμή της διαφοράς της ταχύτητας του διερχόμενου από τη διατομή οχήματος από το προπορευόμενο του
- dH_w: απόλυτη τιμή της διαφοράς της χρονοαπόστασης του διερχόμενου από τη διατομή οχήματος από τη χρονοαπόσταση που είχε το προπορευόμενο όχημα

Όπως φαίνεται από την ανωτέρω σχέση, η χωροαπόσταση εξαρτάται από τις ανεξάρτητες διακριτές μεταβλητές: «χρήση κινητού», «ηλικιακή κατηγορία 25-55 ετών», καθώς επίσης και από τις ανεξάρτητες συνεχείς «dV», «dH_w». Παρατίθεται παρακάτω πίνακας με τις νέες τιμές της μεταβλητής t.

Μεταβλητές	χρήση κινητού	25 - 55 ετών	DV	DH _w
t - test	-3,271	1,386	16,995	46,108

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16: Τιμές στατιστικής μεταβλητής t - statistic

Χρήση κινητού

Το πρόσημο της μεταβλητής «χρήση κινητού» είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή του χωρικού διαχωρισμού. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο σε αυτήν την περίπτωση δηλώνει ότι **η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (τιμή 1 της μεταβλητής) επιφέρει μείωση της απόστασης που αφήνει ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα**. Το γεγονός αυτό, δείχνει ότι αποσπάται η προσοχή του οδηγού σε τέτοιο βαθμό με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, ώστε ξεχνάει να τηρήσει τις σωστές αποστάσεις ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα, με αποτέλεσμα - ανεξάρτητα από τις ταχύτητες ή τις κυκλοφοριακές συνθήκες - ο χωρικός διαχωρισμός των οχημάτων να μειώνεται.

Ηλικιακή κατηγορία 25 έως 55 ετών

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι θετικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή του χωρικού διαχωρισμού. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι οι οδηγοί ηλικίας 25 έως 55 ετών (τιμή

1 της μεταβλητής) οδηγούν, αφήνοντας μεγαλύτερη απόσταση από τα προπορευόμενα οχήματα. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από την οδηγική εμπειρία των οδηγών της συγκεκριμένης ηλικιακής κατηγορίας, οι οποίοι τείνουν να οδηγούν πιο συνετά και με γνώμονα την ασφάλεια τους τηρώντας μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα.

Απόλυτη τιμή της διαφοράς της ταχύτητας του διερχόμενου από τη διατομή οχήματος από το προπορευόμενο του

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι θετικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της συνεχούς αυτής μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή της ταχύτητας. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι όταν διαδοχικά οχήματα παρουσιάζουν μεγάλες σχετικά διαφορές στις ταχύτητές τους, κατά απόλυτη τιμή ο χωρικός διαχωρισμός αυξάνεται.

Όταν το πρόσημο της μεταβλητής είναι θετικό, δηλαδή ο προπορευόμενος οδηγεί με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα, αυξάνεται η απόσταση του από το όχημα που ακολουθεί, άρα και ο χωρικός διαχωρισμός. Παράλληλα, στην περίπτωση που το πρόσημο είναι αρνητικό, δηλαδή το προπορευόμενο όχημα έχει πολύ μικρότερη ταχύτητα από εκείνο που ακολουθεί, αυτόματα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ήδη υπάρχει μεγάλος χωρικός διαχωρισμός ανάμεσα τους. Αντίθετα, όταν η διαφορά των ταχυτήτων τους είναι μικρή, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να βρίσκονται τα οχήματα σε συνθήκες πυκνής ροής της οδού, άρα με μικρούς χωρικούς διαχωρισμούς (κίνηση σε φάλαγγα).

Απόλυτη τιμή της διαφοράς της χρονοαπόστασης του διερχόμενου από τη διατομή οχήματος από τη χρονοαπόσταση που είχε το προπορευόμενο

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι θετικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της συνεχούς αυτής μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή του χωρικού διαχωρισμού. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι όταν διαδοχικά οχήματα παρουσιάζουν μεγάλες σχετικά διαφορές στις χρονοαποστάσεις τους, κατά απόλυτη τιμή, ο χωρικός διαχωρισμός αυξάνεται. Το μέγεθος αυτής της μεταβλητής φανερώνει και το είδος της ροής. Μεγάλη τιμή υποδηλώνει ότι η υπάρχουσα ροή είναι ελεύθερη, άρα τα οχήματα

παρουσιάζουν υψηλότερους χωρικούς διαχωρισμούς. Αντίθετα, μικρή κατ' απόλυτη τιμή δείχνει ότι η ροή των οχημάτων είναι πυκνή άρα και οι χωρικοί διαχωρισμοί είναι αντίστοιχα χαμηλοί.

5.2.5.3 Μελέτη επιρροής χρώματος

Έπειτα από περαιτέρω δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, για να διαπιστωθεί εάν το χρώμα του οχήματος επηρεάζει τις εξεταζόμενες μεταβλητές, προέκυψε ένα στατιστικά σημαντικό μαθηματικό μοντέλο (εικόνα 5.7), στο οποίο φαίνεται ότι υπάρχει επιρροή των οχημάτων ασημένιου χρώματος στην ταχύτητα κυκλοφορίας.

	A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: V					
2	Method: Least Squares					
3	Date: 06/08/08 Time: 17:32					
4	Sample (adjusted): 2 3048					
5	Included observations: 3047 after adjustments					
6	Convergence achieved after 5 iterations					
7						
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
9						
10	C	51.37651	0.434426	118.2631	0.0000	
11	TALK	-0.603170	0.392801	-1.535563	0.1247	
12	AGE1825	0.630339	0.264298	2.384959	0.0171	
13	GENDER	-0.605790	0.270713	-2.237760	0.0253	
14	TAXI	0.667039	0.367100	1.817053	0.0693	
15	SILVER	-0.467434	0.278020	-1.681296	0.0928	
16	AR(1)	0.672659	0.013425	50.10582	0.0000	
17						
18	R-squared	0.454113	Mean dependent var	51.31244		
19	Adjusted R-squared	0.453036	S.D. dependent var	10.13129		
20	S.E. of regression	7.492798	Akaike info criterion	6.868056		
21	Sum squared resid	170671.8	Schwarz criterion	6.881891		
22	Log likelihood	-10456.48	F-statistic	421.4870		
23	Durbin-Watson stat	2.104130	Prob(F-statistic)	0.000000		
24						
25	Inverted AR Roots	.67				
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						

ΕΙΚΟΝΑ 5.7: Βέλτιστη δοκιμή που υπεισέρχεται το ασημί χρώμα

$$V = 51,376 - 0,603 \times \text{Talk} + 0,630 \times \text{Age1825} - 0,605 \times \text{Gender} - 0,467 \times \text{Silver} + 0,667 \times \text{Taxi}$$

Όπου:

- Talk: η χρήση κινητού κατά την οδήγηση
- Age1825: το γεγονός αν ο οδηγός είναι από 18 έως 25 ετών
- Silver: το γεγονός αν το όχημα είναι χρώματος ασημί
- Gender: το φύλο
- Taxi: το γεγονός αν ο οδηγός είναι οδηγός ταξί

Ασημί χρώμα

Η μοναδική μεταβλητή που προστέθηκε σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο της ταχύτητας, είναι εκείνη των αυτοκινήτων χρώματος ασημί (Silver). Παρατηρείται ότι το πρόσημο της συγκεκριμένης μεταβλητής είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Δηλαδή, το αρνητικό πρόσημο σε αυτή την περίπτωση δηλώνει ότι οι κάτοχοι οχημάτων χρώματος ασημί (τιμή 1 της μεταβλητής), οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα. Αυτό ίσως ερμηνεύεται από αμιγώς ψυχολογικούς παράγοντες. Από το γεγονός δηλαδή ότι τα άτομα που επιλέγουν το συγκεκριμένο χρώμα για το αυτοκίνητο τους και όχι κάποιο άλλο πιο έντονο (π.χ. κόκκινο), είναι πιο συντηρητικά γενικά στις επιλογές τους και άρα ενδεχομένως και στον τρόπο οδήγησής τους.

5.2.6 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών καθενός από τα παραπάνω μοντέλα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης ροής), εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η ελαστικότητα είναι ένα αδιάστατο μέγεθος, που σε αντίθεση με τους συντελεστές των μεταβλητών των μοντέλων, δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Σε συνδυασμό με το πρόσημο των συντελεστών, είναι πιθανό να προσδιοριστεί αν η αύξηση κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Αξίζει να σημειωθεί ότι,

δεν είναι θεωρητικά ορθό να χρησιμοποιείται το μέγεθος της ελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές, όπως είναι η μεταβλητή «φύλο». Παρόλα αυτά, χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τον υπολογισμό των σχετικών επιρροών των ανεξάρτητων μεταβλητών, με στόχο την εκτίμηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής και τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

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

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

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

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

Συγκεντρωτικά, οι τιμές της σχετικής επιρροής για τις μεταβλητές, τόσο του μοντέλου της ταχύτητας, όσο και του χωρικού διαχωρισμού, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες από τους οποίους προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη e_i^* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη (τιμή 1).

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ταχύτητα (V)		
	β_i	Σχετική επιρροή	
		e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	0,726	0,00136	1
Φύλο	0,688	0,00318	2,34
Ηλικία 18-25	0,441	0,00228	1,68
Ηλικία 55 και άνω	1,503	0,00297	2,18
Οδηγοί ταξι	0,692	0,00154	1,13

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της ταχύτητας

Όσον αφορά στο μοντέλο της ταχύτητας, παρατηρείται ότι, οι μεταβλητές «φύλο» και «ηλικία 55 ετών και άνω» έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ακολουθεί η «ηλικία 15 έως 25 ετών», ενώ τη μικρότερη επιρροή φαίνεται να την έχουν οι μεταβλητές «χρήση κινητού» και «οδηγοί ταξί».

Από τις τιμές της σχετικής επιρροής e_i^* προκύπτει η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή της μεταβλητής «χρήση κινητού». Έτσι, οι «οδηγοί ταξί» έχουν σχεδόν την ίδια επιρροή, ενώ το «φύλο» και η ηλικιακή κατηγορία «55 ετών και άνω» επηρεάζουν, αντίστοιχα, την ταχύτητα 2,34 και 2,18 φορές περισσότερο.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Χωρικός Διαχωρισμός (H ₃)		
	β _i	Σχετική επιρροή	
		e _i	e _i [*]
Χρήση κινητού	28,824	0,09023	1
Ηλικία 25-55	7,299	0,14733	1,63
dV	7,134	0,87752	9,73
dHw	7,174	1,28655	14,26

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο του χωρικού διαχωρισμού

Όσον αφορά στο μοντέλο του χωρικού διαχωρισμού, παρατηρείται ότι οι μεταβλητές «διαφορά ταχυτήτων» και «διαφορά χρονοαποστάσεων» έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ακολουθεί η «ηλικία 15 έως 25 ετών», ενώ τη μικρότερη επιρροή έχει η μεταβλητή «χρήση κινητού»

Παρατηρείται ότι η «διαφορά ταχυτήτων» έχει 9,73 φορές μεγαλύτερη επιρροή στο χωρικό διαχωρισμό από τη «χρήση κινητού», ενώ «η διαφορά χρονοαποστάσεων» επηρεάζει 14,26 φορές περισσότερο. Τέλος, η «ηλικιακή κατηγορία 25 έως 55 ετών» επηρεάζει 1,63 φορές πιο πολύ από τη «χρήση κινητού».

5.2.7 Ανάλυση ευαισθησίας

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται τα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη, που προβλέπει το μοντέλο.

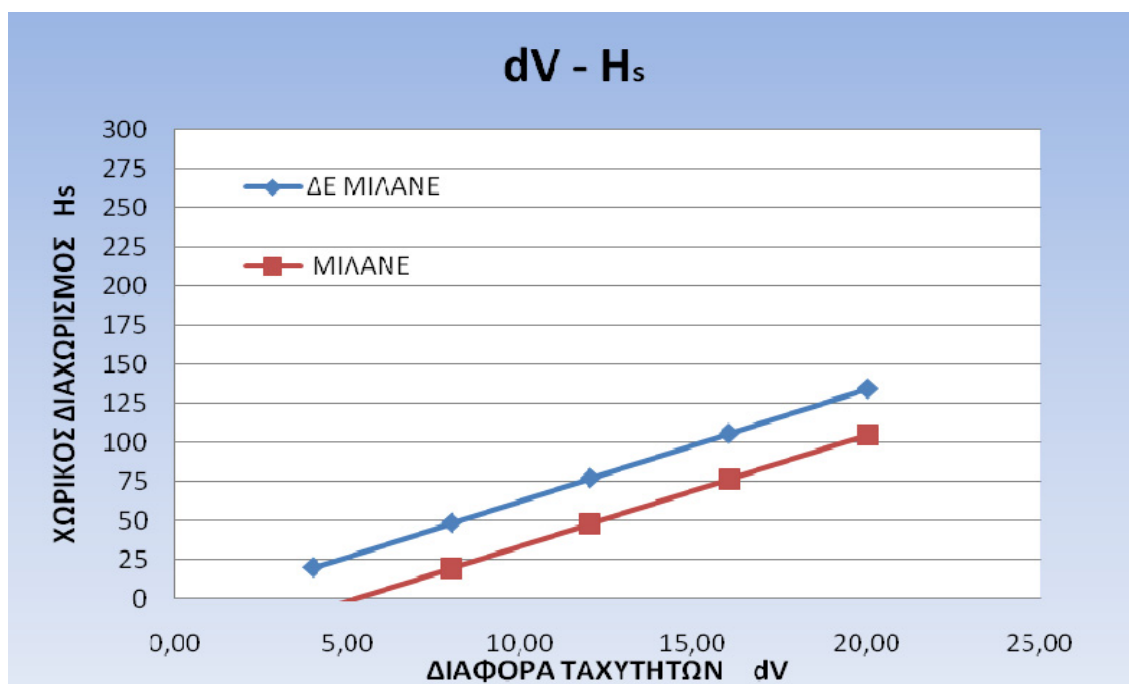
Η πραγματοποίηση διαγραμμάτων που αφορά στο μοντέλο με εξαρτημένη μεταβλητή την ταχύτητα, δεν έγινε εφικτή. Ο λόγος ήταν ότι και οι πέντε ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου είναι διακριτές, ενώ το διάγραμμα ευαισθησίας πρέπει να αποτελείται από 2 συνεχείς μεταβλητές (εξαρτημένη – ανεξάρτητη).

Για τη διαμόρφωση του διαγράμματος στο μοντέλο του χωρικού διαχωρισμού, κάθε φορά διατηρείται σταθερή η τιμή των διακριτών μεταβλητών και δίδονται τιμές στις συνεχείς μεταβλητές:

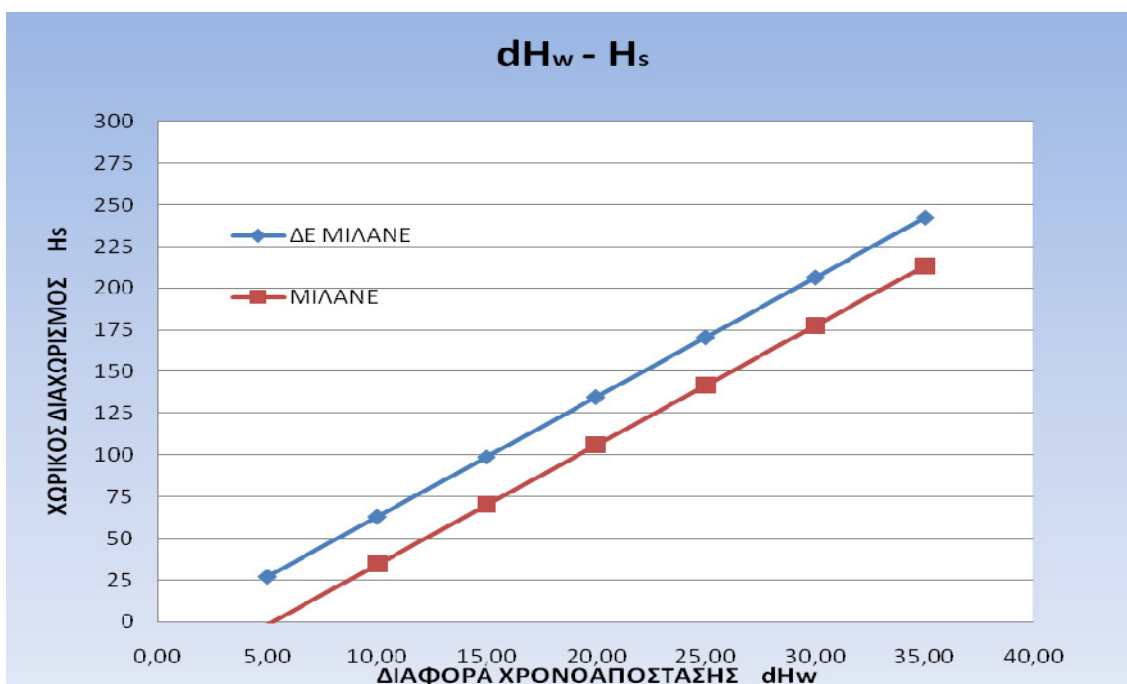
- από 4 έως 20 km/h στη συνεχή μεταβλητή dV
- από 5 έως 35 sec στη συνεχή μεταβλητή dH_w

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι στα διαγράμματα ευαισθησίας **Χωρικού Διαχωρισμού-Διαφοράς Ταχυτήτων**, η συνεχής μεταβλητή «Διαφορά Χρονοαποστάσεων» παρέμεινε σταθερή με τιμή μηδέν. Η τιμή αυτή δόθηκε αυθαίρετα, ώστε να μην επηρεάζει η μεταβλητή αυτή τη σχέση των άλλων δύο και η φυσική της έννοια είναι δύο διαδοχικά αυτοκίνητα να έχουν ίδια τιμή χρονοαπόστασης. Ομοίως στα διαγράμματα ευαισθησίας **Χωρικού Διαχωρισμού-Διαφοράς Χρονοαποστάσεων**, η συνεχής μεταβλητή «Διαφορά Ταχυτήτων» παρέμεινε σταθερή με τιμή μηδέν. Η τιμή αυτή δόθηκε αυθαίρετα και σε αυτό το σημείο, ώστε να μην επηρεάζει η μεταβλητή αυτή τη σχέση των άλλων δύο και η φυσική της έννοια είναι δύο διαδοχικά αυτοκίνητα να έχουν ίδια ταχύτητα. Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα:

ΧΩΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ – ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.4: Διάγραμμα συσχέτισης χωρικού διαχωρισμού και διαφοράς ταχυτήτων

ΧΩΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ – ΔΙΑΦΟΡΑ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

ΓΡΑΦΗΜΑ 5.5: Διάγραμμα συσχέτισης χωρικού διαχωρισμού και διαφοράς χρονοαποστάσεων

Τα **αποτελέσματα** που προκύπτουν από τα διαγράμματα ευαισθησίας συνοψίζονται στα εξής:

- Η χρήση κινητού τηλεφώνου ανεξάρτητα από την ηλικιακή ομάδα που ανήκει ο οδηγός, επιφέρει μικρότερους χωρικούς διαχωρισμούς καθώς μεταβάλλεται η διαφορά ταχυτήτων.
- Η χρήση κινητού τηλεφώνου ανεξάρτητα από την ηλικιακή ομάδα που ανήκει ο οδηγός, επιφέρει μικρότερους χωρικούς διαχωρισμούς καθώς μεταβάλλεται η διαφορά χρονοαποστάσεων.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου** στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις επί της Λεωφόρου Κατεχάκη, με τη βοήθεια χειροκίνητων συσκευών μετρήσεως, μιας συσκευής βιντεοσκόπησης και μιας συσκευής μέτρησης ταχύτητας (radar), από δύο ερευνητές. Άμεσα προέκυψαν στοιχεία για την ταχύτητα και το χρώμα του αυτοκινήτου αλλά και χαρακτηριστικά του οδηγού, όπως η ηλικία και το φύλο του. Από τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας προέκυψαν επιπλέον μεταβλητές σχετικές με τους χρονικούς και χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιχειρήθηκε με δύο οικονομετρικά προγράμματα, η χρήση της μεθόδου τόσο της γραμμικής όσο και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τελικά επιλέχθηκε η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και νέες μεταβλητές οι οποίες βοήθησαν σημαντικά ώστε τα μοντέλα που προέκυψαν να είναι στατιστικά σημαντικά.

Η σχετική επιρροή χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Ο υπολογισμός της βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας, που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, δεν είναι θεωρητικά ορθό να χρησιμοποιείται το μέγεθος της ελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές, όπως είναι η μεταβλητή «φύλο». Παρόλα αυτά, χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τον υπολογισμό των σχετικών επιρροών των ανεξάρτητων μεταβλητών, με στόχο την εκτίμηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής

και τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίν. 6.1), παρουσιάζεται η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στις μέσες ταχύτητες συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης διαδρομής. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ταχύτητα (V)			Χωρικός Διαχωρισμός (Hs)		
	β_i	Σχετική επιρροή		β_i	Σχετική επιρροή	
		e_i	e_i^*		e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	0,726	0,00136	1	28,824	0,09023	1
Φύλο	0,688	0,00318	2,34	-	-	-
Ηλικία 18-25	0,441	0,00228	1,68	-	-	-
Ηλικία 55 και άνω	1,503	0,00297	2,18	-	-	-
Οδηγοί ταξί	0,692	0,00154	1,13	-	-	-
Ηλικία 25-55	-	-	-	7,299	0,14733	1,63
dV	-	-	-	7,134	0,87752	9,73
dHw	-	-	-	7,174	1,28655	14,26

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της ταχύτητας και του χωρικού διαχωρισμού

Από τον ανωτέρω πίνακα, προκύπτει το **είδος** και το **μέγεθος της επιρροής** που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μία σειρά συμπερασμάτων, όπως αυτά που παρουσιάζονται στο επόμενο εδάφιο.

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

1. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών, που εντοπίστηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία, προσεγγίζει το ζήτημα της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση, είτε με τη βοήθεια προσομοιωτών οδήγησης, είτε μέσω ερευνών με ερωτηματολόγια. Τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, η έρευνα αυτή διαφοροποιείται από τις συνηθισμένες μεθόδους διερεύνησης του αντικειμένου, καθώς βασίστηκε σε **πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές οδικές συνθήκες**. Η μέθοδος αυτή επέτρεψε την παρατήρηση της πραγματικής συμπεριφοράς των οδηγών και μπορεί να θεωρηθεί ότι εξήχθησαν περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα και συμπεράσματα.
2. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **γραμμικής παλινδρόμησης**, που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με γραμμική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας και των μέσων χρονικών διαχωρισμών με τις άλλες παραμέτρους, που επηρεάζουν την οδήγηση με ή χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου.
3. Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, **η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μικρή μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Ο οδηγός θεωρεί τη μείωση της ταχύτητας ως αντισταθμιστικό παράγοντα στις αυξημένες απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού τηλεφώνου, η οποία επιφορτίζει τον οδηγό με πρόσθετες πληροφορίες που απαιτούν την πνευματική του ενασχόληση. Ο οδηγός, στην προσπάθεια του να αντισταθμίσει τον αυξημένο πνευματικό φόρτο που προέρχεται από την τηλεφωνική συνομιλία, ελαττώνει ταχύτητα.

4. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στην ταχύτητα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Πιο συγκεκριμένα, **οδηγοί ηλικίας 18 έως 25 ετών οδηγούν πιο γρήγορα** συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 55 ετών και άνω, οι οποίοι οδηγούν πιο αργά επί του συνόλου, γεγονός που ίσως εξηγείται από την παρορμητικότητα των νεότερων οδηγών.
5. Επιπλέον, το φύλο **παρουσιάζει αυξημένη επιρροή στην ταχύτητα**, γεγονός που πιθανώς εξηγείται από το ότι οι γυναίκες οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό τηλέφωνο.
6. Επίσης, αποδεικνύεται πως **η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μείωση και στους χωρικούς διαχωρισμούς**. Το γεγονός αυτό, δείχνει ότι ενδεχομένως αποσπάται η προσοχή του οδηγού με τη χρήση κινητού τηλεφώνου σε τέτοιο βαθμό, ώστε να ξεχνάει να τηρήσει τις σωστές αποστάσεις ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.
7. **Οδηγοί ηλικίας 25 έως 55 ετών τηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις** από τα προπορευόμενα οχήματα, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύεται από την οδηγική εμπειρία των μεσήλικων οδηγών, οι οποίοι τείνουν να οδηγούν πιο συνετά και με γνώμονα την ασφάλεια τους τηρώντας μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα.
8. Σημαντική είναι και η **επιρροή των κυκλοφοριακών συνθηκών** (διαφοράς ταχύτητας και χρονικού διαχωρισμού από το προπορευόμενο όχημα) στο χωρικό διαχωρισμό των οχημάτων. Το γεγονός αυτό πιθανώς εξηγείται από το εάν τα οχήματα κυκλοφορούν σε φάλαγγες με όμοια κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά (V , H_w) ή όχι.
9. Εκτός από τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία, η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει άμεσα και την οδική ασφάλεια. **Η μείωση της ταχύτητας** ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, **θα μπορούσε εν δυνάμει να έχει θετικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια**. Διατηρώντας μία μειωμένη ή εντός των επιτρεπτών ορίων ταχύτητα

κυκλοφορίας, οι οδηγοί έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν σε ένα ξαφνικό συμβάν.

Παρόλα αυτά, η οδήγηση με χρήση κινητού σε καμία περίπτωση **δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής**, αφού σύμφωνα με σειρά ερευνών, διεθνώς, ο οδηγός που μιλά στο κινητό έχει αποσπασμένη την προσοχή του με αποτέλεσμα μεγαλύτερη πιθανότητα λανθασμένου χειρισμού και συνεπαγόμενη πιθανότητα ατυχήματος. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει άμεσα και από την παρούσα εργασία, καθώς η χρήση κινητού οδηγεί σε μείωση της απόστασης που αφήνει ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα, γεγονός που αναμφισβήτητα είναι ενάντια στην οδική ασφάλεια.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συνολικά συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της Εργασίας αυτής, επιχειρείται η παράθεση μίας σειράς προτάσεων, οι οποίες ενδεχομένως να συμβάλουν στη βελτίωση της διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και στην αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- Η χρήση του κινητού τηλεφώνου αποτελεί μία από τις πιο επικίνδυνες παραβάσεις. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμη η **συχνή και αυστηρή αστυνόμευση** των οδηγών, όσο έντονα αστυνομεύεται και η κατανάλωση αλκοόλ.
- Η μείωση των χρονικών διαχωρισμών εξαιτίας της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος. Σε περίπτωση, μάλιστα, μεγαλύτερων ταχυτήτων δύναται να οδηγήσει σε αύξηση της πιθανότητας απώλειας ανθρώπινων ζωών. Έτσι, θεωρείται απαραίτητη η **τοποθέτηση πινακίδων και άλλων διατάξεων** κατά μήκος των οδών, ώστε να υπενθυμίζεται στους οδηγούς ότι θα πρέπει να διατηρούν την απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.
- Η οδήγηση αποτελεί μία σειρά πολλών και σύνθετων ενεργειών. Για τη σωστή εκτέλεση των ενεργειών αυτών, απαιτείται τόσο η ελευθερία των κινήσεων, όσο και η διαύγεια του πνεύματος του οδηγού. Με εφαρμογή μέτρων **απαγόρευσης της χρήσης συσκευής χειρός** κατά την οδήγηση και προτροπή των οδηγών να

χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο με ακουστικό ασύρματης επικοινωνίας (Bluetooth), προσδοκάται ότι θα επιτευχθεί η ασφαλής οδήγηση.

- Επιπρόσθετα, **οι πολίτες θα πρέπει να ενημερώνονται** για θέματα που αφορούν στην οδική ασφάλεια και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, σε συνάρτηση με την χρήση κινητού τηλεφώνου, ώστε να γίνει ευρέως αντιληπτός ο κίνδυνος που προκαλεί η χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Το σχολείο, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και οι διάφορες εκστρατείες που πραγματοποιούνται από την Πολιτεία αλλά και το προσωπικό παράδειγμα των γονέων, τροχονόμων και όλων των εκπροσώπων της Πολιτείας, αποτελούν ένα βασικό τρόπο ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

1. Χρήσιμη θα ήταν η παρουσίαση των ίδιων μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**. Όσοι περισσότεροι οδηγοί συμμετέχουν στο πείραμα, τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προκύπτουν και ίσως αυτό να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών.
2. Μία κατηγοριοποίηση η οποία θα επέφερε σημαντικά αποτελέσματα θα ήταν να χωριστούν οι ομιλούντες οδηγοί σε αυτούς που
 - Μιλούν κρατώντας το κινητό στο αυτί
 - Μιλούν χρησιμοποιώντας ακουστικά (hands free)
 - Μιλούν κάνοντας χρήση ακουστικού ασύρματης επικοινωνίας (Blue tooth)
 - Πληκτρολογούν – Γράφουν μήνυμα στο κινητό

Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων αυτών απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός ερευνητών καθώς πρέπει με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια να προσδιορίζεται για κάθε οδηγό αν μιλάει στο κινητό μέσω της συσκευής

ακουστικών ή απλά έχει τα ακουστικά σε περίπτωση που χρησιμοποιήσει το κινητό αργότερα.

3. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη θεώρηση κάποιων μεταβλητών ως ποιοτικά μεγέθη. Ένας εναλλακτικός τρόπος προσέγγισης του θέματος θα ήταν η εφαρμογή της ίδιας διαδικασίας ανάλυσης, ορίζοντας τα ως **συνεχή**. Για παράδειγμα, ενώ στην εν λόγω έρευνα, η ηλικία χωρίστηκε σε τρεις ομάδες λαμβάνοντας είτε την τιμή 0, είτε την τιμή 1, σε επόμενη έρευνα θα μπορούσε η μεταβλητή αυτή να λάβει ως τιμή την ηλικία κάθε συμμετέχοντα
4. Ιδιαίτερα σημαντικό θα ήταν να γινόταν καταγραφή όλων των στοιχείων που μετρήθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία τόσο στη δεξιά όσο και σε κάποια άλλη λωρίδα. Εξάλλου, όπως παρατηρήθηκε στο 1^ο στάδιο των μετρήσεων, ο αριθμός των οδηγών που μιλούν στη μεσαία λωρίδα είναι μεγαλύτερος από αυτόν στη δεξιά. Για την πραγματοποίηση, όμως, αυτών των μετρήσεων απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός ερευνητών αλλά και ενδεχομένως περισσότερων μέσων (πχ 2^η συσκευή βιντεοσκόπησης τοποθετημένη στη διαχωριστική νησίδα ώστε να υπολογίζεται η χρονοαπόσταση οχημάτων στην αριστερή λωρίδα).
5. Η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να επεξεργαστούν στατιστικά τα συλλεχθέντα στοιχεία και να αναπτυχθούν τα τελικά μαθηματικά μοντέλα. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή πιο αξιόπιστων μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εφαρμογή μιας άλλης μεθόδου στατιστικής ανάλυσης**, η οποία θα άνηκε σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα. Ως πιθανή επιλογή μεθόδου προτείνεται η πολλαπλή ανάλυση μεταβλητών (multilevel analysis).
6. Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί όμως σε συνθήκες μη αστικού περιβάλλοντος, όπου η ταχύτητα των αυτοκινήτων και η γενικότερη οδηγική συμπεριφορά των οδηγών δε θα επηρεάζεται τόσο από τους φωτεινούς σηματοδότες.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. M. Eugenia Gras, Monica Cunill, Mark J.M. Sullman, Montserrat Planes, Maria Aymerich, Silvia Font-Mayolas, ***“Mobile phone use while driving in a sample of Spanish University Workers”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, 2007, pp. 347-355.
2. Tova Rosenbloom, ***“Driving performance while using cell phones”***, Journal of Safety Research, Vol. 37, Issue 2, May 2006, pp. 207-212.
3. Jan Tornros, Anne Bolling, ***“Mobile phone use-effects of conversation on mental workload and driving speed in rural and urban environments”***, Swedish Road and Transport Research Institute (VTI), Part F 9, 2006, pp. 298-306.
4. David W. Eby, Jonathan M. Vivoda, Renee M. St. Louis, ***“Driver hand-held cellular phone use: A four year analysis”***, Journal of Safety Research, University of Michigan, Transport Institute, Vol. 37, July 2006, pp. 261-265.
5. Hakan Alm and Lena Nilsson, ***“Changes in driver behavior as a function of hands-free mobile phones- a simulatory study”***, Accident Analysis and Prevention, Swedish Road and Transport Research Institute (VTI), Vol. 26, Issue 4, 1993, pp. 441-451.
6. D.E. Haigney, R. G. Taylor and S. J. Westerman, ***“Concurrent mobile phone use and driving performance : task demand characteristics and compensatory processes”***, Transportation Research, Part F: Traffic Psychology and Behavior, Vol. 3, Issue 3, September 2000, pp. 113-121.
7. Hakan Alk and Lena Nilsson, ***“The effects of a mobile telephone task an driver behaviour in a car following situation”***, Accident Analysis and Prevention, Swedish Road and Transport Research Institute (VTI), Vol. 27, Issue 5, April 1995, pp. 707-715.

8. ***“Use of mobile phone while driving”***, Institute for road safety research, SWOV, Leidschendam, the Netherlands, May 2006.
9. Larry R. Moore and Gregory S. Moore, ***“The impact of cell phones on driver safety”***, Professional Safety, Vol. 46, Issue 6, January 2001.
10. David Strayer, Frank Drews, Robert Albert and William Johnston, ***“Does cell phone conversation impair driving performance?”***, NSC Issue, Driver Safety, Issue of the Injury Insights newsletter, August/September 2001.
11. Steve Horne, Michael Moloney, Joe Marina and Jack Morns, “Phoning while driving continues to increase despite evidence of risk”, Professional Safety, Vol. 51, Issue 6, January 2006, pp. 58-59.
12. Elizabeth W. Mazzae, Michael Goodman, ***“Research program on wireless phone driver interface effects”***, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), United States, 2006.
13. Thomas Ranney, Ph.D, Ginger S.Watson, Elizabeth N.Mazzae, Yannis E.Papelis, ***“Examination of the distraction effects of wireless phone interfaces a freeway pilot study”***, NHTSA, Technical Report Documentation Page, Report No. DOT 809 737, Springfield, Virginia, April 2004.
14. Washington S.P, Karlaftis M.G, Mannering F.L, “Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis”, Chapman & Hall/CRC, 2003.
15. Χαζίρης Αντώνης, Διπλωματική Εργασία, Τομέας ΜΣΥ, ΕΜΠ, Αθήνα, Οκτώβριος 2005.
16. Γ.Κ.Χρήστου, ***“Εισαγωγή στην οικονομετρία”***, Τόμος 1, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2000

17. Δρ. Ε.Ν. Σωσσίδου, **“Σχεδιασμός έρευνας και εφαρμογές στατιστικής με τη χρήση του SPSS”**, Θεσσαλονίκη, 2007.
18. Αναστάσιος Χρονόπουλος, **“Στατιστική”**, Τμήμα Διοίκησης και Εφοδιασμού, 2004.
19. Ματθαίος Γ. Καρλαύτης, **“Σεμινάρια για την Στατιστική Προτυποποίηση Συγκοινωνιακών συστημάτων”**, Οκτώβριος 2007, Αθήνα.
20. Δημήτρης Κουγιουμτζής, **“Στατιστική για Πολιτικούς Μηχανικούς”**, Νοέμβριος 2003.
21. Jeff K. Caird, Chip T. Scialfa, Geoff Ho. Honeywell and Alison Smiley, **“A meta-analysis of driving performance and crash risk associated with the use of cellular telephones while driving”**, Proceedings of the third International Driving Symposium on human factors in driver assessment, Training and vehicle design, Canada, 2004.
22. William J. Horrey and Christopher D. Wickens, **“Cell phones and driving performance”: a meta-analysis**, Proceedings of the human factors and Ergonomics Society 48th Annual meeting, 2004.
23. David L. Strayer and Frank A. Drews, **“Effects of cell phone conversations on younger and older drivers”**, University of Utah, Salt Lake City, 2001.
24. David L. Strayer, Frank A. Drews and Dennis J. Crouch, **“Fatal Distraction? A comparison of the cell phone driver and the drunk driver”**, Department of Psychology, University of Utah, 2004.
25. Kevin Bogle, **“The effect of cellular phone use on the speed, accuracy and safety of drivers”**, Classen School of Advanced Studies Oklahoma City, Oklahoma, 1999.

26. Christopher Nowakowski, Dana Friedman and Paul Green, ***“Cell phone ring suppression and HUD Caller ID: Effectiveness in reducing momentary driver distraction under varying workload levels”***, Technical Report UMTRI 2001-29, October 2001.
27. Stephen D. Wilcox, Ph.D, ***“Comparison of driving in a simulated environment while using the cell phone with and without a headset”***, Design Science, FDISA, August 2004.
28. Thomas Ranney, Ph.D, Ginger S. Watson, Elizabeth N. Mazzae, Yannis E. Papelis, ***“Examination of the distraction effects of wireless phone interfaces using the National advanced driving simulator- Preliminary report on Freeway Pilot Study”***, NHTSA, Virginia, April 2004.
29. Yi Lang Chen, ***“Driver personality characteristics related to self-reported accident involvement and mobile phone use while driving”***, Safety Science, Department of Industrial Engineering and Management, Minghi University of Technology, Taiwan, June 2006.
30. Andrew R. McGarva, Matthew Ramsey and Susannah A. Shear, ***“Effects of Driver cell-phone Use on Driver Aggression”***, Heldref Publications, Vol.146, Issue 2, 2006, pp.133-146.
31. Fred Hooven, M.S. and Sandra Sulsky Ph.D, ***“Cell-phone use and traffic accidents”***, NSC Issue – Driver Safety, Injury Insights, February-March 2002.
32. Julie Vallese, ***“Study: Drivers on cells more likely to crash”***, CNN.com, July 2005.
33. ***“Headway times and road safety”***, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, September 2007.

34. ***“Cell-phone and driving”***, Hot topics and issues updates, Insurance information Institute, February 2007.
35. David McD Taylor, Dianne M.Bennet, Michael Carter and Devinder Garewal, ***“Mobile telephone use among Melbourne drivers: a preventable exposure to injury risk”***, Vol.179, Issue 3, MJA 2003, pp. 140-142.
36. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., **“Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Τόμος Γ”**, Εκδόσεις Παρατηρητής, 1986.
37. Redelmeier, Donald A., and Tibshirani, Robert J.. **“Association between Cellular-Telephone Calls and Motor Vehicle Collisions”**, New England Journal of Medicine, Vol. 336, number 7, 1997, pp. 453-458.
38. Medical Journal of Australia, **“Phone use and crashes while driving: a representative survey of drivers in two Australian states”**, [Medical Journal of Australia](#) 2006; 185 (11/12): 630-634, Δεκέμβριος 2006.
39. Medical Journal of Australia, **“Preventing traffic accidents by mobile phone users”**, Medical Journal of Australia 2006; 185 (11/12): 628-629, Δεκέμβριος 2006.
40. Alison Smiley, PhD, CCPE, Thomas Smahel, BA.Sc., D.C. Donderi, PhD, **“The effects of cellphone and cd use on Novice and Experienced Driver Performance”**, Insurance Bureau of Canada, January 2007.
41. Καρεκλά Ξένια, Κοντοδήμα Ευφροσύνη, **“Επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας”**, ΕΜΠ, Απρίλιος 2008.

Table: LV2 Workfile: 1-8SEC\Untitled

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
		A		B		C		D	E	F
1	Dependent Variable: LOGV									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/11/08 Time: 22:16									
4	Sample (adjusted): 2 2519									
5	Included observations: 2518 after adjustments									
6	Convergence achieved after 4 iterations									
7										
8		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.
9										
10		C		1.697893		0.003894		436.0496		0.0000
11		AGE1825		0.003997		0.002622		1.524684		0.1275
12		GENDER		-0.003929		0.002674		-1.469289		0.1419
13		TALK		-0.001128		0.003821		-0.295321		0.7678
14		AR(1)		0.643550		0.015276		42.12935		0.0000
15										
16		R-squared		0.415088		Mean dependent var		1.697812		
17		Adjusted R-squared		0.414157		S.D. dependent var		0.088294		
18		S.E. of regression		0.067581		Akaike info criterion		-2.549002		
19		Sum squared resid		11.47728		Schwarz criterion		-2.537423		
20		Log likelihood		3214.193		F-statistic		445.8431		
21		Durbin-Watson stat		2.134940		Prob(F-statistic)		0.000000		
22										
23		Inverted AR Roots		.64						
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										

Table: LV4 Workfile: 1-8SEC\Untitled

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-	
		A		B		C		D		E	F
1	Dependent Variable: LOGV										
2	Method: Least Squares										
3	Date: 05/11/08 Time: 22:17										
4	Sample (adjusted): 2 2519										
5	Included observations: 2518 after adjustments										
6	Convergence achieved after 4 iterations										
7											
8		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.	
9											
10		C		1.697622		0.004146		409.4392		0.0000	
11		AGE2555		0.001868		0.002394		0.780437		0.4352	
12		GENDER		-0.003685		0.002670		-1.380237		0.1676	
13		TALK		-0.000583		0.003811		-0.153073		0.8784	
14		AR(1)		0.643540		0.015277		42.12587		0.0000	
15											
16		R-squared		0.414689		Mean dependent var		1.697812			
17		Adjusted R-squared		0.413757		S.D. dependent var		0.088294			
18		S.E. of regression		0.067604		Akaike info criterion		-2.548320			
19		Sum squared resid		11.48512		Schwarz criterion		-2.536741			
20		Log likelihood		3213.334		F-statistic		445.1104			
21		Durbin-Watson stat		2.133801		Prob(F-statistic)		0.000000			
22											
23		Inverted AR Roots		.64							
24											
25											
26											
27											
28											
29											

Table: LV6 Workfile: 1-8SEC\Untitled												
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-		
		A		B		C		D		E		F
1	Dependent Variable: LOGV											
2	Method: Least Squares											
3	Date: 05/11/08 Time: 22:18											
4	Sample (adjusted): 2 2519											
5	Included observations: 2518 after adjustments											
6	Convergence achieved after 4 iterations											
7												
8		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.		
9												
10		C		1.700437		0.003880		438.2573		0.0000		
11		AGE55		-0.013528		0.003849		-3.514213		0.0004		
12		GENDER		-0.004489		0.002672		-1.680215		0.0930		
13		TALK		-0.001756		0.003811		-0.460825		0.6450		
14		AR(1)		0.645044		0.015250		42.29708		0.0000		
15												
16		R-squared		0.417407		Mean dependent var		1.697812				
17		Adjusted R-squared		0.416480		S.D. dependent var		0.088294				
18		S.E. of regression		0.067447		Akaike info criterion		-2.552975				
19		Sum squared resid		11.43177		Schwarz criterion		-2.541396				
20		Log likelihood		3219.196		F-statistic		450.1190				
21		Durbin-Watson stat		2.134193		Prob(F-statistic)		0.000000				
22												
23		Inverted AR Roots		.65								
24												
25												
26												
27												
28												

Table: V2 Workfile: 1-8SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/11/08 Time: 22:04									
4	Sample (adjusted): 2 2519									
5	Included observations: 2518 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	50.75848	0.436696	116.2331	0.0000					
11	AGE1825	0.597604	0.292785	2.041102	0.0413					
12	TALK	0.017718	0.426697	0.041524	0.9669					
13	GENDER	-0.481291	0.298587	-1.611898	0.1071					
14	AR(1)	0.644938	0.015253	42.28326	0.0000					
15										
16	R-squared	0.416982	Mean dependent var	50.79230						
17	Adjusted R-squared	0.416054	S.D. dependent var	9.882351						
18	S.E. of regression	7.551730	Akaike info criterion	6.883414						
19	Sum squared resid	143312.9	Schwarz criterion	6.894993						
20	Log likelihood	-8661.218	F-statistic	449.3332						
21	Durbin-Watson stat	2.099734	Prob(F-statistic)	0.000000						
22										
23	Inverted AR Roots	.64								
24										
25										
26										
27										
28										

Table: V4 Workfile: 1-8SEC\Untitled

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-	
		A		B		C		D		E	F
1	Dependent Variable: V										
2	Method: Least Squares										
3	Date: 05/11/08 Time: 22:05										
4	Sample (adjusted): 2 2519										
5	Included observations: 2518 after adjustments										
6	Convergence achieved after 5 iterations										
7											
8		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.	
9											
10		C		50.90632		0.464591		109.5724		0.0000	
11		AGE2555		-0.012047		0.267525		-0.045033		0.9641	
12		TALK		0.088281		0.425821		0.207321		0.8358	
13		GENDER		-0.445288		0.298363		-1.492437		0.1357	
14		AR(1)		0.644541		0.015260		42.23680		0.0000	
15											
16		R-squared		0.416016		Mean dependent var		50.79230			
17		Adjusted R-squared		0.415087		S.D. dependent var		9.882351			
18		S.E. of regression		7.557985		Akaike info criterion		6.885070			
19		Sum squared resid		143550.4		Schwarz criterion		6.896649			
20		Log likelihood		-8663.303		F-statistic		447.5505			
21		Durbin-Watson stat		2.099326		Prob(F-statistic)		0.000000			
22											
23		Inverted AR Roots		.64							
24											
25											
26											
27											
28											

Table: V6 Workfile: 1-8SEC\Untitled											
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-	
		A		B		C		D		E	F
1	Dependent Variable: V										
2	Method: Least Squares										
3	Date: 05/11/08 Time: 22:06										
4	Sample (adjusted): 2 2519										
5	Included observations: 2518 after adjustments										
6	Convergence achieved after 5 iterations										
7											
8		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.	
9											
10		C		51.04873		0.434544		117.4765		0.0000	
11		AGE55		-1.264098		0.430533		-2.936126		0.0034	
12		TALK		-0.014557		0.426271		-0.034149		0.9728	
13		GENDER		-0.520352		0.298831		-1.741295		0.0818	
14		AR(1)		0.645477		0.015243		42.34695		0.0000	
15											
16	R-squared		0.418011		Mean dependent var		50.79230				
17	Adjusted R-squared		0.417085		S.D. dependent var		9.882351				
18	S.E. of regression		7.545063		Akaike info criterion		6.881648				
19	Sum squared resid		143060.0		Schwarz criterion		6.893227				
20	Log likelihood		-8658.994		F-statistic		451.2385				
21	Durbin-Watson stat		2.099498		Prob(F-statistic)		0.000000				
22											
23	Inverted AR Roots		.65								
24											
25											
26											
27											
28											

Table: V2 Workfile: 7SEC\Untitled												
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-		
		A		B		C		D		E		F
1	Dependent Variable: V											
2	Method: Least Squares											
3	Date: 05/11/08 Time: 22:28											
4	Sample (adjusted): 2 2586											
5	Included observations: 2585 after adjustments											
6	Convergence achieved after 5 iterations											
7												
8		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.		
9												
10		C		50.77866		0.433965		117.0109		0.0000		
11		AGE1825		0.655540		0.287020		2.283953		0.0225		
12		TALK		0.009926		0.424057		0.023408		0.9813		
13		GENDER		-0.641182		0.295583		-2.169213		0.0302		
14		AR(1)		0.648097		0.015000		43.20630		0.0000		
15												
16		R-squared		0.421611		Mean dependent var		50.79729				
17		Adjusted R-squared		0.420714		S.D. dependent var		9.905626				
18		S.E. of regression		7.539252		Akaike info criterion		6.880055				
19		Sum squared resid		146648.0		Schwarz criterion		6.891385				
20		Log likelihood		-8887.472		F-statistic		470.1668				
21		Durbin-Watson stat		2.103379		Prob(F-statistic)		0.000000				
22												
23		Inverted AR Roots		.65								
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												

Table: V4 Workfile: 7SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/11/08 Time: 22:29									
4	Sample (adjusted): 2 2586									
5	Included observations: 2585 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	50.94107	0.460528	110.6146	0.0000					
11	AGE2555	-0.007888	0.262135	-0.030091	0.9760					
12	TALK	0.097277	0.423048	0.229942	0.8182					
13	GENDER	-0.603590	0.295465	-2.042849	0.0412					
14	AR(1)	0.647798	0.015005	43.17242	0.0000					
15										
16	R-squared	0.420442	Mean dependent var	50.79729						
17	Adjusted R-squared	0.419543	S.D. dependent var	9.905626						
18	S.E. of regression	7.546869	Akaike info criterion	6.882075						
19	Sum squared resid	146944.5	Schwarz criterion	6.893405						
20	Log likelihood	-8890.082	F-statistic	467.9169						
21	Durbin-Watson stat	2.102383	Prob(F-statistic)	0.000000						
22										
23	Inverted AR Roots	.65								
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Table: DOKIMI2 Workfile: NIKOSDIP15SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: LOGV									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/06/08 Time: 19:43									
4	Sample (adjusted): 2 2782									
5	Included observations: 2781 after adjustments									
6	Convergence achieved after 4 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	1.702372	0.003927	433.4974	0.0000					
11	AGE2555	-0.000326	0.002529	-0.128902	0.8974					
12	GENDER	-0.006329	0.002841	-2.227451	0.0260					
13	TALK	-0.008926	0.004057	-2.200244	0.0279					
14	AR(1)	0.600517	0.015182	39.55585	0.0000					
15										
16	R-squared	0.362841	Mean dependent var	1.699776						
17	Adjusted R-squared	0.361923	S.D. dependent var	0.092135						
18	S.E. of regression	0.073597	Akaike info criterion	-2.378634						
19	Sum squared resid	15.03617	Schwarz criterion	-2.367971						
20	Log likelihood	3312.491	F-statistic	395.2099						
21	Durbin-Watson stat	2.169771	Prob(F-statistic)	0.000000						
22										
23	Inverted AR Roots	.60								
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Table: DOKIMI4 Workfile: NIKOSDIP15SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: LOGV									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/06/08 Time: 19:44									
4	Sample (adjusted): 2 2782									
5	Included observations: 2781 after adjustments									
6	Convergence achieved after 4 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	1.700867	0.003630	468.6179	0.0000					
11	AGE1825	0.005471	0.002762	1.980648	0.0477					
12	GENDER	-0.006637	0.002843	-2.334225	0.0197					
13	TALK	-0.009586	0.004067	-2.357115	0.0185					
14	AR(1)	0.600584	0.015180	39.56400	0.0000					
15										
16	R-squared	0.363736	Mean dependent var	1.699776						
17	Adjusted R-squared	0.362819	S.D. dependent var	0.092135						
18	S.E. of regression	0.073545	Akaike info criterion	-2.380040						
19	Sum squared resid	15.01504	Schwarz criterion	-2.369378						
20	Log likelihood	3314.446	F-statistic	396.7427						
21	Durbin-Watson stat	2.170809	Prob(F-statistic)	0.000000						
22										
23	Inverted AR Roots	.60								
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Table: DOKIMI6 Workfile: NIKOSDIP15SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid +/-	Title	Comments +/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: LOGV									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/06/08 Time: 19:45									
4	Sample (adjusted): 2 2782									
5	Included observations: 2781 after adjustments									
6	Convergence achieved after 4 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	1.703554	0.003607	472.3233	0.0000					
11	AGE55UP	-0.011779	0.004127	-2.854232	0.0043					
12	GENDER	-0.007102	0.002849	-2.492874	0.0127					
13	TALK	-0.009957	0.004065	-2.449586	0.0144					
14	AR(1)	0.601316	0.015170	39.63901	0.0000					
15										
16	R-squared	0.364701	Mean dependent var	1.699776						
17	Adjusted R-squared	0.363785	S.D. dependent var	0.092135						
18	S.E. of regression	0.073489	Akaike info criterion	-2.381557						
19	Sum squared resid	14.99228	Schwarz criterion	-2.370895						
20	Log likelihood	3316.556	F-statistic	398.3988						
21	Durbin-Watson stat	2.171600	Prob(F-statistic)	0.000000						
22										
23	Inverted AR Roots	.60								
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										

Table: DOKIMI8 Workfile: NIKOSDIP15SEC\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: LOGV									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/06/08 Time: 19:47									
4	Sample (adjusted): 2 2782									
5	Included observations: 2781 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	1.796054	0.063223	28.40826	0.0000					
11	AGE55UP	-0.104091	0.063161	-1.648026	0.0995					
12	AGE1825	-0.089439	0.063148	-1.416336	0.1568					
13	AGE2555	-0.093623	0.063120	-1.483248	0.1381					
14	GENDER	-0.007337	0.002850	-2.574329	0.0101					
15	TALK	-0.010731	0.004080	-2.630060	0.0086					
16	AR(1)	0.601238	0.015177	39.61508	0.0000					
17										
18	R-squared	0.365699	Mean dependent var	1.699776						
19	Adjusted R-squared	0.364327	S.D. dependent var	0.092135						
20	S.E. of regression	0.073458	Akaike info criterion	-2.381692						
21	Sum squared resid	14.96872	Schwarz criterion	-2.366764						
22	Log likelihood	3318.742	F-statistic	266.5532						
23	Durbin-Watson stat	2.171878	Prob(F-statistic)	0.000000						
24										
25	Inverted AR Roots	.60								
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

Table: TABLE01 Workfile: UNTITLED\Untitled						
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt
InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-			
	A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: HS					
2	Method: Least Squares					
3	Date: 06/02/08 Time: 18:01					
4	Sample: 1 3048					
5	Included observations: 3048					
6						
7	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
8						
9	C	33.24342	6.387842	5.204170	0.0000	
10	TALK	-25.86993	11.48204	-2.253077	0.0243	
11	AGE2555	11.38440	6.863098	1.658785	0.0973	
12	ABSDV	9.825139	0.541739	18.13631	0.0000	
13						
14	R-squared	0.101666	Mean dependent var	92.73897		
15	Adjusted R-squared	0.100781	S.D. dependent var	190.7797		
16	S.E. of regression	180.9110	Akaike info criterion	13.23520		
17	Sum squared resid	99626398	Schwarz criterion	13.24310		
18	Log likelihood	-20166.44	F-statistic	114.8318		
19	Durbin-Watson stat	2.078296	Prob(F-statistic)	0.000000		
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Table: TABLEDISTANCE Workfile: UNTITLEDV\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
		A	B	C	D	E	F			
1	Dependent Variable: HS									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 06/02/08 Time: 18:10									
4	Sample: 1 2782									
5	Included observations: 2782									
6										
7		Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.				
8										
9		C	26.80017	1.240936	21.59674	0.0000				
10		TALK	0.676326	2.167685	0.312004	0.7551				
11		AGE2555	4.403098	1.329200	3.312593	0.0009				
12		ABSDV	2.952531	0.116601	25.32168	0.0000				
13										
14		R-squared	0.190370	Mean dependent var	44.53483					
15		Adjusted R-squared	0.189496	S.D. dependent var	37.29606					
16		S.E. of regression	33.57689	Akaike info criterion	9.866990					
17		Sum squared resid	3131939.	Schwarz criterion	9.875518					
18		Log likelihood	-13720.98	F-statistic	217.7326					
19		Durbin-Watson stat	1.968459	Prob(F-statistic)	0.000000					
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										

Table: TABLEDISTANCE2 Workfile: UNTITLEDV\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: HS									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 06/02/08 Time: 18:12									
4	Sample: 1 2782									
5	Included observations: 2782									
6										
7	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
8										
9	C	31.01617	0.969159	32.00318	0.0000					
10	TALK	1.149849	2.172061	0.529382	0.5966					
11	AGE1825	-5.388466	1.450836	-3.714043	0.0002					
12	ABSDV	2.949302	0.116546	25.30600	0.0000					
13										
14	R-squared	0.191188	Mean dependent var	44.53483						
15	Adjusted R-squared	0.190315	S.D. dependent var	37.29606						
16	S.E. of regression	33.55993	Akaike info criterion	9.865979						
17	Sum squared resid	3128774.	Schwarz criterion	9.874507						
18	Log likelihood	-13719.58	F-statistic	218.8894						
19	Durbin-Watson stat	1.968073	Prob(F-statistic)	0.000000						
20										
21										
22										
23										
24										
25										

Table: DIST Workfile: UNTITLEDLOGVG00D\Untitled						
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt
InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-			
	A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: HS					
2	Method: Least Squares					
3	Date: 06/02/08 Time: 18:48					
4	Sample: 1 2554					
5	Included observations: 2554					
6						
7	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
8						
9	C	35.37858	1.110515	31.85781	0.0000	
10	TALK	3.639408	2.337261	1.557125	0.1196	
11	AGE1825	-5.751310	1.647232	-3.491499	0.0005	
12	ABSDV	2.557314	0.131052	19.51376	0.0000	
13						
14	R-squared	0.134184	Mean dependent var	47.65259		
15	Adjusted R-squared	0.133166	S.D. dependent var	38.87322		
16	S.E. of regression	36.19249	Akaike info criterion	10.01715		
17	Sum squared resid	3340236.	Schwarz criterion	10.02630		
18	Log likelihood	-12787.89	F-statistic	131.7333		
19	Durbin-Watson stat	2.058525	Prob(F-statistic)	0.000000		
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Table: V2GOOD Workfile: DOKIMESTIMEDIF\Untitled											
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-	
	A		B		C		D		E		F
1	Dependent Variable: V										
2	Method: Least Squares										
3	Date: 06/05/08 Time: 18:38										
4	Sample (adjusted): 2 3048										
5	Included observations: 3047 after adjustments										
6	Convergence achieved after 4 iterations										
7											
8	Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.		
9											
10	C		51.70986		0.422491		122.3928		0.0000		
11	AGE55		-1.641150		0.385857		-4.253259		0.0000		
12	TALK		-0.710121		0.391661		-1.813104		0.0699		
13	GENDER		-0.748175		0.267726		-2.794555		0.0052		
14	AR(1)		0.672793		0.013417		50.14637		0.0000		
15											
16	R-squared		0.455250		Mean dependent var		51.31244				
17	Adjusted R-squared		0.454533		S.D. dependent var		10.13129				
18	S.E. of regression		7.482536		Akaike info criterion		6.864660				
19	Sum squared resid		170316.5		Schwarz criterion		6.874542				
20	Log likelihood		-10453.31		F-statistic		635.5522				
21	Durbin-Watson stat		2.106225		Prob(F-statistic)		0.000000				
22											
23	Inverted AR Roots		.67								
24											
25											
26											
27											
28											
29											

Table: V4GOOD Workfile: DOKIMESTIMEDIF\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 05/13/08 Time: 14:16									
4	Sample (adjusted): 2 3048									
5	Included observations: 3047 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	51.39415	0.423851	121.2551	0.0000					
11	AGE1825	0.542795	0.261240	2.077759	0.0378					
12	TALK	-0.646623	0.393001	-1.645348	0.1000					
13	GENDER	-0.685110	0.268032	-2.556076	0.0106					
14	AR(1)	0.671645	0.013436	49.98795	0.0000					
15										
16	R-squared	0.452788	Mean dependent var	51.31244						
17	Adjusted R-squared	0.452069	S.D. dependent var	10.13129						
18	S.E. of regression	7.499419	Akaike info criterion	6.869168						
19	Sum squared resid	171086.0	Schwarz criterion	6.879050						
20	Log likelihood	-10460.18	F-statistic	629.2732						
21	Durbin-Watson stat	2.104742	Prob(F-statistic)	0.000000						
22										
23	Inverted AR Roots	.67								
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

Table: V6GOOD Workfile: DOKIMESTIMEDIF\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 06/05/08 Time: 18:39									
4	Sample (adjusted): 2 3048									
5	Included observations: 3047 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	51.61761	0.428074	120.5810	0.0000					
11	AGE55	-1.546563	0.392207	-3.943234	0.0001					
12	AGE1825	0.354657	0.264800	1.339337	0.1806					
13	TALK	-0.749919	0.392725	-1.909529	0.0563					
14	GENDER	-0.767094	0.268057	-2.861682	0.0042					
15	AR(1)	0.672842	0.013418	50.14307	0.0000					
16										
17	R-squared	0.455571	Mean dependent var	51.31244						
18	Adjusted R-squared	0.454676	S.D. dependent var	10.13129						
19	S.E. of regression	7.481559	Akaike info criterion	6.864727						
20	Sum squared resid	170216.1	Schwarz criterion	6.876585						
21	Log likelihood	-10452.41	F-statistic	508.9332						
22	Durbin-Watson stat	2.106185	Prob(F-statistic)	0.000000						
23										
24	Inverted AR Roots	.67								
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Table: V8GOOD Workfile: DOKIMESTIMEDIF\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit +/-	CellFmt	InsDel	Grid +/-	Title	Comments +/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 06/05/08 Time: 18:39									
4	Sample (adjusted): 2 3048									
5	Included observations: 3047 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	50.07105	0.540943	92.56259	0.0000					
11	AGE1825	1.901220	0.431914	4.401847	0.0000					
12	AGE2555	1.546563	0.392207	3.943234	0.0001					
13	TALK	-0.749919	0.392725	-1.909529	0.0563					
14	GENDER	-0.767094	0.268057	-2.861682	0.0042					
15	AR(1)	0.672842	0.013418	50.14307	0.0000					
16										
17	R-squared	0.455571	Mean dependent var	51.31244						
18	Adjusted R-squared	0.454676	S.D. dependent var	10.13129						
19	S.E. of regression	7.481559	Akaike info criterion	6.864727						
20	Sum squared resid	170216.1	Schwarz criterion	6.876585						
21	Log likelihood	-10452.41	F-statistic	508.9332						
22	Durbin-Watson stat	2.106185	Prob(F-statistic)	0.000000						
23										
24	Inverted AR Roots	.67								
25										
26										
27										
28										
29										

Table: TAXIV Workfile: COLOURSV\Untitled										
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-
	A	B	C	D	E	F				
1	Dependent Variable: V									
2	Method: Least Squares									
3	Date: 06/08/08 Time: 17:29									
4	Sample (adjusted): 2 3048									
5	Included observations: 3047 after adjustments									
6	Convergence achieved after 5 iterations									
7										
8	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
9										
10	C	51.26294	0.428476	119.6402	0.0000					
11	TALK	-0.623160	0.392860	-1.586213	0.1128					
12	AGE1825	0.633027	0.264452	2.393732	0.0167					
13	GENDER	-0.599057	0.270847	-2.211793	0.0271					
14	TAXI	0.772215	0.361953	2.133469	0.0330					
15	AR(1)	0.672001	0.013433	50.02792	0.0000					
16										
17	R-squared	0.453606	Mean dependent var	51.31244						
18	Adjusted R-squared	0.452708	S.D. dependent var	10.13129						
19	S.E. of regression	7.495046	Akaike info criterion	6.868329						
20	Sum squared resid	170830.4	Schwarz criterion	6.880187						
21	Log likelihood	-10457.90	F-statistic	504.9164						
22	Durbin-Watson stat	2.104722	Prob(F-statistic)	0.000000						
23										
24	Inverted AR Roots	.67								
25										
26										
27										
28										
29										

Table: GOOD10 Workfile: DTGOOD\Untitled						
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt
InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-			
	A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: HS					
2	Method: Least Squares					
3	Date: 06/09/08 Time: 19:05					
4	Sample: 1 2554					
5	Included observations: 2554					
6						
7	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
8						
9	C	21.87015	1.032494	21.18186	0.0000	
10	TALK	2.052981	1.980173	1.036768	0.2999	
11	AGE1825	-3.476722	1.396964	-2.488769	0.0129	
12	DV	2.207273	0.111542	19.78878	0.0000	
13	DHW	6.107691	0.192576	31.71567	0.0000	
14						
15	R-squared	0.379174	Mean dependent var	47.65259		
16	Adjusted R-squared	0.378200	S.D. dependent var	38.87322		
17	S.E. of regression	30.65321	Akaike info criterion	9.685307		
18	Sum squared resid	2395089.	Schwarz criterion	9.696751		
19	Log likelihood	-12363.14	F-statistic	389.2052		
20	Durbin-Watson stat	2.483864	Prob(F-statistic)	0.000000		
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						

Table: HSTELIKO Workfile: HSMEGALODEIGMA2\Untitled						
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt
InsDel	Grid+/-	Title	Comments+/-			
	A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: HS					
2	Method: Least Squares					
3	Date: 06/24/08 Time: 20:17					
4	Sample: 1 3048					
5	Included observations: 3048					
6						
7	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
8						
9	C	-8.666308	4.985600	-1.738268	0.0823	
10	TALK	-28.82362	8.811573	-3.271110	0.0011	
11	AGE2555	7.299383	5.267499	1.385740	0.1659	
12	DV	7.134442	0.419807	16.99457	0.0000	
13	DHW	7.173922	0.155591	46.10761	0.0000	
14						
15	R-squared	0.471140	Mean dependent var	92.73897		
16	Adjusted R-squared	0.470445	S.D. dependent var	190.7797		
17	S.E. of regression	138.8314	Akaike info criterion	12.70604		
18	Sum squared resid	58651252	Schwarz criterion	12.71592		
19	Log likelihood	-19359.00	F-statistic	677.7218		
20	Durbin-Watson stat	2.787755	Prob(F-statistic)	0.000000		
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						