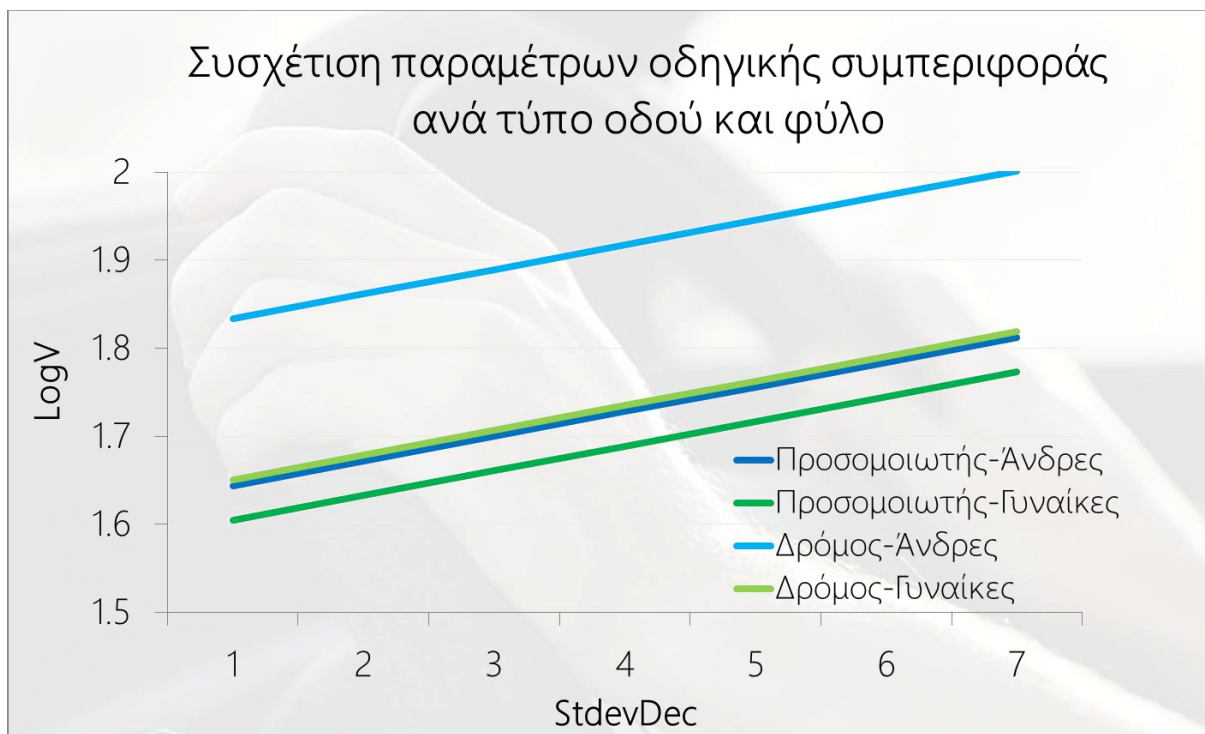




## ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ



**ΔΑΝΑΗ ΒΟΥΤΣΙΝΑ**

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Γιώργο Γιαννή, καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., τόσο για την ανάθεση του θέματος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, όσο και για την πολύτιμη καθοδήγησή του και την εξαιρετική συνεργασία μας σε όλα τα στάδια εκπόνησής της.

Πολύτιμες και καθοριστικές, για τα αποτελέσματα της ανάλυσης, αποδείχθηκαν και οι παρατηρήσεις του κ. Ι. Κ. Γκόλια, Καθηγητή και της κ. Ε. Βλαχογιάννη, Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, μέλη της κριτικής επιτροπής, και τους ευχαριστώ ιδιαίτερα για αυτές.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου και κ. Δημοσθένη Παύλου, Διδάκτορες Πολιτικούς Μηχανικούς Ε.Μ.Π., για την πολύτιμη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας σε θέματα επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων καθώς και σε τεχνικά ζητήματα επί της λειτουργίας του προσομοιωτή οδήγησης.

Ευχαριστώ, επίσης, όλους όσοι συμμετείχαν στην διεξαγωγή του πειράματος καθώς χωρίς τη βοήθειά τους δε θα ήταν δυνατή η υλοποίηση της παρούσας εργασίας και τον κ. Μάριο Νίκα για την ευχάριστη και εξαιρετική συνεργασία κατά την πειραματική διαδικασία.

Ένα ξεχωριστό ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου, τους γονείς και τις αδερφές μου για τη στήριξή τους σε όλο τον προπτυχιακό κύκλο των σπουδών μου, την μικρή Μαρίλια που αποτέλεσε έμπνευση για την ολοκλήρωση της εργασίας και όλους τους φίλους μου για τις ωραίες αλλά και τις δύσκολες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα αυτά τα χρόνια.

Αθήνα, Μάρτιος 2017

Δανάη Βουτσινά



# ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ

ΔΑΝΑΗ ΒΟΥΤΣΙΝΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

## Σύνοψη:

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία στοχεύει στην συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε συνθήκες πραγματικές και προσομοίωσης σε αστική οδό. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, συλλέχθηκαν κατάλληλα στοιχεία μέσω μίας πειραματικής διαδικασίας κατά τη διάρκεια της οποίας όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε πραγματικές οδικές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος και σε προσομοιωτή οδήγησης εκτελώντας διάφορα σενάρια. Χρησιμοποιώντας την λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση διερευνήθηκε η επιρροή του περιβάλλοντος οδήγησης (προσομοιωτής, οδός), των βασικών χαρακτηριστικών του οδηγού (ηλικία, φύλο, εμπλοκή σε ατύχημα με συνομιλία κ.λπ) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ. μέσος όρος επιταχύνσεων, μέσος όρος επιβραδύνσεων και οι μέσοι όροι των αντίστοιχων τυπικών αποκλίσεων) στη μεταβολή της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Από την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν, προκύπτει ότι οι απόλυτες τιμές των κυκλοφοριακών επιδόσεων των οδηγών παρουσιάζουν σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο οδικά περιβάλλοντα, σε αντίθεση με τις σχετικές διαφορές της συμπεριφοράς τους οι οποίες παραμένουν στην πλειοψηφία τους ίδιες. Συγκεκριμένα, η διαφορά των ταχυτήτων ανάμεσα στους γρήγορους και στους αργούς οδηγούς είναι η ίδια στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης, όπως άλλωστε παρατηρείται και η ίδια διαφορά ταχυτήτων στα δύο οδικά περιβάλλοντα ανάμεσα στους οδηγούς που συνομιλούν και δεν συνομιλούν με τον συνοδηγό τους.

Λέξεις κλειδιά : προσομοιωτής οδήγησης, πείραμα στην οδό, απόσπαση προσοχής, ταχύτητα, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, οδηγική συμπεριφορά.

# **COMPARATIVE ANALYSIS OF YOUNG DRIVERS BEHAVIOUR IN NORMAL AND SIMULATED CONDITIONS IN URBAN ROADS**

DANAI VOUSINA

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

## **Abstract:**

The current Diploma Thesis focuses on the comparative analysis of the behavior of young drivers in normal and simulated driving conditions in urban roads. In order to achieve this objective, data have been selected through an experimental process, in which the participants have driven in real urban conditions and on a driving simulator, while performing different scenarios. By using lognormal regression methods, it was investigated the impact of the driving environment (driving simulator or on the road), the specific characteristics of each driver (age, gender, involvement to a car crash while talking though driving etc.) as well as the driving style (average acceleration, deceleration and standard deviations of them) to the average vehicle speed change. The model application revealed that absolute values of drivers' traffic performance varies between simulated and real driving conditions. However, relative differences of driver behavior at the two driving environments remain mostly the same. More precisely, speed difference between fast and slow drivers is the same at the two driving environments, as is also speed difference the same at the two driving environments between drivers talking and not talking to the co-driver.

Keywords: driving simulator, road experiment, distraction, speed, lognormal regression, driving behavior.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η **συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και σε συνθήκες προσομοίωσης σε αστική οδό.**

Για την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων πραγματοποιήθηκε **πείραμα** με συμμετέχοντες **31 νέους οδηγούς** ηλικίας 20 έως 30 ετών, οι οποίοι αρχικά οδήγησαν στον προσομοιωτή οδήγησης που διαθέτει το Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και στη συνέχεια σε ερευνητικό όχημα σε τμήμα αστικής οδού στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Παπάγου στην Αττική. Επιπλέον, κατασκευάστηκε και συμπληρώθηκε απο τους οδηγούς ένα ειδικό ερωτηματολόγιο που αφορούσε βασικά χαρακτηριστικά τους.

Για την **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά τη μέση ταχύτητα οδήγησης πραγματοποιήθηκαν δύο στάδια. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει την περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων, η οποία οδήγησε στη δημιουργία δύο συγκεντρωτικών πινάκων που παρουσιάζουν τη διαφορά των απόλυτων και σχετικών μεγεθών σε κάθε περιβάλλον οδήγησης (Πίνακας 7.1). Το δεύτερο και καθοριστικό στάδιο, αφορά στην ανάπτυξη στατιστικού μοντέλου με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που σκοπό έχει τον προσδιορισμό της επιρροής του περιβάλλοντος (προσομοιωτής, οδός), των βασικών χαρακτηριστικών του οδηγού (ηλικία, φύλο, εμπλοκή σε ατύχημα κλπ) καθώς και του τρόπου οδήγησής του (μέσος όρος επιταχύνσεων, επιβραδύνσεων και των αντίστοιχων τυπικών αποκλίσεων) στη μεταβολή της μέσης ταχύτητας οδήγησης.

Από την **στατιστική ανάλυση** και έπειτα από πληθώρα δοκιμών, προέκυψε το τελικό μαθηματικό μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ της μέσης ταχύτητας του οδηγού και των διαφόρων παραγόντων που την επηρεάζουν. Επισημαίνεται πως η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου στην εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους 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.

Συγκριτικός πίνακας σχετικών τιμών		Οδός		Προσομοιωτής		Οδός	Προσομοιωτής	Δχ(οδού)-Δχ(Προσομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	Χαρακτηριστικό	A	B	A	B	Δχ(οδού)	Δχ(Προσομ.)			
Μέσος όρος από V	Ομιλία	39.38	40.73	33.14	34.38	-1.35	-1.24	-0.11	2.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	40.01	40.12	34.32	33.08	-0.11	1.24	-1.35	2.34	Μη Σημαντική
	Φύλο	40.49	39.46	36.17	30.42	1.03	5.75	-4.72	2.07	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Acc	Ομιλία	2.69	3.03	1.33	1.37	-0.34	-0.04	-0.30	0.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.92	2.78	1.35	1.35	0.14	0.00	0.14	0.35	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.63	1.38	1.31	0.40	0.07	0.33	0.34	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Dec	Ομιλία	-2.35	-2.55	-1.14	-1.18	0.20	0.04	0.16	0.23	Μη Σημαντική
	Ηλικία	-2.44	-2.46	-1.13	-1.20	0.02	0.07	-0.05	0.23	Μη Σημαντική
	Φύλο	-2.60	-2.25	-1.24	-1.06	-0.35	-0.18	-0.17	0.23	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Stdev(V)	Ομιλία	17.50	18.44	14.05	14.40	-0.94	-0.35	-0.59	1.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	17.52	18.51	14.49	13.90	-0.99	0.59	-1.58	1.40	Σημαντική Διαφορά
	Φύλο	18.40	17.37	15.47	12.50	1.03	2.97	-1.94	1.33	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Acc)	Ομιλία	3.66	3.93	0.76	0.77	-0.27	-0.01	-0.26	0.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	3.79	3.81	0.77	0.76	-0.02	0.01	-0.03	0.39	Μη Σημαντική
	Φύλο	4.04	3.46	0.78	0.75	0.58	0.03	0.55	0.44	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Dec)	Ομιλία	2.78	2.96	1.70	1.76	-0.18	-0.06	-0.12	0.35	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.84	2.91	1.64	1.84	-0.07	-0.20	0.13	0.32	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.65	1.90	1.49	0.38	0.41	-0.03	0.34	Μη Σημαντική

Πίνακας : Συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης σχετικών τιμών των μεγεθών μεταξύ Οδού – Προσομοιωτή ανά χαρακτηριστικό ομαδοποίησης των μετρήσεων.



Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	$\beta_i$	t	Σχετική επιρροή	
			$e_i$	$e_i^*$
Συνθήκες οδήγησης	-0.0460	-4.087	-0.0147	4.6601
Διαφορά ταχυτήτων	0.0050	2.558	0.0102	-3.2330
Τυπική απόκλιση επιβράδυνσης	0.0280	4.161	0.0412	-13.0438
Ηλικία	-0.0170	-1.785	-0.0032	1
Φύλο	-0.0390	-4.250	-0.0105	3.3137
Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία	-0.0610	-2.578	-0.0390	12.3595

με  $R^2 = 0.575$

Πίνακας 7.2 : Μαθηματικό μοντέλο συσχέτισης των παραγόντων που επηρεάζουν την μέση ταχύτητα οδήγησης.

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

1. Από την αρχική στατιστική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι **οι απόλυτες τιμές των μετρούμενων μεταβλητών διαφέρουν στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης**. Ειδικότερα, για τα απόλυτα μεγέθη των μέσων όρων της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης καθώς και των τυπικών αποκλίσεών τους αναδεικνύεται σημαντική διαφορά στις μετρήσεις που καταγράφηκαν στην οδό συγκριτικά με εκείνες που καταγράφηκαν στη διαδικασία προσομοίωσης τόσο για το σύνολο των μετρήσεων όσο και για όλες τις κατηγορίες ομιλίας, ηλικίας, και φύλου, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στο ότι τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά στις δύο περιπτώσεις (προσομοιωτής, οδός) ήταν παρόμοια αλλά όχι απολύτως όμοια.

2. Αντίθετα, η ανάλυση των σχετικών διαφορών της συμπεριφοράς των οδηγών στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης κατέδειξε ότι αυτές παραμένουν στην πλειοψηφία τους ίδιες, αναδεικνύοντας την αξιοπιστία του προσομοιωτή σε πειράματα για τη συμπεριφορά των οδηγών. Πιο συγκεκριμένα :

i. Για τα χαρακτηριστικά της ηλικίας και της απόσπασης προσοχής, η σχετική τιμή της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης καθώς και των τυπικών αποκλίσεων

της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης δεν εμφανίζει σημαντική διαφορά ανάμεσα στην οδό και στον προσομοιωτή. Μοναδική εξαίρεση στα παραπάνω ευρήματα αποτελεί η σχετική τιμή της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας για την ηλικιακή κατηγοριοποίηση, η οποία και παρουσίασε αξιοσημείωτη διαφορά σε οδό και προσομοιωτή.

ii. Όσον αφορά στο φύλο, παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης για τις σχετικές τιμές της ταχύτητας, της τυπικής απόκλισης της και της τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης, ενδεχομένως διότι το κάθε φύλο προσαρμόζεται με διαφορετικό τρόπο στις συνθήκες οδήγησης στον προσομοιωτή. Για τις υπόλοιπες εξεταζόμενες μεταβλητές, δεν παρατηρείται αξιόλογη διαφοροποίηση.

3. Η μέση ταχύτητα εξαρτάται σημαντικά από την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης. Οι οδηγοί που εμφάνισαν μεγαλύτερες τυπικές αποκλίσεις της επιβράδυνσης παρουσίασαν και υψηλότερη μέση ταχύτητα οδήγησης. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από την εκτίμηση «**χαμηλές ταχύτητες, λιγότερο φρένο**». Δηλαδή, στις μικρές ταχύτητες συνήθως εμφανίζονται μικρές επιβραδύνσεις άρα και μικρές διακυμάνσεις στην επιβράδυνση, ενώ ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει στις υψηλές ταχύτητες.

4. Οι **άνδρες οδηγοί** φαίνεται να παρουσιάζουν αισθητά **μεγαλύτερες μέσες ταχύτητες** σε σύγκριση με τις γυναίκες οδηγούς ανεξαρτήτως ηλικίας και οδικού περιβάλλοντος, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία που κατατάσσει τις γυναίκες στους περισσότερο επιφυλακτικούς οδηγούς.

5. Ο **βαθμός επιρροής** των παραμέτρων που εξετάστηκαν στη μέση ταχύτητα οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής, βάση της θεωρίας της ελαστικότητας. Από την ανάλυση αυτή προέκυψαν τα παρακάτω:

i. Την **μικρότερη επιρροή** στη μέση ταχύτητα παρουσιάζει η **ηλικία**, η οποία αυξανόμενη (δηλαδή για τους οδηγούς άνω των 25) οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία.

ii. Την αμέσως μεγαλύτερη επιρροή στον λογάριθμο της ταχύτητας φαίνεται να παρουσιάζουν οι μεταβλητές «**Διαφορά ταχυτήτων οδήγησης χωρίς και με ομιλία**», «**Φύλο**», «**Συνθήκες οδήγησης**», «**Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία**».

iii. Η μεταβλητή «**τυπική απόκλιση επιβράδυνσης**» παρουσιάζει την **μεγαλύτερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της ταχύτητας. Έχει 13 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «**ηλικία**» και 11, 3 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές «**εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία**», «**συνθήκες οδήγησης**» οι οποίες έρχονται στη δεύτερη και τρίτη σειρά επιρροής αντίστοιχα.

iv. Η μεταβλητή «συνθήκες οδήγησης» επηρεάζει σημαντικά την μεταβλητή της μέσης ταχύτητας και μάλιστα κατά 5 φορές περισσότερο από τη μεταβλητή «ηλικία». Επίσης, επηρεάζει 1.5 φορές περισσότερο το μοντέλο τόσο από την μεταβλητή «φύλο» όσο και από τη «διαφορά ταχυτήτων».

6. Επισημαίνεται ότι εξετάστηκαν **αρκετές επιπλέον μεταβλητές** που ανακτήθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων αλλά τελικώς **δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές** ώστε να περιληφθούν στο μοντέλο. Μερικές από αυτές είναι ο αριθμός μετακινήσεων εβδομαδιαία και τα χιλιόμετρα οδήγησης, οι ημέρες οδήγησης για εργασία και ψυχαγωγία και η αλλαγή οδικής συμπεριφοράς στην οδήγηση με ομίλια με τον συνεπιβάτη.

7. Υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή **η γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας και για περιοχές εκτός από την περιοχή έρευνας, ώστε να αξιοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες οδήγησης αλλά και στις πηγές απόσπασης της προσοχής του οδηγού.

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b><u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
-----------------------------	-----------------

<b><u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
---------------------------------	------------------

<b><u>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
-------------------------------	-----------------

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	1
----------------------------	---

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	9
--	---

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	9
----------------------	---

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	11
--	----

<b><u>2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....</u></b>	<b><u>14</u></b>
---	------------------

2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	14
-----------------	----

2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΚΑΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΡΟΜΟ .....	14
---	----

2.2.1 BLANA AND GOLIAS, 2002 .....	14
------------------------------------	----

2.2.2 LEE, 2003 .....	14
-----------------------	----

2.2.3 HIRATA ET.AL., 2007 .....	15
---------------------------------	----

2.2.4 DE WINTER ET.AL., 2009 .....	15
------------------------------------	----

2.2.5 GODLEY ET.AL., 2002 .....	15
---------------------------------	----

2.3 ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΟΔΗΓΟΥ .....	22
------------------------------------	----

2.3.1 STUTTS ET. AL., 2005 .....	22
----------------------------------	----

2.3.2 McEVOY ET. AL., 2006.....	25
---------------------------------	----

2.3.3 LAM ET. AL., 2001 .....	26
-------------------------------	----

2.4 ΣΥΝΟΨΗ.....	28
-----------------	----

<b><u>3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ .....</u></b>	<b><u>30</u></b>
---	------------------

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	30
-------------------	----

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ.....	30
--	----

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	32
--	----

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ .....	32
-----------------------------	----

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ .....	33
------------------------------	----

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	33
----------------------------------	----

3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	35
---	----

3.5.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ .....	36
-------------------------------------	----

3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ...	36
---	----

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ .....	39
<b><u>4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....</u></b>	<b>41</b>
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	41
4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	41
4.2.1 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ .....	42
4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	42
4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ .....	43
4.2.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ .....	43
4.2.3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	49
4.2.4 ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	51
4.2.4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ .....	52
4.2.4.2 ΤΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΟΧΗΜΑ .....	55
4.2.4.3 Η ΔΙΑΔΡΟΜΗ.....	56
4.2.5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	57
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	65
4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ.....	65
4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ .....	69
4.3.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL.....	69
4.3.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ VISUAL BASIC .....	71
4.3.2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ .....	75
4.3.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΟΔΟΥ .....	77
4.3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL.....	77
4.3.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΑΠΛΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ EXCEL .....	79
4.3.3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ .....	80
4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	81
<b><u>5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</u></b>	<b>83</b>
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	83
5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΛΥΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ .....	83
5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ .....	99
<b><u>6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</u></b>	<b>102</b>
6.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ .....	102

6.1.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ .....	103
6.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ .....	105
6.1.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	107
6.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ .....	110
6.2.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	111
6.2.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	112
6.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	116
6.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ .....	119
6.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ .....	122
<b><u>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</u></b>	<b><u>133</u></b>
7.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	133
7.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	137
7.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ .....	139
<b><u>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</u></b>	<b><u>140</u></b>

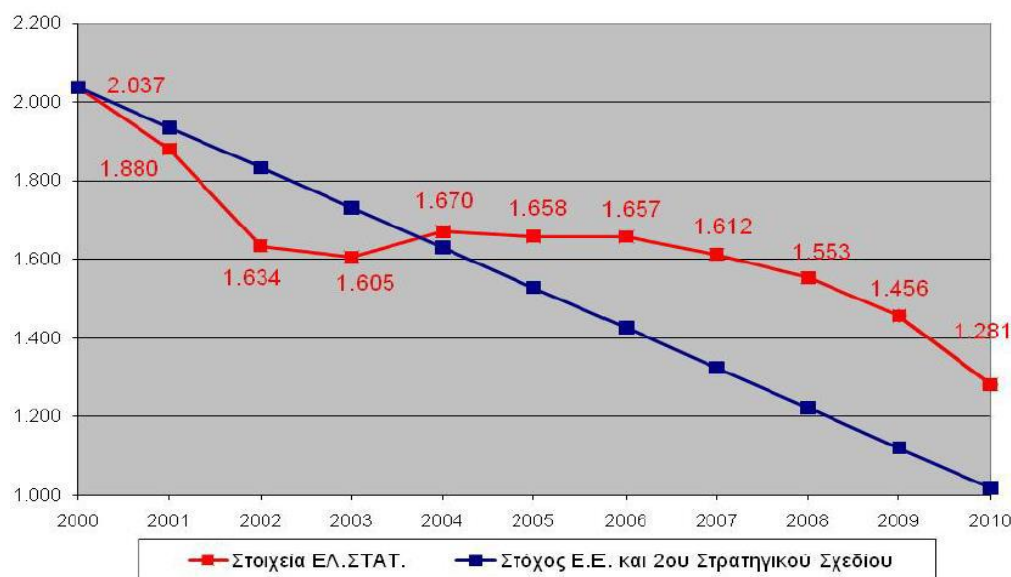
## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Η ανάπτυξη των συγκοινωνιών και των μεταφορών έχει οδηγήσει σε μεγάλες καθημερινές απώλειες και σοβαρούς τραυματισμούς σε **οδικά ατυχήματα** παγκοσμίως. Ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα της επιστήμης του συγκοινωνιολόγου μηχανικού , μέσα στο γενικότερο πλαίσió του , που είναι η μελέτη συστημάτων που εξασφαλίζουν τις ασφαλείς, ταχείες, οικονομικές και άνετες μετακινήσεις προσώπων και αγαθών , είναι η **οδική ασφάλεια**.

Στην Ελλάδα καταγράφονται κάθε χρόνο περίπου 12.000 οδικά ατυχήματα με θύματα τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα περί τους 800 νεκρούς, 13.000 τραυματίες και σημαντικές υλικές ζημιές (DTPE,2015). Σε παγκόσμια κλίμακα εκτιμάται ότι περισσότεροι από 1.250.000 χρήστες της οδού βρίσκουν το θάνατο κάθε χρόνο στα οδικά ατυχήματα (WHO,2013), χωρίς να συμπεριλαμβάνονται ελαφρότερα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο.

Οι νεκροί, οι τραυματίες και οι υλικές ζημιές έχουν τεράστιο κοινωνικό και οικονομικό κόστος και η μείωσή τους αποτελεί προτεραιότητα για κάθε χώρα. Γι'αυτόν το λόγο, ξεκίνησε μία προσπάθεια σε ολόκληρη την Ε.Ε και τέθηκε στόχος στην «Policy Orientations on road safety 2011-2020: Towards a European road safety area» για την οδική ασφάλεια, να μειωθεί ο αριθμός των θυμάτων κατά 50% έως το 2020. Ειδικότερα στην Ελλάδα, εκπονήθηκε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για λογαριασμό του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων έργο με τίτλο «Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου» για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα 2011-2020 (Κανελλαΐδης et al., 2011). Ως ενδιάμεσος στόχος ορίστηκε οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα το έτος 2015 να είναι λιγότεροι από 880 και ως απώτερος στόχος το έτος 2020 να είναι λιγότεροι από 640. Η απόκλιση από τον Ευρωπαϊκό στόχο στην Ελλάδα παρουσιάζεται παρακάτω στο Διάγραμμα 1.1.

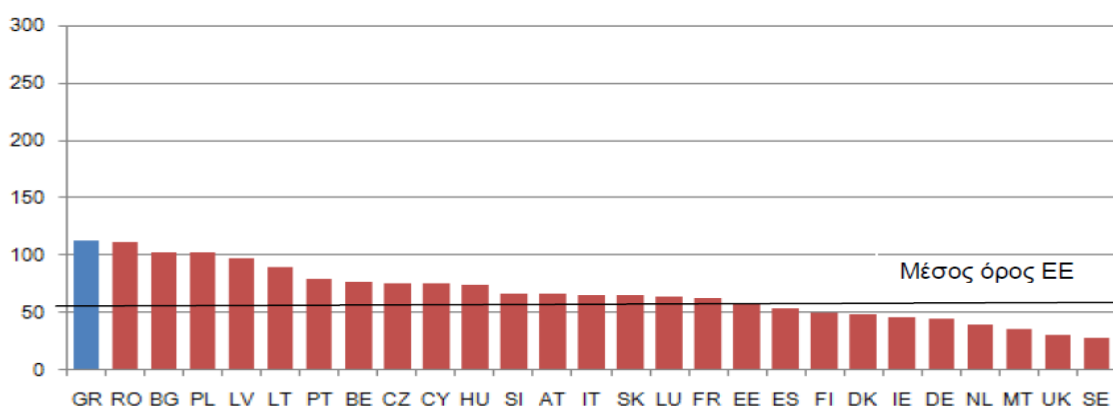


Διάγραμμα 1.1 : Εξέλιξη αριθμού νεκρών στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα 2000-2010 και ο στόχος της Ε.Ε για την ίδια περίοδο Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ., ETSC Επεξεργασία: Τ.Μ.Σ.Υ/Ε.Μ.Π.

Το μεγάλο απαιτούμενο ποσοστό μείωσης καταδεικνύει την προσπάθεια που πρέπει να καταβάλλει η Ελλάδα στον τομέα της οδικής ασφάλειας τα επόμενα χρόνια , όπως άλλωστε και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από στατιστικές αναλύσεις των δεδομένων από την Ε.Ε. Δυστυχώς, η Ελλάδα κατατάσσεται στις πλέον μη ασφαλείς οδικά χώρες σταθερά τα τελευταία χρόνια.

Το έτος 2010 σημειώθηκε αρνητική πρώτη θέση στον αριθμό των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων , παρά τις γενικότερες βελτιώσεις από το έτος 2001 (ETSC, 2011).

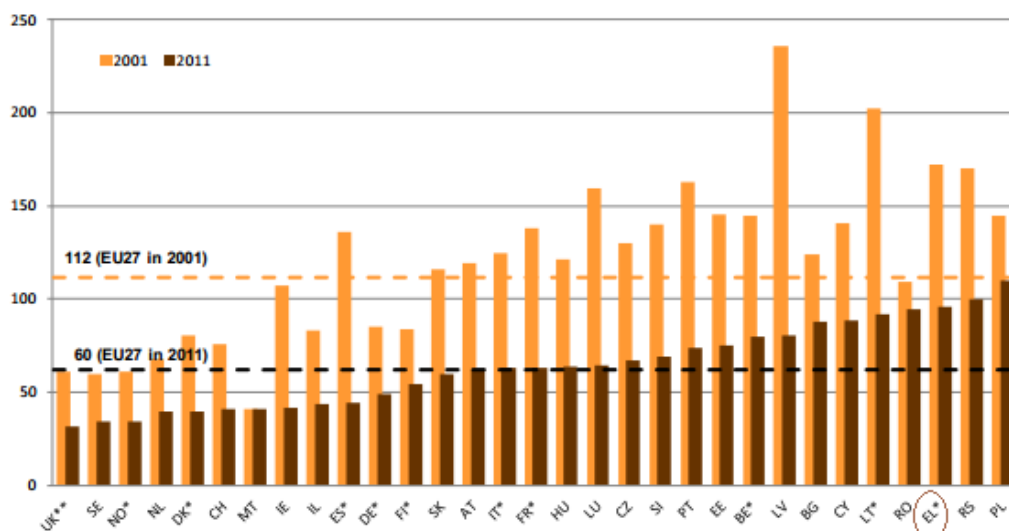
### 2010



Διάγραμμα 1.2: Αριθμός νεκρών στα οδικά ατυχήματα/εκατομμύριο κατοίκων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 2010 Πηγή: ETSC 2011

Το έτος 2011, η Ελλάδα κατατάσσεται κοντά στην κορυφή των χωρών με τα περισσότερα θύματα , στην τρίτη θέση, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1.3.



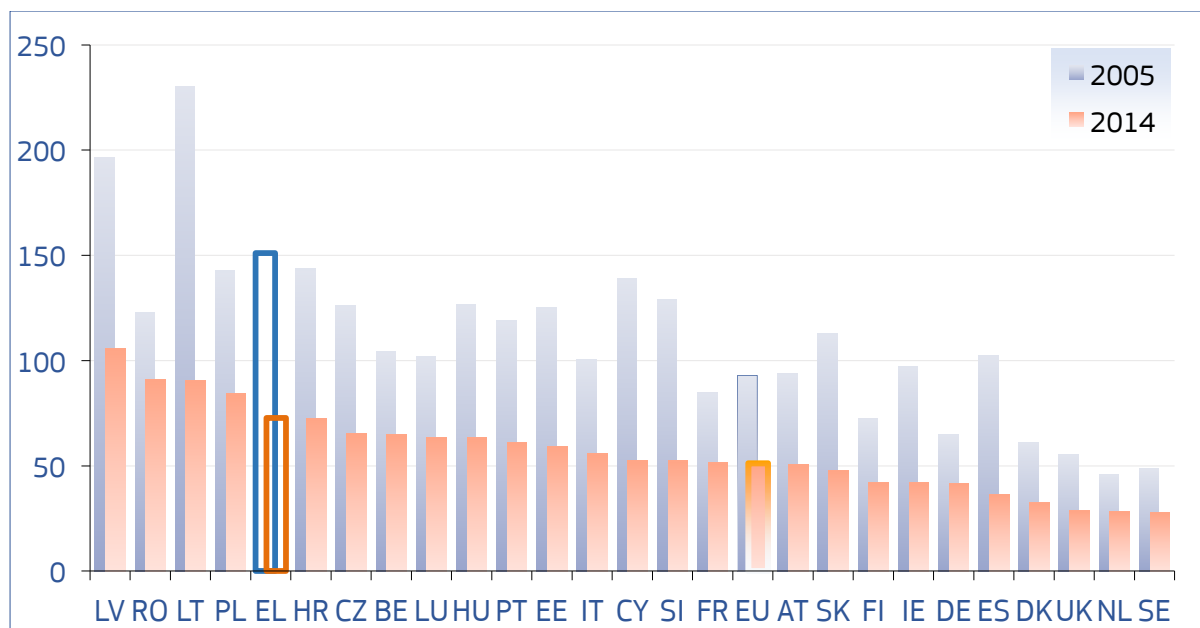


Διάγραμμα 1.3: Αριθμός νεκρών στα οδικά ατυχήματα/εκατομμύριο κατοίκων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 2011 Πηγή: ETSC 2012

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2014, η Ελλάδα, αν και εμφάνισε μείωση κατά 52% σε σχέση με το 2005 (πίνακας 1.1), συνεχίζει να κατέχει αρνητική πρωτιά, παραμένοντας στις πρώτες θέσεις ως προς τον αριθμό των θανάτων από τροχαία ατυχήματα, με 72 νεκρούς ανά εκατ. κατοίκων. (Διάγραμμα 1.4)

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

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



Διάγραμμα 1.4: Αριθμός θανάτων ανά εκατομμύριο κατοίκων από τροχαία ατυχήματα το 2014 στην Ευρώπη. Πηγή: Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας

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

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

Στις περισσότερες περιπτώσεις δύο ή και οι τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στο ατύχημα. Η πολυπλοκότητα και η έλλειψη λεπτομερούς καταγραφής και ανάλυσης των συνθηκών κάτω από τις οποίες έγινε ένα ατύχημα, δεν επιτρέπουν πάντα την αντικειμενική διαπίστωση της συμβολής κάθε παράγοντα. Παρόλα αυτά, διάφορες μελέτες ατυχημάτων σε βάθος δείχνουν ότι **ο χρήστης της οδού μόνος**, ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες, αποτελεί **κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων**. Από μελέτες που έγιναν στη Μ. Βρετανία προέκυψε ότι ο ανθρώπινος παράγοντας, μόνος ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες, παίζει ρόλο στα 95% των ατυχημάτων. Ωστόσο η συμπεριφορά του χρήστη και η συσχέτισή της με τα οδικά ατυχήματα αποτελεί μια πολύ σύνθετη διαδικασία διότι ο ανθρώπινος παράγοντας είναι περισσότερο πολύπλοκος σε σχέση με τους υπόλοιπους (Φραντσεσκάκης, Γκόλιας 1994).

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

Σύμφωνα με τους Blaauw (1982), Jamson (1999) και πολλούς άλλους, η καταλληλότητα ενός προσομοιωτή οδήγησης κρίνεται, ανεξαρτήτως πεδίου εφαρμογής, από την τεχνική του **πιστότητα** (στη διεθνή βιβλιογραφία αναφερόμενη ως “fidelity” ή «physical validity») καθώς και την **αξιοπιστία** του (στη διεθνή βιβλιογραφία αναφερόμενη ως “behavioural validity”), όροι που συζητούνται στις παραγράφους που ακολουθούν.

**Η πιστότητα προσομοιωτή ισοδυναμεί συνήθως με το βαθμό ρεαλισμού που ενυπάρχει στην προσομοίωση (Young et al., 2009)<sup>1</sup>, ενώ η αξιοπιστία ενός προσομοιωτή οδήγησης σχετίζεται με το βαθμό που ο προσομοιωτής προκαλεί την ίδια συμπεριφορά (από μέρους των χρηστών) με αυτήν που θα επιδεικνυόταν σε παρόμοιες συνθήκες πραγματικής οδήγησης υπό συγκεκριμένες ερευνητικές υποθέσεις (Riener, 2010).**

Η πιστότητα και η αξιοπιστία της προσομοίωσης μπορεί να διαφέρουν σημαντικά αναλόγως του σκοπού της χρήσης του προσομοιωτή. Αντίστοιχα διαφέρουν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά και το κόστος του. Το σύστημα κίνησης είναι το πιο καθοριστικό τεχνικό χαρακτηριστικό ενός προσομοιωτή οδήγησης ως προς την πιστότητά του και το ρεαλισμό που προσδίδει. Ακόμη δεν έχει καθοριστεί ποιο είναι εκείνο το σύστημα κίνησης το οποίο καλύπτει καλύτερα τις προδιαγραφές ενός ρεαλιστικού προσομοιωτή οδήγησης παρά τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων δεκαετιών.

Ωστόσο, θεωρείται ανούσιο να ερευνησει κανείς την τεχνική πιστότητα του προσομοιωτή ως ερευνητικού οργάνου/εξοπλισμού αυτού καθεαυτού, αφού η αξιοπιστία του νοείται έτσι κι αλλιώς σε σχέση μόνο με την εκάστοτε ερευνητική υπόθεση και το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται, γι’ αυτό, και πριν από την όποια χρήση προσομοιωτή θα πρέπει να διερευνάται αν ο προσομοιωτής είναι επαρκώς αξιόπιστος για την ερευνητική υπόθεση στα πλαίσια της οποίας θα χρησιμοποιηθεί (Kartein et al., 1995).

Επομένως, η ανάγκη ανεξαρτητοποίησης της έννοιας της αξιοπιστίας του προσομοιωτή οδήγησης από το σύστημα κίνησης και τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά του, με άλλα λόγια την πιστότητά του, είναι εμφανής εδώ και χρόνια.

Πλήθος ερευνών έχουν διεξαχθεί σχετικά με την αξιοπιστία των προσομοιωτών οδήγησης και τους διαφορετικούς τύπους αυτής. Παρόλα αυτά, τα συχνά αντικρουόμενα αποτελέσματα αυτών καταδεικνύουν την αδυναμία κατάλληλης ερμηνείας των δεδομένων που φανερώνει με τη σειρά της το υφιστάμενο κενό στην ερευνητική διαδικασία που ακολουθείται.

Με αυτόν τον τρόπο, θα επιτραπεί η επαναξιολόγηση των διαθέσιμων αποτελεσμάτων από το πλήθος διαθέσιμων ερευνών. Αυτό θα επιτευχθεί μέσα από μία σειρά αλγορίθμων μεταφοράς που θα προσδιορίζουν παραμετρικά τις *a priori* αναγωγές μεταξύ προσομοίωσης και πραγματικότητας. Αυτό θα συμβαίνει ανεξάρτητα από τη συγκεκριμένη ερευνητική υπόθεση, ενώ οι εν λόγω αλγόριθμοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, πριν από την όποια περαιτέρω ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων, των εξαγόμενων από δοκιμές σε προσομοιωτές οδήγησης. Με αυτόν τον τρόπο, τα αποδεδειγμένα οφέλη της χρήσης της προσομοίωσης στην έρευνα και τις εκπαιδευτικές διαδικασίες μεγιστοποιούνται.

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

Τα **μειονεκτήματα** του προσομοιωτή οδήγησης αφορούν στη μη πλήρως ρεαλιστική απεικόνιση του περιβάλλοντος και των συνθηκών οδήγησης, η στέρηση από τον οδηγό των παραμέτρων της πραγματικής οδήγησης (π.χ. βροχή, κρύο) και η πιθανή αλλαγή της συμπεριφοράς του οδηγού στην καθημερινή ζωή, σε πραγματικές συνθήκες που δεν "παρακολουθείται" από τον προσομοιωτή οδήγησης. Ειδικότερα το αίσθημα ασφάλειας αλλά και η ζάλη που προκαλεί η παρατεταμένη οδήγηση στον προσομοιωτή οδήγησης ενδεχομένως αλλοιώνει σε ένα μικρό βαθμό την οδηγητική συμπεριφορά των συμμετεχόντων. Οι παραπάνω παρατηρήσεις αποτελούν αδυναμίες του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης.

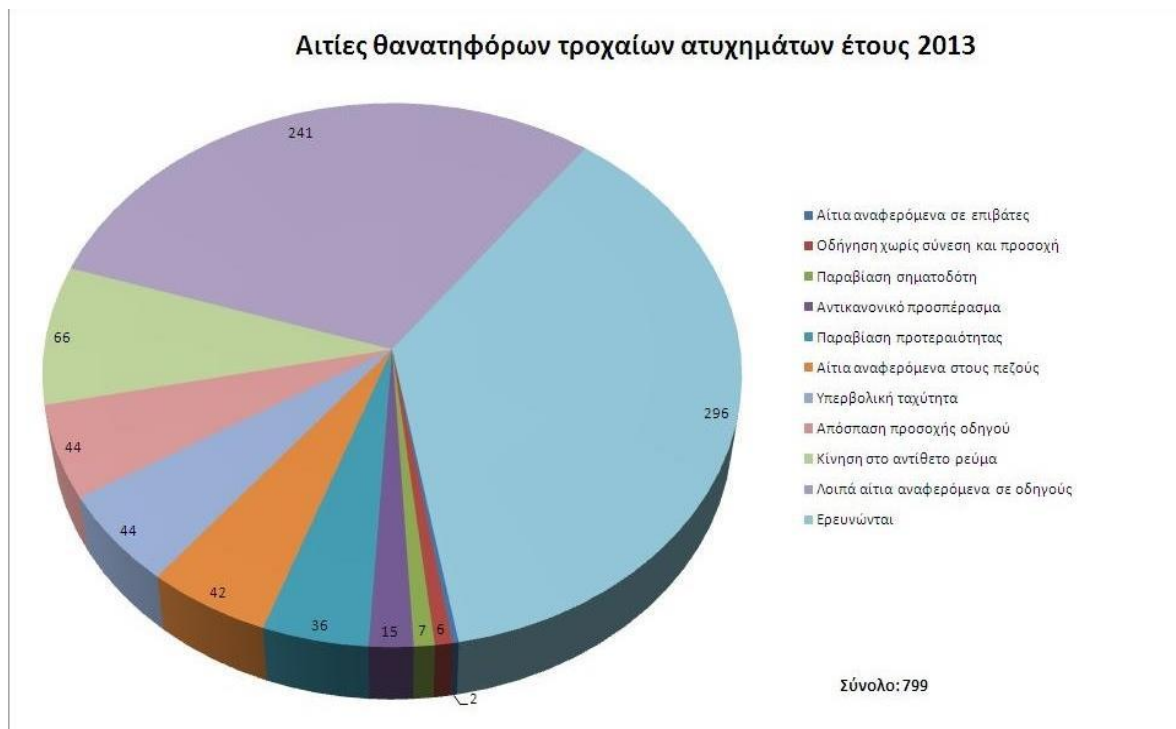
Η οδήγηση είναι μια σύνθετη δραστηριότητα που απαιτεί τον συντονισμό μιας σειράς φυσικών, πνευματικών και γνωστικών δυνατοτήτων (Mayhew and Simpson 1995, McKnight and Hundt 1971, Shinar 1978). Η ασφαλής οδήγηση απαιτεί επίσης αυξημένη προσοχή και συγκέντρωση. Οτιδήποτε **αποσπά** ή ανταγωνίζεται την προσοχή του οδηγού στη διαδικασία της οδήγησης μπορεί να έχει **σοβαρές επιπλοκές** στην οδική ασφάλεια. Η οδήγηση παρ' όλα αυτά είναι μία εύκολη διαδικασία για τους περισσότερους έμπειρους οδηγούς, γι' αυτό και πολλοί από αυτούς έχουν την ευχέρεια να συμμετέχουν παράλληλα και σε άλλες δραστηριότητες - ομιλία με συνεπιβάτη, παρατήρηση πινακίδων, χρήση ραδιοφώνου και κινητού τηλεφώνου - χωρίς σοβαρές επιπτώσεις στην οδήγηση (Näätänen and Summala 1976). Το μεγαλύτερο μέρος των οδηγών μπορούν να προσανατολίσουν την προσοχή τους σε δραστηριότητες με τέτοιο τρόπο ώστε να μην θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλειά τους. Ωστόσο, η προσοχή των οδηγών μπορεί να αποσπαστεί σε τέτοιο βαθμό από μια

συγκεκριμένη δραστηριότητα ή γεγονός ώστε να αποτύχουν να συγκεντρωθούν αρκετά στην οδήγηση και επομένως να αυξηθεί ο κίνδυνος να εμπλακούν σε κάποιο ατύχημα, ειδικά σε περίπτωση κάποιου συμβάντος.

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

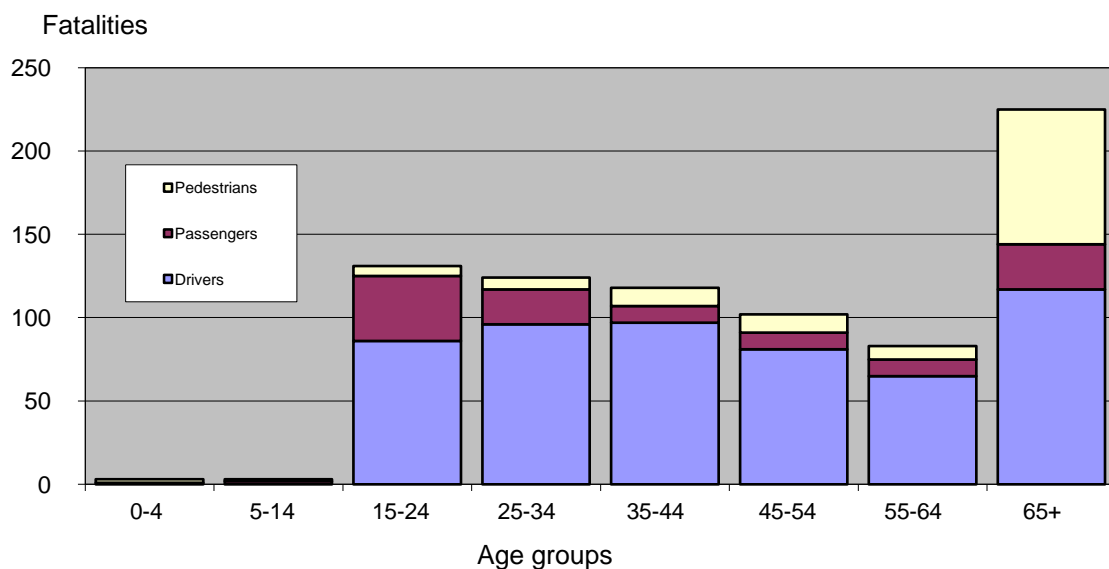
Ανάλυση θανατηφόρων ατυχημάτων 2013					
Αίτια			Όχημα		
		Ποσοστό επι του συνολου			Ποσοστό επι του συνολου
Υπερβολική ταχύτητα	44	5,5%	Ι.Χ.Ε.	379	47,4%
Αντικανονικό προσπέρασμα	15	1,9%	Φορτηγό κάτω των 3,5 τόνων	61	7,6%
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	66	8,3%	Φορτηγό άνω των 3,5 τόνων	1	0,1%
Παραβίαση προτεραιότητας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

Πίνακας 1.2: Πίνακας ανάλυσης αιτιών θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ελλάδα για το έτος 201. Πηγή: Διεύθυνση Τροχαίας



Γράφημα 1.1: Κατανομή των αιτιών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων το 2013στην Ελλάδα. Πηγή: Διεύθυνση Τροχαία

**Οδηγοί νεαρής ηλικίας** έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να εμπλακούν σε ατύχημα από τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες (Jonah et al, 2001). Είναι εξίσου πιθανό να εμπλακούν τόσο σε θανατηφόρα όσο και σε ατυχήματα με ελαφρούς τραυματισμούς. Οι αυξημένες πιθανότητες και η συχνότητα εμπλοκής σε ατύχημα μπορούν να αποδοθούν σε μειωμένη ικανότητα οδήγησης, ρισκοκίνδυνη συμπεριφορά και σε γενικότερη τάση συμμετοχής σε δραστηριότητες απόσπασης προσοχής όπως η ομιλία με συνεπιβάτη (Διάγραμμα 1.4).



Διάγραμμα 1.4 : Κατανομή ατυχημάτων ανάλογα με την ηλικία του οδηγού, συνεπιβατών και πεζών το 2010 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ).

## 1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η συγκριτική ανάλυση συμπεριφοράς νέων οδηγών σε συνθήκες κανονικές και προσομοίωσης σε αστική οδό.**

Συγκεκριμένα, θα **εξεταστεί** ο βαθμός στον οποίο **το περιβάλλον οδήγησης** (προσομοιωτής, οδός), ορισμένα **χαρακτηριστικά του οδηγού** (π.χ. εβδομαδιαία διανυόμενα χιλιόμετρα, ηλικία, φύλο) και του **τρόπου οδήγησής** του (π.χ. μέσος όρος επιταχύνσεων, επιβραδύνσεων και τυπικών αποκλίσεων αυτών) συμβάλλουν στη μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς (μέση ταχύτητα οδήγησης).

Προκειμένου να γίνει η ποσοτικοποίηση αυτής της σύγκρισης, απαιτείται **η εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους στόχος της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συλλεχθούν μέσω του ερωτηματολογίου και της πειραματικής διαδικασίας σε προσομοιωτή οδήγησης και σε ερευνητικό όχημα στην οδό.

**Το μαθηματικό μοντέλο** που θα αναπτυχθεί, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράφει τη μεταβολή της ταχύτητας, ως συνέπεια του περιβάλλοντος πραγματοποίησης της μέτρησης, της ηλικίας και του φύλου του συμμετέχοντα, της απόσπασης ή μη του οδηγού δια της συνομιλίας και άλλων παραγόντων.

**Εκτιμάται** ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την **κατανόηση του βαθμού και του τρόπου** με τον οποίο οι συνθήκες οδήγησης σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζουν την ταχύτητα κυκλοφορίας. Έτσι, θα είναι δυνατό να δοθεί μια αιτιολογημένη εξήγηση για την αξιοπιστία ή μη των μετρήσεων του προσομοιωτή οδήγησης.

## 1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφεται συνοπτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα Διπλωματική Εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν, δηλαδή, έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Οι έρευνες αυτές θα φαίνονταν χρήσιμες τόσο στην επιλογή μεθόδου συλλογής στοιχείων, όσο και στην επιλογή μεθόδου ανάλυσης αυτών. Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του **τρόπου συλλογής των στοιχείων**. Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα στον προσομοιωτή που διαθέτει το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα

Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου καθώς και σε ερευνητικό όχημα σε τμήμα της υπεραστικής οδού Παπαγγελάκη στην περιοχή Παιανία Αττικής. Ο συνδυασμός της μεθόδου των ερωτηματολογίων και της συλλογής στοιχείων τόσο μέσω του λειτουργικού συστήματος του προσομοιωτή όσο και μέσω των μετρήσεων σε πραγματικές συνθήκες αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή. Ακολούθησε **η επιλογή της μεθόδου** στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS 21.0).

Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και **η παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της συγκριτικής ανάλυσης της συμπεριφοράς των νέων οδηγών σε συνθήκες κανονικές και προσομοίωσης. Τέλος, προέκυψαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται, υπό μορφή διαγράμματος ροής, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας (Διάγραμμα 1.5).





Διάγραμμα 1.5: 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 **1ο κεφάλαιο** είναι **εισαγωγικό** και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά σχετικά με το θέμα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Στη συνέχεια γίνεται μία γενική ανασκόπηση σχετικά με την απόσπαση της προσοχής του οδηγού

καθώς και των πλεονεκτημάτων χρήσης των προσομοιωτών οδήγησης σε πειραματικές διαδικασίες που αφορούν την οδική ασφάλεια και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από τη διερεύνηση της επιρροής του περιβάλλοντος οδήγησης στην συμπεριφορά του οδηγού. Εν συνεχεία, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που πρόκειται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Για την καλύτερη αντίληψη αυτής, παρατίθεται και ένα διάγραμμα ροής, που απεικονίζει την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν.

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

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

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

Το **κεφάλαιο 5** αποτελεί **πρώιμο στάδιο** της ανάπτυξης της κύριας στατιστικής ανάλυσης που θα διεξαχθεί στο επόμενο κεφάλαιο και περιλαμβάνει δύο υποκεφάλαια. Σ' όλη την έκταση του κεφαλαίου, αναπτύχθηκαν συγκριτικοί πίνακες ορισμένων μεταβλητών, ανά διάφορες κατηγορίες οδηγών και συνθηκών οδήγησης προς απλοποίηση της σύγκρισης των αποτελεσμάτων. Στο πρώτο εδάφιο παράγονται οι συγκριτικοί πίνακες των απολύτων μεγεθών των μεταβλητών, μορφής μέσου όρου, ενώ στο δεύτερο εδάφιο των συσχετισμένων

μεγεθών των μεταβλητών, μορφής ποσοστού. Στο τέλος κάθε πίνακα διατυπώνονται ορισμένα επιμέρους συμπεράσματα τα οποία θα ληφθούν υπόψη στα τελικά συνολικά συμπεράσματα της εργασίας.

Το **κεφάλαιο 6** είναι ένα από τα σημαντικότερα της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς περιλαμβάνει την **αναλυτική περιγραφή της μεθόδου** που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο εισαγωγής της βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό λογισμικό παραθέτοντας διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης της επεξεργασίας των στοιχείων, ενώ επισημαίνονται τα κρίσιμα σημεία στη λειτουργία του λογισμικού. Έπειτα, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου. Καταγράφονται, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την καλύτερη κατανόηση τους.

Το **κεφάλαιο 7** αποτελεί το τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, στο οποίο συνοψίζονται **τα συμπεράσματα** αυτής, ύστερα από τη ερμηνεία των μαθηματικών μοντέλων, τα οποία αποτελούν μία σύνθεση αρκετών ποσοτικοποιημένων στοιχείων σε συνδυασμό με τα επιμέρους αποτελέσματα του προηγούμενου κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, καταγράφονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας είτε με άλλες μεθόδους είτε με εξέταση πρόσθετων παραμέτρων και μεταβλητών.

Στο **κεφάλαιο 8** παρατίθεται ο κατάλογος των **βιβλιογραφικών αναφορών**. Ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει αναφορές, που αφορούν τόσο σε έρευνες που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια της εισαγωγής και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, όσο και σε στατιστικές έννοιες και μεθόδους, που αναλύθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο.

## 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

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

### 2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΚΑΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΤΟ ΔΡΟΜΟ

Πληθώρα ερευνών έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την αξιοπιστία των προσομοιωτών οδήγησης, στις οποίες έχει γίνει προσπάθεια συσχέτισης αποτελεσμάτων που προέρχονται από προσομοιωτή οδήγησης με αυτά από δοκιμές στο δρόμο με πραγματικά οχήματα.

#### 2.2.1 Blana and Golias, 2002

Οι Blana & Golias (2002), διερεύνησαν τις διαφορές στην εγκάρσια μετατόπιση κατά την οδήγηση σε καμπύλα και ευθύγραμμο οδικά τμήματα σε προσομοιωτή και πραγματικές συνθήκες. Παρατήρησαν 100 οδηγούς με άδεια οδήγησης σε επαρχιακό δρόμο και 100 οδηγούς σε σταθερού τύπου προσομοιωτή. Η ταχύτητα και η εγκάρσια θέση μετρήθηκαν στις πραγματικές συνθήκες με βιντεοκάμερες.

Η ανάλυση επέδειξε ότι η μέση εγκάρσια μετατόπιση είχε μεγαλύτερη τάξη μεγέθους στις πραγματικές συνθήκες απ'ότι στον προσομοιωτή. Ωστόσο, οι διαφορές μειώνονται στις υψηλότερες ταχύτητες στα καμπύλα οδικά τμήματα και στις χαμηλές ταχύτητες στα ευθύγραμμα οδικά τμήματα. Βρέθηκε επίσης ότι η τυπική απόκλιση της εγκάρσιας μετατόπισης του οχήματος είναι σημαντικά χαμηλότερη σε πραγματικές συνθήκες απ'ότι στον προσομοιωτή και στα καμπύλα και στα ευθύγραμμα οδικά τμήματα.

#### 2.2.2 Lee, 2003

Ο Lee (2003) απέδειξε ότι η οδηγική απόδοση των ηλικιωμένων οδηγών σε ένα προσομοιωτή οδήγησης χαμηλού κόστους μπορούσε να εξηγήσει περισσότερο από τα δύο τρίτα της διακύμανσης σε αξιολογήσεις επί πραγματικής οδού (**σχετική αξιοπιστία**).

### 2.2.3 Hirata et.al., 2007

Το 2007, οι Hirata et al., συνέκριναν τις αποδόσεις υποκειμένων στην ταχύτητα, απόσταση ασφαλείας καθώς και των φυσιολογικών δεδομένων τους σε προσομοιωτή (δυναμικός με 2 βαθμούς ελευθερίας και με απεικονιστή ορθής διόπτρευσης («head mounted display») για το οπτικό σύστημα) και επί πραγματικής οδού, προκειμένου να αναπτύξουν έναν προσομοιωτή για την έρευνα στην οδική ασφάλεια των υπόγειων οδικών σηράγγων. Τα οδηγικά σενάρια συμπεριελάμβαναν ελεύθερη οδήγηση, ακολούθηση οχήματος και αντίδραση σε ξαφνική πέδηση του προπορευόμενου οχήματος, επιτάχυνση και επακόλουθη επιβράδυνση και στάση μπροστά από σήμανση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αν και παρατηρήθηκαν ίδιες τάσεις και στα δύο μέσα, στον προσομοιωτή παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες επιβραδύνσεις (**σχετική αξιοπιστία**).

### 2.2.4 De Winter et.al., 2009

Μία ενδιαφέρουσα έρευνα ανήκει στους de Winter et al. (2009), οι οποίοι, στηριζόμενοι στα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Dols et al., 2001, Fisher et al., 2006, Allen et al., 2007), που είχαν αποδείξει με ποικίλους τρόπους ότι οι δεξιότητες που μαθαίνονται στον προσομοιωτή οδήγησης μπορούν να μεταφερθούν στο δρόμο και ότι η οδηγική απόδοση σε προσομοιωτή μπορεί να προβλέψει μερικώς τη μελλοντική οδηγική συμπεριφορά και να συμβάλλει έτσι στην οδική ασφάλεια, θέλησαν να διερευνήσουν περαιτέρω τις ποσοτικές συσχετίσεις που υπάρχουν μεταξύ της οδηγικής απόδοσης των εκπαιδευόμενων οδηγών σε προσομοιωτή και επί πραγματικής οδού, και συγκεκριμένα σε σχέση με την ταχύτητα, τις παραβιάσεις και τα λάθη. Συνέκριναν τη συσχέτιση των αποτελεσμάτων (ως προς τις παραπάνω παραμέτρους) που προέκυψαν από την αρχική εκπαίδευση 804 εκπαιδευόμενων στον προσομοιωτή και από την εξέταση οδήγησής τους 6 μήνες αργότερα (των ίδιων εκπαιδευόμενων).

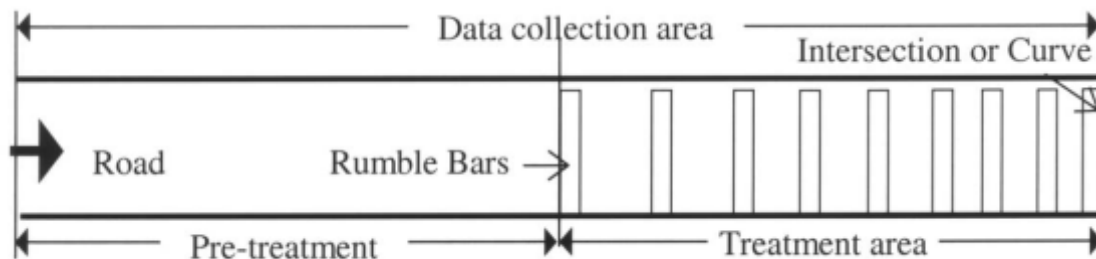
Οι de Winter et al. (2009) απέδειξαν (με όχι ιδιαίτερα ισχυρή ωστόσο γραμμική παλινδρόμηση) ότι υπήρχε μεγαλύτερη πιθανότητα να επιτύχει ένας εκπαιδευόμενος με την πρώτη φορά στην εξέταση αν στον προσομοιωτή είχε επιτελέσει λιγότερα λάθη (ως προς τον έλεγχο του οχήματος), για να καταλήξουν ότι σε κάθε περίπτωση απαιτούνται περισσότερες και πιο μεγάλου μήκους συγκριτικές δοκιμές για να αποδειχθεί η αξιοπιστία των προσομοιωτών.

### 2.2.5 Godley et.al., 2002

Στο πανεπιστήμιο Monash στη Μελβούρνη της Αυστραλίας πραγματοποιήθηκε μια έρευνα με θέμα την εγκυρότητα της χρήση του προηγμένου προσομοιωτή οδήγησης για ερευνά της ταχύτητα ώριμων οδηγών τον Απρίλιο του 2001 υπό την επίβλεψη του Stuart T. Godley

24 (12 άνδρες-12 γυναίκες) συμμετέχοντες οδήγησαν σε ερευνητικό όχημα και άλλοι 20 (12 άνδρες-8 γυναίκες) συμμετέχοντες στον προσομοιωτή οδήγησης σε δυο ξεχωριστά πειράματα. Στα πειράματα της οδού οι οδηγοί ήταν ηλικίας 22-55 ετών, είχαν τουλάχιστον τρία χρόνια οδηγικής εμπειρίας και λάμβαναν αμοιβή 10\$ για την συμμετοχή τους. Στον προσομοιωτή οι οδηγοί ήταν ηλικίας 22-40 ετών δεν αμείβονταν για την συμμετοχή τους.

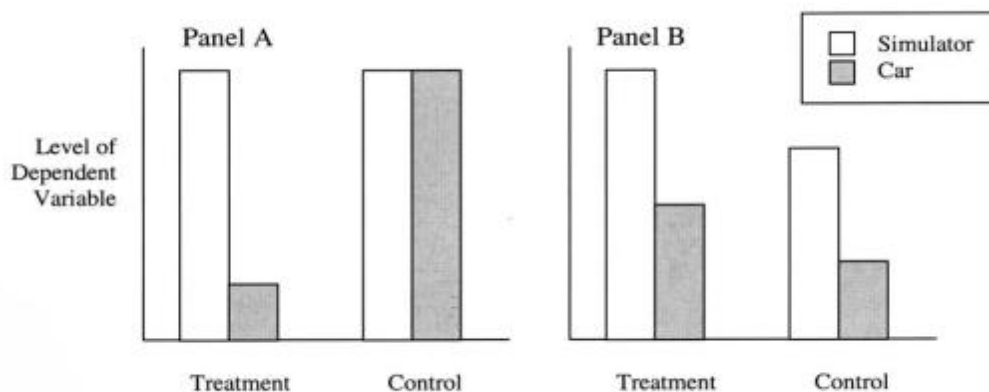
Οι διαδρομές και στα δυο περιβάλλοντα ήταν σε υπεραστική οδό με δύο λωρίδες κυκλοφορίας και όριο ταχύτητας 60km/h, περιελάμβαναν τρεις διαφορετικές τοποθεσίες επιβράδυνσης ,διασταύρωση στοπ, αριστερή και δεξιά στροφή γωνίας καμπυλότητας 150°, και πάντα πριν ένα τμήμα με κόκκινες τραχείας επιφάνειας προειδοποιητικές γραμμές μείωσης ταχύτητας.



**Διάγραμμα 2.1 :** Περιοχές συλλογής δεδομένων για το ερευνητικό όχημα και τον προσομοιωτή.

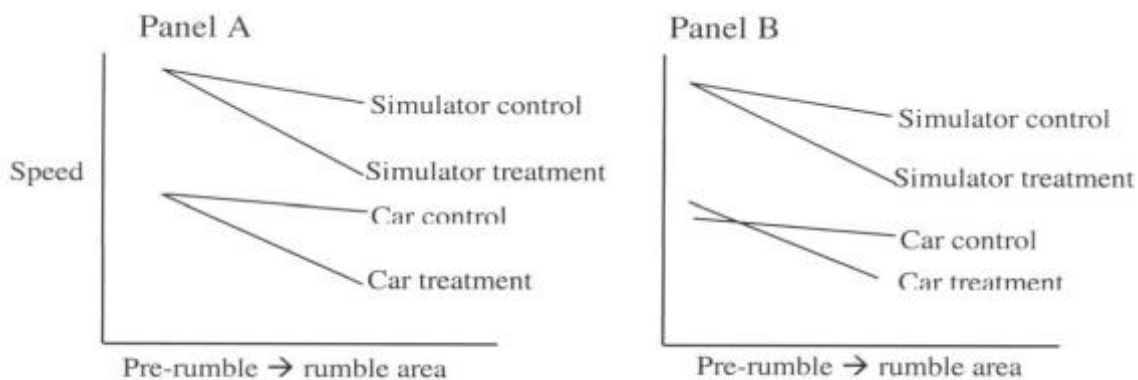
Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ρυθμό 30Hz αλλά μετατράπηκαν σε μέση ταχύτητα για κάθε μέτρο. Οι μετρήσεις καταγράφηκαν τόσο πάνω από τις τραχείες λωρίδες μέχρι την διασταύρωση ή την αρχή της στροφής, όσο και στο περίπου ίσο σε απόσταση τμήμα της οδού ακριβώς πριν τις λωρίδες.

Πριν την έναρξη των μετρήσεων πραγματοποιείτο ολιγόλεπτες δοκιμαστικές διαδρομές για την προσαρμογή των οδηγών στο όχημα ενώ όσοι συμμετέχοντες συναντούσαν πολύ αργό προπορευόμενο όχημα, δεν ελάττωναν ταχύτητα στην διασταύρωση ή ελάττωναν αδικαιολόγητα ταχύτητα λόγω επερχόμενου απέναντι οχήματος τότε αφαιρούνταν από την βάση δεδομένων της εκάστοτε τοποθεσίας-μέτρησης.



Διάγραμμα 2.2 : Παράδειγμα απόλυτης και σχετικής εγκυρότητας

Με βάση την έρευνα του Blaauw (1982) που ήταν δυο επιπέδων, απόλυτης (absolute) και σχετικής (relative) εγκυρότητας (validation), προσέγγιση της “συμπεριφοριακής” εγκυρότητας (behavioral validation), η παρούσα έρευνα ανέπτυξε τριών επιπέδων προσέγγιση περιλαμβάνοντας την αξιολόγηση και της “αλληλεπιδρούσα” σχετική εγκυρότητα (interactive relative validity) εξετάζοντας τις ομοιότητες των δυναμικών αντιδράσεων των οδηγών στα ερεθίσματα των δυο πειραματικών συνθηκών. Έτσι, συγκρίθηκαν οι μέσες ταχύτητες οδήγησης που αναφέρονται στις περιοχές μεταχείρισης (treatment area) και στα ελεγχόμενα τμήματα πριν (control area), για τις τρεις τοποθεσίες μετρήσεων στο ερευνητικό όχημα και στον προσομοιωτή.



Διάγραμμα 2.3 : Δυο παραδείγματα αλληλεπιδρούσας σχετικής εγκυρότητας

Κατά την ανάλυση των πειραμάτων **εξετάστηκαν τόσο η σχετική όσο και η απόλυτη εγκυρότητα** του προσομοιωτή με την διαδικασία να πραγματοποιείται ξεχωριστά για καθένα από τα τρία ζεύγη τμημάτων των τριών τοποθεσιών.

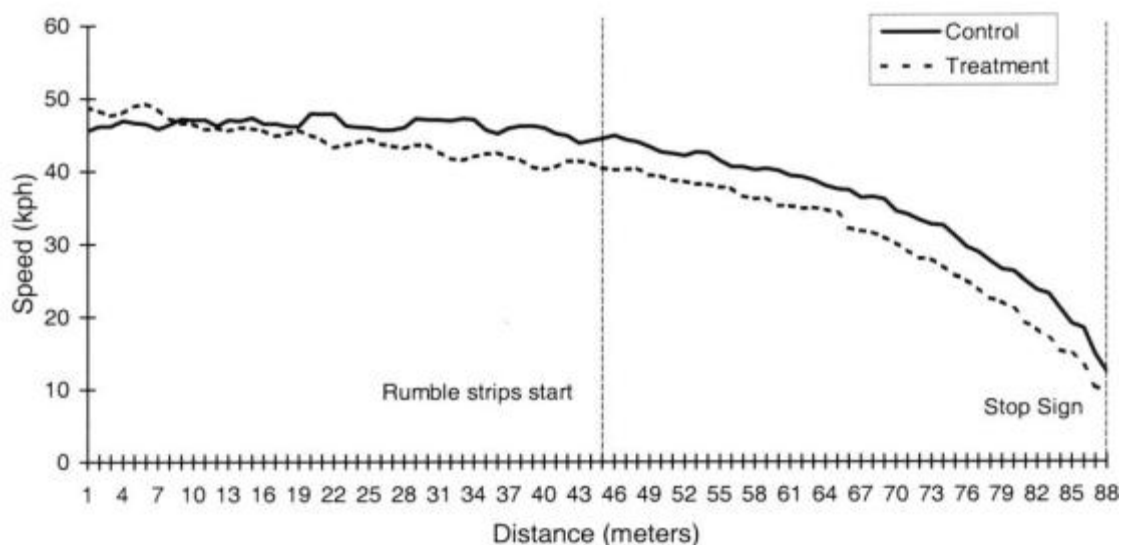
Για την αξιολόγηση της σχετικής εγκυρότητας, αρχικά βρέθηκε η **μέση σχετική εγκυρότητα** (averaged relative validity), ανάγοντας τις μέσες ταχύτητες των οδηγών από τα επιμέρους τμήματα σε τελική μέση ταχύτητα για όλη την περιοχή μέτρησης, και στην συνέχεια βρέθηκε η **αλληλεπιδρούσα σχετική εγκυρότητα** (interactive relative validity), συσχετίζοντας τις στιγμιαίες ταχύτητες των δυο τμημάτων (ελεγχόμενο και μεταχείρισης) για κάθε τοποθεσία

και για τα δυο περιβάλλοντα καταλήγοντας σε ένα προφίλ ταχύτητας κάθε οδηγού. Για την στατιστική ανάλυση της μέσης σχετικής εγκυρότητας χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος ανάλυσης της διακύμανσης δυο-παραγόντων** (two-factor analysis of variance – ANOVA), ενώ για την αλληλεπιδρούσα σχετική εγκυρότητα χρησιμοποιήθηκε η **τροποποιημένη κανονική συσχέτιση** (modified canonical correlation).

Επιπλέον, σχετικά με την απόλυτη εγκυρότητα υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των ταχυτήτων στα δυο τμήματα ξεχωριστά για το κάθε μέσο και συγκρίθηκαν οι τιμές των αντίστοιχων τμημάτων. Για την στατιστική ανάλυση υπολογίστηκαν **δυο μονής-κατεύθυνσης αναλύσεις της διακύμανσης** (one-way ANOVA), μια για τα ελεγχόμενα και μια για τα μεταχειριζόμενα τμήματα.

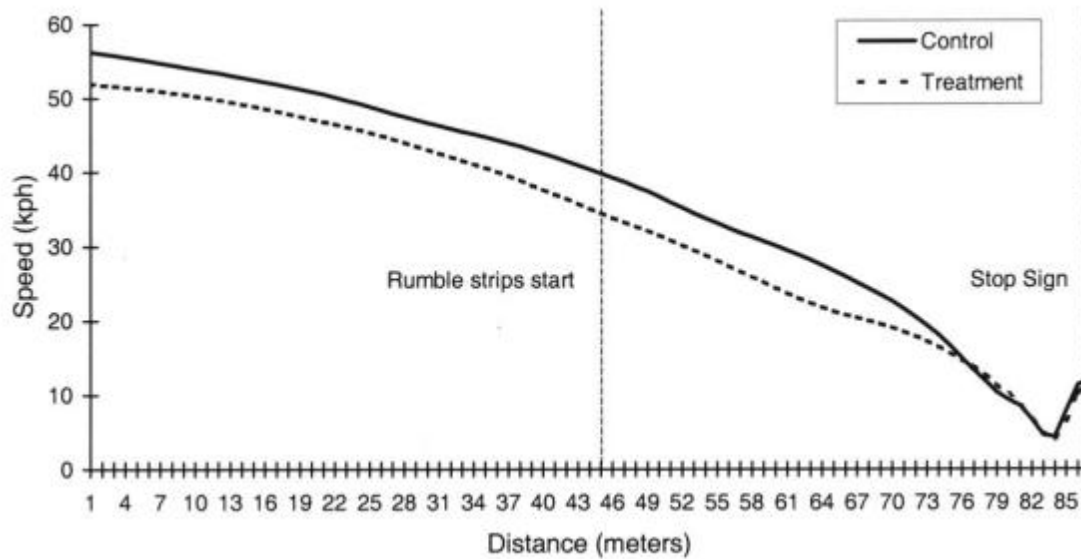
Για την προσέγγιση της διασταύρωσης προέκυψαν τα εξής:

- Κατά μέσο όρο στο σύνολο της περιοχής συλλογής στοιχείων και στα δύο πειράματα, η ταχύτητα στα μεταχειριζόμενα τμήματα της προσέγγισης σήματος στάσης ήταν σημαντικά χαμηλότερη από αυτήν στα ελεγχόμενα τμήματα.
- Δεδομένου ότι η μέση διαφορά ανάμεσα στα τμήματα ήταν παρόμοια και στα δυο πειράματα, δεν υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο περιβαλλόντων οδήγησης και έτσι καθορίστηκε η μέση σχετική εγκυρότητα για την προσέγγιση της στάσης.
- Τα μοτίβα των ταχυτήτων είναι παρόμοια για την πλειονότητα (δεύτερο μισό του ελεγχόμενου τμήματος και πρώτο μισό του μεταχειριζόμενου) της μετρούμενης περιοχής και στα δύο περιβάλλοντα, οπότε και υποστηρίζεται η ύπαρξη αλληλεπιδρώσας σχετικής εγκυρότητα.
- Παρατηρείται ότι οι ταχύτητες στον προσομοιωτή και στα δύο τμήματα είναι μεγαλύτερες από αυτές του ερευνητικού οχήματος, ως εκ τούτου δεν καθορίστηκε απόλυτη εγκυρότητα για τις ταχύτητες προσέγγισης στάσης.





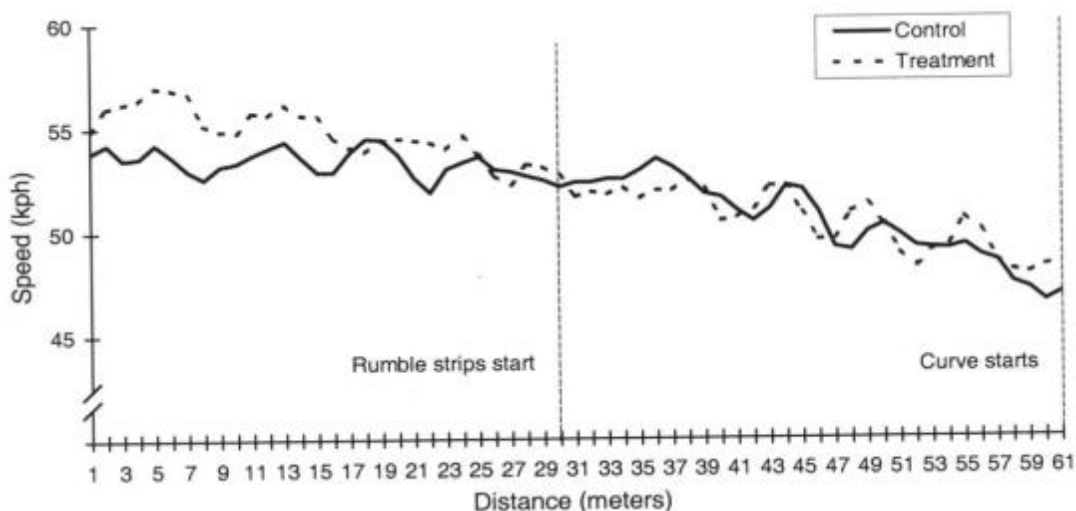
Διάγραμμα 2.4 : Διάγραμμα μέσης ταχύτητας κατά την προσέγγιση της πινακίδας STOP για το ερευνητικό όχημα



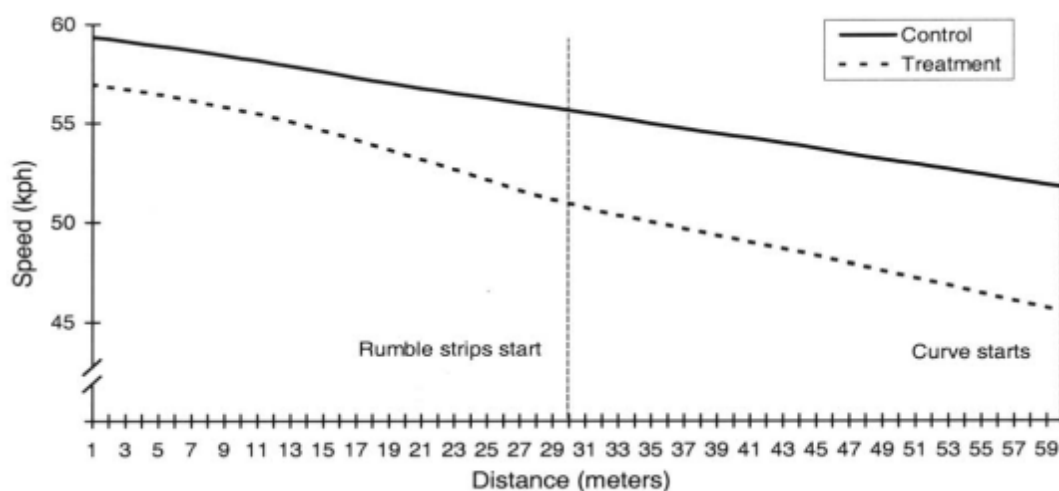
Διάγραμμα 2.5 : Διάγραμμα μέσης ταχύτητας κατά την προσέγγιση της πινακίδας STOP για τον προσομοιωτή

Για την προσέγγιση της δεξιάς στροφής προέκυψαν τα εξής :

- Και στα δύο πειράματα τουλάχιστον στα τρία τέταρτα του συνόλου καταγράφεται παρόμοιο μοτίβο ταχυτήτων άρα βρέθηκε σημαντική συσχέτιση. Κατά συνέπεια υποστηρίζεται η αλληλεπιδρούσα σχετική εγκυρότητα
- Στην οδό κατά μέσο όρο δεν βρέθηκε ουσιώδης διαφοροποίηση στις μέσες ταχύτητες των δύο τμημάτων στις μετρήσεις της οδού, ενώ στον προσομοιωτή ήταν χαμηλότερες στο μεταχειριζόμενο τμήμα από ότι στο ελεγχόμενο οπότε αυτή η διαφορά μεταξύ των πειραμάτων εμφάνισε σημαντική αλληλεπίδραση. Δεν καθορίστηκε μέση σχετική εγκυρότητα για την δεξιά στροφή.
- Τα κριτήρια για την απόλυτη εγκυρότητα πληρούνται μόνο για το μεταχειριζόμενο τμήμα καθώς ανάμεσα στα δύο πειράματα είναι στατιστικά ασήμαντη η διαφορά στις ταχύτητες, γεγονός που δεν ισχύει για το ελεγχόμενο τμήμα όπου συναντάται αρκετά μικρότερη ταχύτητα στο ερευνητικό όχημα.



Διάγραμμα 2.6 : Διάγραμμα μέσης ταχύτητας κατά την προσέγγιση δεξιάς στροφής για το ερευνητικό όχημα

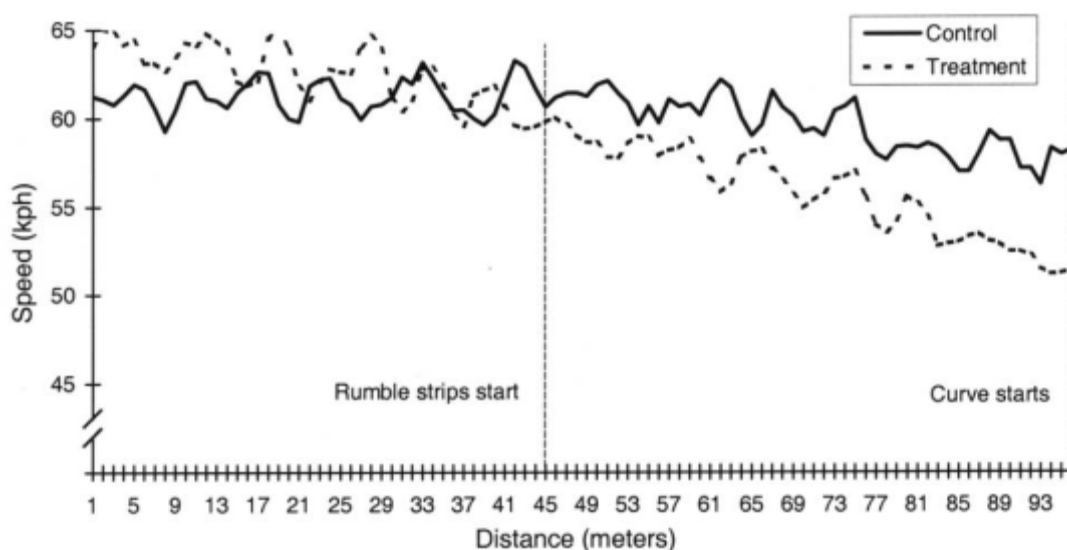


Διάγραμμα 2.7 : Διάγραμμα μέσης ταχύτητας κατά την προσέγγιση δεξιάς στροφής για τον προσομοιωτή

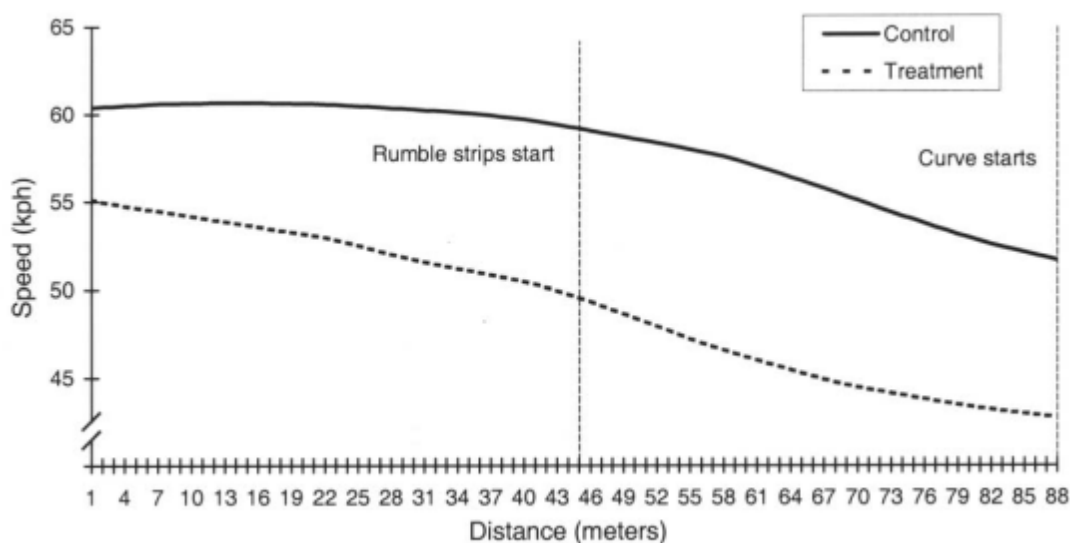
Για την προσέγγιση της αριστερής στροφής ανέκυψαν τα εξής :

- Δεν καθορίστηκε μέση σχετική εγκυρότητα εξαιτίας του γεγονότος ότι οι διαφορές ταχύτητας μεταξύ των τμημάτων ήταν σημαντικά διαφορετικές για τα δύο περιβάλλοντα. Στην οδό συνέβη οριακή διαφορά ενώ στις δοκιμές προσομοίωσης ήταν μεγάλου βαθμού.
- Στα τρία τέταρτα της μετρηθείσας περιοχής και στα δυο πειράματα οι ταχύτητες στο μεταχειριζόμενο τμήμα μειώνεται βαθμιαία σε σχέση με αυτές του ελεγχόμενου τμήματος, ως εκ τούτου καθορίστηκε η αλληλεπιδράσεως σχετική εγκυρότητα.
- Οι συμμετέχοντες οδήγησαν αισθητά πιο γρήγορα στο ερευνητικό όχημα από ότι στον προσομοιωτή στο μεταχειριζόμενο τμήμα, ωστόσο στο ελεγχόμενο τμήμα οι ταχύτητες δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές αλλά παρήχθησαν με αποτέλεσμα μεγέθους κοντά στο

μέσο. Το τελευταίο δηλώνει πως για μεγαλύτερου μεγέθους δείγματα ίσως θα φάνονταν οι μεγαλύτερες ταχύτητες στην οδό από την προσομοίωση χωρίς να μπορεί όμως να θεωρηθεί απόλυτη εγκυρότητα.



Διάγραμμα 2.8 : Διάγραμμα μέσης ταχύτητας κατά την προσέγγιση αριστερής στροφής για το ερευνητικό όχημα



Διάγραμμα 2.9 : Διάγραμμα μέσης ταχύτητας κατά την προσέγγιση αριστερής στροφής για τον προσομοιωτή

Ο σκοπός των δυο πειραμάτων ήταν η επικύρωση του προσομοιωτή σε έρευνα σχετική με αντίμετρα επιτάχυνσης-ταχύτητας. Η εγκυρότητα αυτή συνίστατο από την μέση σχετική εγκυρότητα, την αλληλεπιδρούσα σχετική εγκυρότητα και την απόλυτη εγκυρότητα για την εξαρτημένη μεταβλητή της ταχύτητας. Α πριόρι, θεωρήθηκε ότι είναι πιο σημαντική η σχετική εγκυρότητα από την απόλυτη ώστε να δικαιολογηθεί η χρήση του προσομοιωτή σε

μελλοντικά πειράματα. Σύνοψη των αποτελεσμάτων της εγκυρότητας του προσομοιωτή φαίνονται στον πίνακα 2.1.

Table 1  
Establishment of validation for mean speed

	Averaged relative validity	Interactive relative validity	Absolute validity	
			(Treatment)	(Control)
Stop sign	Yes	Yes	No	No
Right curve	No	Yes	Yes	No
Left curve	No	Yes	No	No

Πίνακας 2.1 : Σύνοψη καθορισμού της εγκυρότητας για την μέση ταχύτητα.

Συμπερασματικά υπάρχουν στοιχεία που επιτρέπουν να καταλήξουμε στο ότι η ταχύτητα είναι μια έγκυρη μεταβλητή για να χρησιμοποιηθεί σε πειράματα του συγκεκριμένου προσομοιωτή που περιλαμβάνουν αντίμετρα ταχύτητας στο δρόμο. Ο πιο σημαντικός δείκτης ότι αποτελεί αποτελεσματικό αντίμετρο είναι ότι τα προφίλ ταχύτητας που βρέθηκαν δείχνουν μια μείωση ταχύτητας σχετικά με τα ελεγχόμενα οδικά τμήματα ή άλλα οδικά τμήματα. Η ισχύς της ταχύτητας καλύπτει μόνο τις μελέτες που ερευνούν τις σχετικές διαφορές μεταξύ ελεγχόμενων και τμημάτων χειρισμών και δεν περιλαμβάνει την διεύρυνση στις απόλυτες αριθμητικές τιμές αυτής, καθώς οι ασυνέπειες ανάμεσα στα πειράματα μπορεί να οφείλονται σε πολυάριθμες διαφορές στα χαρακτηριστικά των μετρούμενων τμημάτων ή ακόμα και στις διαδικαστικές, πρακτικές μεθόδους χρήσης του προσομοιωτή.

## 2.3 ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΟΔΗΓΟΥ

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα σημεία ερευνών που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς, μέσα από σειρά μεταβλητών που καταγράφονται, ανάλογα με το περιβάλλον οδήγησης που καλούντο οι οδηγοί να συμμετάσχουν.

### 2.3.1 Stuttz et. al., 2005

Το 2000 διεξήχθη μία έρευνα από τους Jane Stuttz, John Feaganes, Donald Reinfurt, Eric Rodgmana, Charles Hamlett, Kenneth Gish και Loren Staplin στο Πανεπιστήμιο της βόρειας Καρολίνας κατά τη διάρκεια της οποίας τοποθετήθηκαν κάμερες στα οχήματα 70 εθελοντών για την καταγραφή των παραγόντων οι οποίοι αποσπών την προσοχή τους. Οι κάμερες κατέγραψαν τους εθελοντές για μία εβδομάδα. Η έρευνα αφορά στην καταγραφή των συνηθειών του οδηγού σε πραγματικές-φυσικές συνθήκες οδήγησης. Δημοσιεύτηκε το 2005.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης μελετήθηκαν και επεξεργάστηκαν **βάσεις δεδομένων από το Σύστημα Δεδομένων Αξιολόγησης Ατυχημάτων (Crashworthiness Data System- CDS) που αφορούσαν τον ρόλο των παραγόντων απόσπασης της προσοχής του οδηγού σε καταγεγραμμένα ατυχήματα** στις Η.Π.Α. Η δεύτερη φάση αφορά **την ανάλυση της συμπεριφοράς των οδηγών κατά τη διάρκεια της οδήγησης μέσω εικόνων που καταγράφονταν από κάμερες**. Παρόμοιο αντικείμενο μελέτης είχαν αρκετές έρευνες. Η έρευνα προσπαθεί να απαντήσει σε ερωτήματα που αφορούν στη συχνότητα απόσπασης της προσοχής του οδηγού, το ποσοστό απόσπασης καθώς και τις επιπτώσεις αυτών των παραγόντων στην οδική ασφάλεια.

Source of distraction	% of drivers identified as distracted
Outside object, person, or event	29.4
Adjusting radio/cassette/CD	11.4
Other occupant	10.9
Moving object in vehicle	4.3
Using other device/object brought into vehicle	2.9
Adjusting vehicle/climate controls	2.8
Eating and/or drinking	1.7
Using/dialing cell phone	1.5
Smoking related	0.9
Other distraction	25.6
Unknown distraction	8.6
Total	100.0

**Πίνακας 2.2: Ποσοστιαία κατανομή παραγόντων απόσπασης προσοχής (Stutts et al.,2001)**

Αρχικά σαν ξεχωριστό βήμα δημιουργήθηκαν κάποια περιγραφικά χαρακτηριστικά για κάθε συμμετέχοντα ώστε να ελεγχθούν τυχόν ασυνέπειες στα κωδικοποιημένα στοιχεία. Μετά τη κωδικοποίηση των δεδομένων, μεταφέρθηκαν στο SAS για τη στατιστική τους ανάλυση. Η λογαριθμική φύση των δεδομένων οδήγησε στην χρήση κλασικών στατιστικών μεθόδων. Τέλος, παράλληλα με τα στοιχεία του πειράματος, εισήχθησαν σε φύλλα εργασίας Excel δεδομένα που προέκυψαν από ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες και αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SAS (Statistical Analysis Software, Cary, NC)

Κατά τη διάρκεια της τρίωρης καταγραφής της οδήγησης, μελετήθηκαν οι παράγοντες που αποσπών την προσοχή του οδηγού. Το 75% των οδηγών έτρωγαν, έπιναν ή μιλούσαν με κάποιον συνοδηγό. Στις κορυφαίες θέσεις αυτών των παραγόντων προστέθηκαν το κάπνισμα και η απόσπαση από εξωτερικά ερεθίσματα. Άλλο ένα σημαντικό συμπέρασμα της έρευνας

αφορούσε στο κατά πόσο οι οδηγοί τείνουν να ακινητοποιήσουν ή όχι το όχημα όταν αποσπώνται. Συγκεκριμένα, καταλήγει πως όσον αφορά στο φαγητό, στο κινητό τηλέφωνο, στο κάπνισμα και στην απόσπαση από μωρά και παιδιά, οι οδηγοί επιλέγουν να μην σταματούν το όχημα και να συνεχίζουν να οδηγούν ανεπηρέαστοι.

Οι πιθανοί περιορισμοί της μελέτης αφορούν στο μικρό μέγεθος του δείγματος, στην έλλειψη της ακρίβειας στην κωδικοποίηση των δεδομένων καθώς και της συμπεριφοράς των οδηγών. Άλλος περιορισμός της εργασίας είναι ότι δεν μπόρεσαν να δημιουργηθούν επίπεδα έντασης μιας δραστηριότητας απόσπασης προσοχής. Επίσης, τα μετρούμενα μεγέθη που κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν (χέρια στο τιμόνι, εστίαση όρασης και σχετική θέση του οχήματος στην οδό) δεν έχουν συσχετιστεί άμεσα με κίνδυνο ατυχήματος. Η μελέτη δεν είναι ικανή να προσφέρει μια τελική απάντηση ως προς το ποιες ενέργειες έχουν την μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόσπαση του οδηγού είναι ένα συχνό φαινόμενο στην καθημερινή οδήγηση. Αν εξαιρέσουμε τον χρόνο ομιλίας με τον συνοδηγό του οχήματος, οι οδηγοί ήταν δεσμευμένοι με έναν ή και περισσότερους παράγοντες απόσπασης κατά 14,5 % του συνολικού χρόνου οδήγησης. Όσον αφορά στη διάρκεια των συνηθειών τους, μεγαλύτερη συχνότητα παρουσίασαν η κατανάλωση φαγητού/ ποτού (συμπεριλαμβανομένης και της προετοιμασίας κατανάλωσης), η απόσπαση από εσωτερικούς παράγοντες του οχήματος (χειρισμός εσωτερικών οργάνων), αλλά και από παράγοντες εξωτερικά του οχήματος (μη καθορισμένους). Οι εθελοντές δεν οδηγούσαν και με τα δύο χέρια κατά τη διάρκεια ομιλίας στο κινητό τηλέφωνο, κατανάλωσης φαγητού/ποτού καθώς και κατά τη διάρκεια χειρισμού του ραδιοφώνου. Το οπτικό πεδίο του οδηγού ήταν εστιασμένο στο εσωτερικό του οχήματος κατά τη διάρκεια χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατανάλωσης φαγητού και καπνίσματος. Επίσης παρατηρήθηκαν φαινόμενα εκτροπής από το ίχνος της οδού.

### Γενικά συμπεράσματα έρευνας

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι οδηγοί εμπλέκονται καθημερινά σε δραστηριότητες που τους αποσπούν τη προσοχή. Συνολικά το 14,5% του συνολικού χρόνου οδήγησης (όσο το όχημα κινούνταν) οι οδηγοί εμπλεκόντουσαν σε μία ή περισσότερες ενέργειες που είναι ικανές να αποσπάσουν την προσοχή (χωρίς να καταμετράται ο χρόνος συζήτησης με συνεπιβάτες). Πρώτα στη λίστα βρίσκονται το φαγητό και το ποτό (συμπεριλαμβανομένου του χρόνου προετοιμασίας του φαγητού και του χρόνου που ο οδηγός το κρατάει στο χέρι του). Λιγότερος χρόνος αφιερώθηκε στη ρύθμιση του ραδιοφώνου, στη χρήση κινητού τηλεφώνου, στο διάβασμα ή στο γράψιμο.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι για κάποιες ενέργειες ο οδηγός λάμβανε υπόψη του αν το όχημα ήταν σταματημένο ή κινούνταν αποδεικνύοντας ότι ο οδηγός αποφασίζει να κάνει κάποιες ενέργειες σε «ασφαλέστερους χρόνους». Τέλος τα δεδομένα προσφέρουν ενδείξεις πως οι ενέργειες που αποσπούν τη προσοχή επηρεάζουν αρνητικά την οδηγική συμπεριφορά.

### 2.3.2 McEvoy et. al., 2006

Ο στόχος της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της συχνότητας και του είδους των δραστηριοτήτων που αποσπούν την προσοχή του οδηγού, και η διερεύνηση των παραγόντων που συνδέονται με την πιθανότητα ατυχήματος. Για τις ανάγκες της έρευνας οι Suzanne P. McEvoy, Mark R. Stevenson και Mark Woodward έθεσαν ερωτήσεις σε 1.367 οδηγούς οι οποίοι νοσηλεύτηκαν στο νοσοκομείο του Περθ στη Δυτική Αυστραλία μεταξύ Απριλίου 2002 και Ιουλίου 2004. **Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από ένα διαρθρωμένο ερωτηματολόγιο** το οποίο δόθηκε σε κάθε οδηγό, από συμπληρωματικά στοιχεία που συλλέχθηκαν από το ασθενοφόρο καθώς και από ιατρικά αρχεία.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο Περθ της Δυτικής Αυστραλίας, μια πόλη με 1,3 εκατομμύρια κατοίκους (Αυστραλιανή Στατιστική Υπηρεσία, 2002). Με βάση τις στατιστικές που αφορούν άδειες οδήγησης στο Περθ, το 75% των ατόμων ηλικίας 17 ετών και άνω κατέχουν άδεια οδήγησης. Οι συμμετέχοντες ήταν οδηγοί ηλικίας 17 ετών και άνω οι οποίοι είχαν εμπλακεί σε ένα τροχαίο ατύχημα μεταξύ του Απριλίου του 2002 και του Ιουλίου του 2004 και νοσηλεύτηκαν σε ένα από τα τρία νοσοκομεία της περιοχής. Οι οδηγοί είχαν αποκλειστεί αν είχαν υποστεί μέτριο ή σοβαρό τραυματισμό στο κεφάλι, συμμετείχαν σε ένα θανατηφόρο δυστύχημα ή είχαν δυσκολίες στην ομιλία. Μοτοσικλετιστές και ποδηλάτες είχαν επίσης αποκλειστεί. Σε μερικές περιπτώσεις, ορισμένοι οδηγοί είχαν αποκλειστεί με τη συμβουλή του ιατρικού προσωπικού.

Στην παρούσα μελέτη οι αποσπάσεις χωρίστηκαν στις εξής κατηγορίες: άτομα, αντικείμενα, γεγονότα έξω από το όχημα, ηλεκτρονικά συστήματα μέσα στο όχημα (κλιματισμός, ραδιόφωνο, καθρέπτες), άλλα αντικείμενα, έντομα, ζώα μέσα στο όχημα, φαγητό/ποτό/κάπνισμα, ομιλία με συνεπιβάτη(τες), χρήση κινητού τηλεφώνου, έλλειψη συγκέντρωσης και άλλες ασχολίες όπως το χασμουρητό ή ο βήχας.

Οι συνεντεύξεις των οδηγών λάμβαναν χώρα λίγες ώρες μετά τα ατυχήματα μετά από συναίνεση του νοσηλευτικού προσωπικού. Οι ερωτήσεις αφορούσαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των οδηγών, τις συνθήειές τους, τις συνθήκες του ατυχήματος και τα γεγονότα που οδήγησαν σε αυτό συμπεριλαμβανομένης της παρουσίας κάποιου παράγοντα απόσπασης της προσοχής. Οι παράγοντες αυτοί χωρίστηκαν σε 14 κατηγορίες και οι ερωτήσεις εστίαζαν τόσο στην παρουσία τους την ώρα της οδήγησης όσο και στη συμβολή τους στο ατύχημα. Πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το ατύχημα, την παρουσία άλλων ατόμων και των τραυματισμών που υπέστησαν ελήφθησαν από τα ιατρικά αρχεία. Άλλοι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν η ταχύτητα, το αλκοόλ, τα ναρκωτικά, η κόπωση και άλλες παράμετροι που αφορούσαν στην σωματική και ψυχική κατάσταση του οδηγού.

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (Statistical Package for Social Sciences) έκδοσης 12.0.1.

#### Αποτελέσματα

- Τετρακόσιοι τριάντα τρεις **οδηγοί** (31,7%) που ενεπλάκησαν σε 419 ατυχήματα δήλωσαν την ύπαρξη τουλάχιστον ενός παράγοντα τη στιγμή το ατυχήματος. Οι πιο συχνοί ήταν η ομιλία με συνεπιβάτη (155 οδηγοί, 11,3%), έλλειψη συγκέντρωσης (148 οδηγοί, 10,8%) και άτομα, αντικείμενα ή γεγονότα εξωτερικά του οχήματος (121 οδηγοί, 8,9%). Ενεήντα δύο άτομα (6,7%) δήλωσαν πως αποσπάστηκαν από παραπάνω από έναν παράγοντα τη στιγμή του ατυχήματος.
- Ατυχήματα που συνδέονται με απόσπαση προσοχής αφορούσαν κυρίως νέους οδηγούς (39,1% των οδηγών ηλικίας 17-29 ετών έναντι 21,9% των οδηγών ηλικίας άνω των 50 ετών, τεστ  $\chi^2$  για έλεγχο γραμμικής τάσης 30,63,  $p < 0,001$ ), οδηγούς με μικρότερη οδηγική εμπειρία (38,3% των οδηγών με 0-9 χρόνια εμπειρίας έναντι 21,0% των οδηγών με πάνω από 30 χρόνια εμπειρίας οδήγησης, τεστ  $\chi^2$  για έλεγχο γραμμικής τάσης 33,52,  $p < 0,001$ ). Το φύλο, οι καιρικές συνθήκες και η παρουσία (ή η απουσία) οδήγησης σε διαδρομή ρουτίνας δεν είχαν σχέση με τα ατυχήματα που οφείλονταν σε απόσπαση προσοχής. Σε ένα λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης, συμπεριλαμβανομένων όλων των μεταβλητών, με  $p < 0,10$ , οι ηλικιακές ομάδες δεν ήταν ανεξάρτητες με την πιθανότητα ατυχήματος (OR 1,09, 95% CI 0,78 - 1,50,  $p = 0.62$ ) και η συσχέτιση Pearson έδειξε ότι η ηλικία και η οδηγική εμπειρία είχαν πολύ υψηλή συσχέτιση ( $r=0,90$ ,  $p < 0,001$ ). Ως εκ τούτου, η ηλικία δεν είχε συμπεριληφθεί στα δύο τελικά μοντέλα. Στο τελικό μοντέλο η οδηγική εμπειρία αντιμετωπίζεται ως μία κατηγορική μεταβλητή, η μικρή εμπειρία οδήγησης είχε συνδεθεί με τα ατύχημα λόγω παράγοντα απόσπασης (OR 1,29, 95% CI 1,16 - 1,42,  $p < 0,001$ ). Όσον αφορά στην εμπειρία οδήγησης, για κάθε επιπλέον χρόνο εμπειρίας ο οδηγός είχε 2% λιγότερες πιθανότητες να εμπλακεί σε ατύχημα λόγω απόσπασης προσοχής (OR 0,98, 95% CI 0,97 - 0,99,  $p < 0,001$ ).

Τα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας αφορούσαν στην μελέτη τόσο των παραγόντων απόσπασης όσο και στις μαρτυρίες των οδηγών και δεν ήταν άμεσα συσχετισμένα. Υπήρξαν διαφορές ως προς το είδος και τη χρονική διάρκεια της απόσπασης, τα χαρακτηριστικά της οδού, τις καιρικές συνθήκες, την οδηγική εμπειρία, τη λήψη στιγμιαίων αποφάσεων των οδηγών για την ενασχόληση ή μη με κάποια δραστηριότητα.

### 2.3.3 Lam et. al., 2001

**Στόχος** της συγκεκριμένης μελέτης που έγινε στην Αυστραλία το 2001 ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των διαφόρων τύπων αποσπάσεων προσοχής, (τόσο αυτών που συμβαίνουν μέσα στο όχημα, όσο και αυτών που πηγάζουν από το ευρύτερο περιβάλλον έξω από αυτό) και του τραυματισμού του οδηγού από οδικό ατύχημα, με ιδιαίτερη έμφαση στην ηλικία του.

Τα στοιχεία προς ανάλυση συλλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων Traffic Accident Database System (TADS), σε οδούς τις Αυστραλίας, για την περίοδο 1996-2000. Τα δεδομένα για τα



οδικά ατυχήματα προήλθαν από τις αναφορές της αστυνομίας για αυτή την πενταετία. Η βάση δεδομένων συμπεριλαμβάνει λεπτομερή αναφορά των συνθηκών που επικρατούσαν τη στιγμή του ατυχήματος και πληροφορίες για την συμπεριφορά των οδηγών και των επιβατών που πιθανώς να συνετέλεσαν στο οδικό ατύχημα.

Οι καταστάσεις της απόσπασης προσοχής του οδηγού διαχωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες:

- απόσπαση προσοχής μέσα στο όχημα, δηλαδή η χρήση του κινητού τηλεφώνου από τον οδηγό, η συνομιλία με τους συνεπιβάτες, η ενασχόληση με το ραδιόφωνο και το cd player, το κάπνισμα και άλλες δευτερεύουσες δραστηριότητες.
- απόσπαση προσοχής έξω από το όχημα, δηλαδή τα ξαφνικά συμβάντα στο οδικό περιβάλλον όπως ένα ατύχημα, η σειρήνα ενός οχήματος εκτάκτου ανάγκης ή ακόμη και η καταδίωξη από αστυνομικό όχημα.
- κανένας περισπασμός.

### Αποτελέσματα

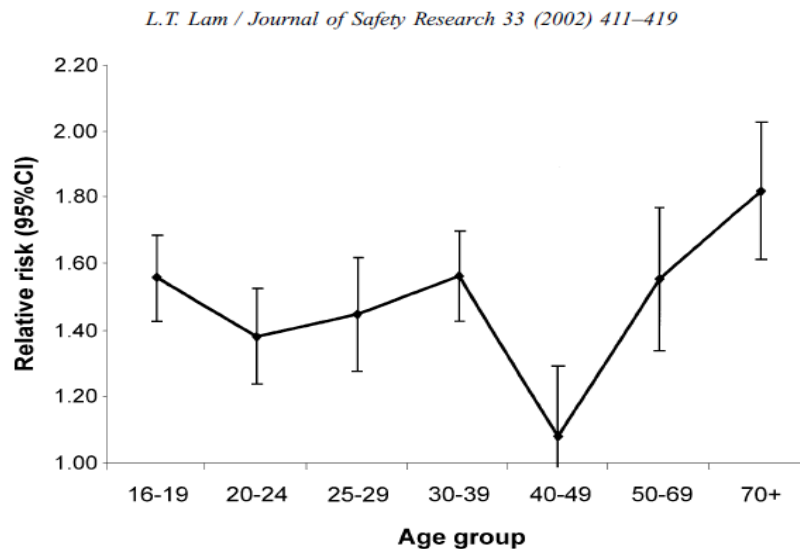
Στην περίοδο 1996-2000 είχαν καταγραφεί συνολικά 414.136 οδικά ατυχήματα από τα οποία το 15,3% είχαν ως αποτέλεσμα το θάνατο ή το σοβαρό τραυματισμό κάποιου οδηγού. Η ηλικιακή ομάδα των 20-24 ετών παρουσίασε αυξημένο αριθμό ατυχημάτων και τραυματισμών σε σχέση με τους νεότερους των 16-19 ετών, και από εκεί και έπειτα όσο αυξανόταν η ηλικία τόσο μειώνονταν τα ατυχήματα και οι τραυματισμοί. Ωστόσο παρατηρήθηκε αυξημένος δείκτης τραυματισμών και ατυχημάτων στις ηλικίες των 70 ετών και άνω.

Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού συνέβαλε καθοριστικά σε 2.400 ατυχήματα που είχαν ως αποτέλεσμα το θάνατο ή τον τραυματισμό των οδηγών. Οι αποσπάσεις προσοχής προέρχονταν μέσα και έξω από το όχημα και συνδέθηκαν με το 3.8% των σοβαρών ατυχημάτων. Συνολικά 30 οδηγοί σκοτώθηκαν ή τραυματίστηκαν ενώ οδηγούσαν και μιλούσαν στο κινητό και τα ατυχήματα που καταγράφηκαν ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου ήταν 120. Η ηλικιακή ομάδα των 25-29 ετών παρουσίασε την υψηλότερη συχνότητα ατυχημάτων που οφείλονταν στη χρήση του κινητού. Τέλος, όσον αφορά στις υπόλοιπες μορφές απόσπασης της προσοχής, η συχνότητα των ατυχημάτων παρουσίαζε μείωση με την αύξηση της ηλικίας των οδηγών, με εξαίρεση την ηλικιακή ομάδα των 30-39 ετών.

Υπολογίσθηκαν οι δείκτες θνησιμότητας και οι σχετικοί κίνδυνοι σε συνάρτηση με τις ηλικιακές ομάδες και το είδος της απόσπασης προσοχής και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αποσπάσεις που συμβαίνουν μέσα στο όχημα αυξάνουν σημαντικά τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα, σε όλες τις ηλικίες. Αντιθέτως, οι περισπασμοί έξω από το όχημα δεν έδειξαν να έχουν καμία επίπτωση στον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα, σε καμία ηλικιακή ομάδα. Επιπλέον, σχεδόν σε κάθε ηλικία, η χρήση του κινητού τηλεφώνου δεν φάνηκε να αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, με εξαίρεση τους οδηγούς ηλικίας 25-29 ετών, στους

οποίους ο κίνδυνος να εμπλακούν σε ατύχημα την ώρα που χρησιμοποιούν το κινητό εκτιμήθηκε 2,4 φορές μεγαλύτερος από εκείνον της οδήγησης χωρίς περισπασμούς.

Οι υπόλοιπες μορφές απόσπασης της προσοχής μέσα στο όχημα έδειξαν ότι αυξάνουν τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα σε όλες τις ηλικιακές ομάδες εκτός από τους οδηγούς 40-49 ετών. Τα αποτελέσματα του κινδύνου οδικού ατυχήματος σε σχέση με την ηλικία του οδηγού συνοψίζονται στο διάγραμμα 2.2.4.1.



Διάγραμμα 2.10: Σχετικός κίνδυνος τραυματισμού ή θανάτου από ατύχημα λόγω απόσπασης προσοχής εντός οχήματος σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα.

## 2.4 ΣΥΝΟΨΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν τη συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και σε συνθήκες προσομοίωσης. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις.

- Στις περισσότερες έρευνες, οι συμμετέχοντες που συμμετείχαν στο δρόμο και στον προσομοιωτή δεν ήταν οι ίδιοι. Σε κάποιες δεν είναι ξεκάθαρο αν το προφίλ των οδηγών που συμμετείχαν στις μεν και στις δε είναι παρόμοιο (π.χ. σε σχέση με την οδηγική εμπειρία, ίδια γεωγραφική περιοχή/χώρα, κλπ.). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο κάθε οδηγός έχει διαφορετική συμπεριφορά επί της οδού, η οποία αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα στα αποτελέσματα οποιασδήποτε μελέτης.
- Οι πειραματικές διαδικασίες δε διεξήχθησαν όλες την ίδια περίοδο και σε απαραίτητα πανομοιότυπα σενάρια επί οδού και προσομοιωτή (ως προς τη γεωμετρία αλλά και το κυκλοφοριακό περιβάλλον). Έτσι, δεν είναι ξεκάθαρο αν τα αποτελέσματα έχουν επηρεαστεί από τις διαφοροποιήσεις στα σενάρια επί της οδού και στον προσομοιωτή. Ακόμη, το γεγονός ότι οι δοκιμές με το εκάστοτε μέσο (προσομοιωτής/όχημα) δε

διεξήχθησαν την ίδια περίοδο, μπορεί να συνεπάγεται διαφοροποιήσεις στην ψυχοσύνθεση των συμμετεχόντων, που μπορεί να επηρεάσει με τη σειρά του τα αποτελέσματα.

- Ως προς τις παρατηρούμενες διαφορές στα αποτελέσματα του προσομοιωτή και του οχήματος, φαίνεται να έχει σημασία η οδηγία που δίνεται σε κάθε περιβάλλον (προσομοιωτής/δρόμος) για τη διεξαγωγή των δοκιμών, ενώ πολύ σημαντική είναι και η επίδραση της εξοικείωσης με το σενάριο είτε του προσομοιωτή είτε του δρόμου (learning effect).
- Επιπλέον, δεν παύουν να παίζουν ρόλο οι τεχνικές και λειτουργικές διαφορές μεταξύ των δύο μέσων, οχήματος και προσομοιωτή, για παράδειγμα σε σχέση με το μέγεθος, τις δυνατότητες, το θόρυβο της μηχανής (face validity). Ο σημαντικότερος παράγοντας φαίνεται να είναι περισσότερο η καλά σχεδιασμένη πειραματική διαδικασία, που περιλαμβάνει κατάλληλη επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Τέλος, ο προσομοιωτής αποδεικνύεται να έχει απόλυτη ή σχετική αξιοπιστία για τις συγκεκριμένες ερευνητικές υποθέσεις, που σημαίνει ότι ακόμη και αν χρησιμοποιούνται οι ίδιοι δείκτες/μεταβλητές (π.χ. ταχύτητα) στα πλαίσια άλλων πειραμάτων με διαφορετικές ερευνητικές υποθέσεις, τα προϋπάρχοντα αποτελέσματα (ως προς τους ίδιους δείκτες/μεταβλητές) δεν μπορούν απαραίτητα να γενικευτούν, ακόμη και για τον ίδιο προσομοιωτή.

### 3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

#### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Μέτρα αξιοπιστίας:

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

### 3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

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

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

Ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  εκφράζει τον 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  $\rho$  γίνεται με την αντικατάσταση στην ανωτέρω εξίσωση της συνδιασποράς  $\sigma_{XY}$  και των διασπορών  $\sigma_X, \sigma_Y$ , από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της εκτιμήτριας  $r$ :

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

### 3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής για τη μελέτη των διαφόρων στατιστικών μεγεθών πρέπει να είναι γνωστή η μορφή της κατανομής που ακολουθούν οι τιμές τους. Μια

από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας για συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss. Η συνάρτηση πυκνότητας της κατανομής αυτής είναι :

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

## 3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

### 3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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

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

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

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

- Ο σταθερός όρος  $\alpha$  είναι η τιμή του  $y$  για  $x=0$ .

- Ο συντελεστής  $\beta$  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  $\varepsilon_i$  λέγεται **σφάλμα παλινδρόμησης** (regression error) και ορίζεται ως η διαφορά της  $y_i$  από τη δεσμευμένη μέση τιμή

$$E(Y|X=x_i) \text{ όπου } E(Y|X=x_i)=\alpha+\beta x_i .$$

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- Η μεταβλητή  $X$  είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι τιμές της χωρίς καμία αμφιβολία.
- Η εξάρτηση της  $Y$  από τη  $X$  είναι γραμμική.
- Το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της  $X$  και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη  $X$ , δηλαδή

$$E(\varepsilon_i)=0 \text{ και } \text{Var}(\varepsilon_i)=\sigma_\varepsilon^2$$

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

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

$$Y_i=\beta_0+\beta_1x_{1i}+\beta_2x_{2i}+\beta_3x_{3i}+\dots+\beta_kx_{ki}+\varepsilon_i.$$

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



### 3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής ακολουθεί μια **κανονική κατανομή** με αριθμητικό μέσο  $\mu$  και τυπική απόκλιση  $\sigma^2$ . Με άλλα λόγια η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση αποτελεί χρήσιμο εργαλείο όταν τα στοιχεία που περιέχονται στη βάση δεδομένων είναι μη αρνητικά, ο φυσικός λογάριθμος της ανεξάρτητης μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή και ο αριθμητικός μέσος είναι σχετικά μεγάλος. Με τη διαδικασία της παλινδρόμησης συσχετίζεται μια **εξαρτημένη μεταβλητή** με άλλες, τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Βρίσκει εφαρμογή στη μελλοντική πρόβλεψη μιας μεταβλητής σε σχέση με μια άλλη ή στον προσδιορισμό μιας συναρτησιακής σχέσης  $\log(\mu_i) = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq})$  μεταξύ των παρατηρημένων τιμών  $\mu_i$  ( $i=1,2,\dots,q$ ) της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer, Harwood, 1998).

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

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

όπου:

$y$ : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

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

$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N}$ : είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πολύπλοκη μορφή:

$$\mu_i = \exp(\beta_0) \exp(\beta_1 X_{1i}) \dots \exp(\beta_q X_{iq})$$

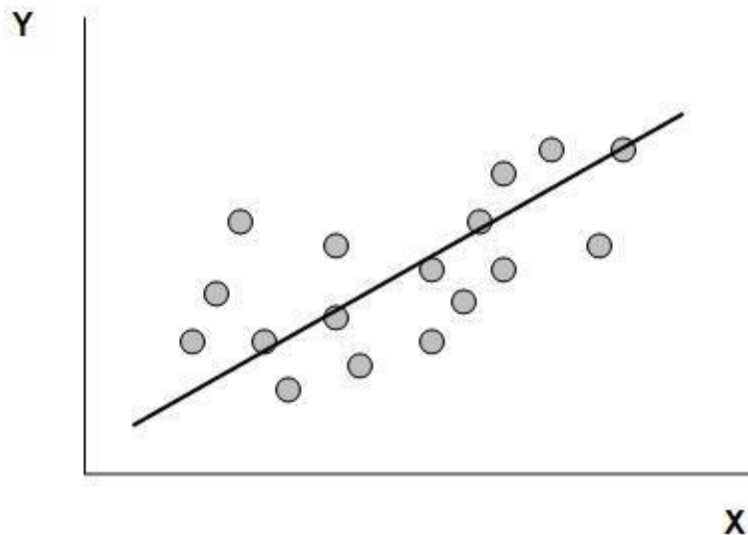
όπου το  $\log(\mu_i)$  ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο  $\mu_i$  και τυπική απόκλιση  $\sigma^2$ .

### 3.5.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

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

Ο προσδιορισμός των  $\beta_i$ , δίνει μια προσεγγιστική ευθεία, που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής  $Y$  δοθεισών των τιμών της  $X$ .

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



Διάγραμμα 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

### 3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

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

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

μοντέλο εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ενός μοντέλου **μετά τη διαμόρφωσή του** είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών  $\beta_i$  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  $\beta_i$  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  $\beta_i$  μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά, τότε πρόκειται για την ελαστικότητα (elasticity).

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

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

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

Η **στατιστική εμπιστοσύνη του γραμμικού 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,  $\text{s.e}$ : τυπικό λάθος (standard error).

Βάσει της ανωτέρω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο αυξάνεται ο συντελεστής  $t_{\text{stat}}$  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

Πίνακας 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 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 :

$$R^2 = \text{SSR} / \text{SST}$$

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

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

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

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

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

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

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.

### 3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

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

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

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

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

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

Επιδιώκεται:

- Ο **συντελεστής συσχέτισης  $R^2$**  να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.
- Οι τιμές και τα πρόσημα των **συντελεστών παλινδρόμησης  $\beta_i$**  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% και

**Το επίπεδο σημαντικότητας να είναι μικρότερο από 5%.**

## 4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που οδήγησε στην επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης. Ως μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης επιλέχθηκαν η γραμμική και η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση. Επόμενο βήμα ήταν η εφαρμογή μιας κατάλληλης διαδικασίας εκτέλεσης του πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή στη **συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και σε συνθήκες προσομοίωσης σε αστικό περιβάλλον.**

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά **στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων**, χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, περιγράφεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε και τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Παράλληλα παρουσιάζονται επιγραμματικά κάποια βασικά στοιχεία που αφορούν τον τρόπο χρήσης και τις βασικές λειτουργίες του προσομοιωτή καθώς και του κινητού τηλεφώνου που χρησιμοποιήθηκε και έπρεπε να ρυθμιστούν καταλλήλως ώστε να συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα. Στο δεύτερο μέρος, το οποίο αφορά στην επεξεργασία των στοιχείων, παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των στοιχείων κατά την συλλογή τους και ο τρόπος εισαγωγής τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπρόσθετα, αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη χρήση των στατιστικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του τρόπου επεξεργασίας των στοιχείων και των τρόπων αντιμετώπισης των διαφόρων ζητημάτων που προέκυψαν.

### 4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Αρχικά, επισημαίνεται ότι είναι από τις λίγες έρευνες που χρησιμοποιείται ο εν λόγω προσομοιωτής για τη συλλογή δεδομένων και μάλιστα η πρώτη έρευνα που ασχολείται άμεσα με τον βαθμό εγκυρότητας των αποτελεσμάτων που αυτός παρέχει. Επιπροσθέτως, σημαντικό είναι να αναφερθεί πως ο τρόπος συλλογής των στοιχείων της οδήγησης σε πραγματικό οδικό περιβάλλον δεν βασίστηκε σε κάποια προϋπάρχουσα έρευνα, καθώς είναι η πρώτη φορά για τα ελληνικά τουλάχιστον δεδομένα που η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την χρήση εφαρμογής σε κινητό τηλέφωνο νέας τεχνολογίας. Τα παραπάνω στοιχεία δημιούργησαν αντικειμενικές δυσκολίες τόσο στον σχεδιασμό, όσο και στη διεξαγωγή του πειράματος που αντιμετωπίστηκαν ωστόσο με επιτυχία.

### 4.2.1 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και σε συνθήκες προσομοίωσης σε αστικό περιβάλλον. Ο στόχος των πειραματικών μετρήσεων ήταν η συγκέντρωση των κατάλληλων, ποσοτικά και ποιοτικά, στοιχείων οδηγικής απόδοσης των συμμετεχόντων σε προσομοιωτή και επί της πραγματικής οδού τα οποία θα επέτρεπαν την προσπάθεια για συγκριτική ανάλυση των δεδομένων με απώτερο στόχο τον έλεγχο της αξιοπιστίας του προσομοιωτή.

Με σκοπό τη διασφάλιση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, οι μετρήσεις όφειλαν να διεξαχθούν με βάση ένα σύνολο προδιαγραφών όπως η επιλογή κατηγοριοποιημένων συμμετεχόντων ανά φύλλο και ηλικία καθώς και η επιλογή συγκεκριμένου οδικού περιβάλλοντος τόσο στον προσομοιωτή όσο και στο όχημα. Στους παραπάνω περιορισμούς προστέθηκαν η διεξαγωγή των μετρήσεων απουσία ακραίων καιρικών συνθηκών και για την αποφυγή της κορεσμένης κυκλοφορίας δε συμπεριλήφθηκαν οι ώρες αιχμής, οι μετρήσεις κάθε συμμετέχοντα να πραγματοποιούνται την ίδια μέρα και σε συνέχεια ώστε να αποφεύγεται το ενδεχόμενο επιρροής των αποτελεσμάτων λόγω διαφορετικής φυσικής κατάστασης των οδηγών, η διάρκεια και η απόσταση των σεναρίων που πραγματοποιούσε κάθε συμμετέχων να είναι όσο το δυνατόν ίδια σε προσομοιωτή και οδό ώστε να παρέχεται συγκρίσιμο πλήθος δεδομένων και τέλος η απαίτηση για συχνή αλλαγή της αλληλουχίας εκτέλεσης των σεναρίων όσον αφορά το περιβάλλον (προσομοιωτής-οδός) με σκοπό την αποφυγή της όποιας επίδρασης της εξοικείωσης των οδηγών και της τυχούσας κούρασης λόγω περιβάλλοντος (ναυτία από προσομοιωτή). Έτσι ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του οδηγού των οποίων η επιρροή θα ερευνηθεί στην τελική οδηγική συμπεριφορά του αφορούν την ηλικία, το φύλο, την οδηγική εμπειρία, την απόσπαση προσοχής κατά την ταυτόχρονη ομιλία ενώ οδηγεί κ.α. Αναλόγως, εξετάζεται και η επιρροή του οδικού περιβάλλοντος (πραγματικού ή προσομοίωσης) που αποτελεί καίριο χαρακτηριστικό διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων.

### 4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Στην διεθνή βιβλιογραφία, η οδηγική εμπειρία αναφέρεται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες διαφοροποίησης της οδηγικής συμπεριφοράς μεταξύ δρόμου και προσομοιωτή. Αποφασίστηκε, λοιπόν, η έρευνα να εστιάσει στη μελέτη της συμπεριφοράς νέων οδηγών. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι η ομάδα του δείγματος έπρεπε να είναι συμπαγής, με συγκεκριμένο μέγεθος και ήταν πιο εύκολο να αναζητηθούν νέοι οδηγοί. Επιπροσθέτως, είναι γνωστό από στατιστικά στοιχεία ότι ο κίνδυνος ατυχήματος σχετίζεται με την ηλικία του οδηγού. Οι νέοι ηλικιακά οδηγοί, εκτός του ότι έχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής ικανότητάς τους και παρατηρείται μια αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα. Για τον λόγο αυτό και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η



πειραματική διαδικασία περιελάμβανε οδήγηση και σε πραγματικό οδικό περιβάλλον, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 20-30 ετών. Θεωρήθηκε σκόπιμη η συγκεκριμένη στελέχωση του δείγματος ώστε να κατηγοριοποιηθούν οι συμμετέχοντες σε κάτω των 25 (άπειροι) και άνω των 25 (πιο έμπειροι) οδηγοί. Στο πείραμα συμμετείχαν 31 άτομα εθελοντές, εκ των οποίων 18 άνδρες και 13 γυναίκες. Όλοι τους είχαν δίπλωμα οδήγησης και στην πλειοψηφία τους ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου.

### 4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ

#### 4.2.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Το πείραμα αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί στον προσομοιωτή οδήγησης (Εικόνα 4.1) (**Driving Simulator FPF**) του Εργαστηρίου Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο συγκεκριμένος προσομοιωτής (Driving Simulator FPF) έχει κατασκευαστεί από τη γερμανική εταιρεία FOERST ώστε να εξυπηρετεί ερευνητικούς σκοπούς. Η φωτογραφία παρουσιάζει τον προσομοιωτή που αποτελείται από τρεις οθόνες LCD40", θέση οδήγησης και βάση υποστήριξης. Οι διαστάσεις σε πλήρη ανάπτυξη είναι 230 X 180 cm., ενώ το πλάτος βάσης 78cm.



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

**Διαθέτει** ρυθμιζόμενο κάθισμα οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς

και δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη που εμφανίζονται στις πλάγιες και την κεντρική οθόνη αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το «όχημα». Τα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός είναι μοχλός 5 ταχυτήτων και όπισθεν, φλας, υαλοκαθαριστήρες, φώτα, κόρνα, χειρόφρενο και μίζα (Εικόνες 4.2, 4.3).



Εικόνες 4.2 , 4.3 : Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή οδήγησης

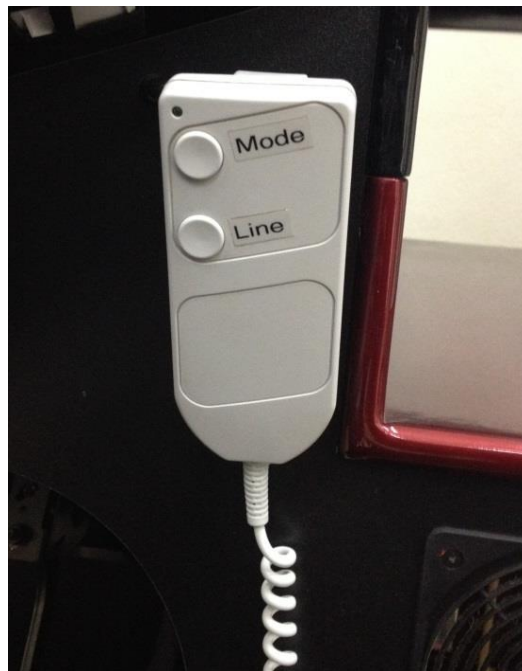
Το εικονικό οδικό περιβάλλον παράγεται μέσω υπολογιστή και απεικονίζει το οδόστρωμα και το οδικό περιβάλλον. Οι χρήστες οδηγούν κατά μήκος της οδού υπό συνθήκες που προσομοιώνουν ρεαλιστικά τις πραγματικές. Επισημαίνεται ότι οι συνθήκες οδήγησης στον προσομοιωτή δεν μπορεί να είναι απολύτως όμοιες με εκείνες που αντιλαμβάνεται ο οδηγός στην πραγματικότητα. Όμως, η αλλαγή συμπεριφοράς του οδηγού δεν επηρεάζει απαραίτητα τη σχετική επιρροή των διαφόρων παραμέτρων. Αυτό ενδεχομένως είναι πιο έντονο στη βροχή, όπου ο οδηγός υπό πραγματικές συνθήκες την αντιλαμβάνεται διαφορετικά σε σχέση με την οδήγηση στο προσομοιωμένο περιβάλλον.

Επίσης, στον προσομοιωτή παρέχεται η **δυνατότητα προσομοίωσης** πολλών καταστάσεων μεταξύ εναλλακτικών τύπων οδών (αστική - υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος) σε διαφορετικές κυκλοφοριακές συνθήκες ( κανονική - μειωμένη - χωρίς - μόνο συνοδευτική ή επερχόμενη κυκλοφορία ), και υπό διαφορετικό περιβάλλον (ευμενείς καιρικές συνθήκες, ομίχλη, βροχή, χιόνι, νύχτα). Παράλληλα, ανάλογα με τις απαιτήσεις του πειράματος, μπορεί να επιλεγεί η προσομοίωση διαφόρων επικίνδυνων καταστάσεων, όπως η εμφάνιση εμποδίου κατά τη διάρκεια της οδήγησης ή η μη αναμενόμενη πορεία κάποιου προπορευόμενου οχήματος σε προκαθορισμένα ή τυχαία σημεία της διαδρομής (Εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.4 : Επικίνδυνα γεγονότα – Εμφάνιση εμποδίου (ζώου)

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

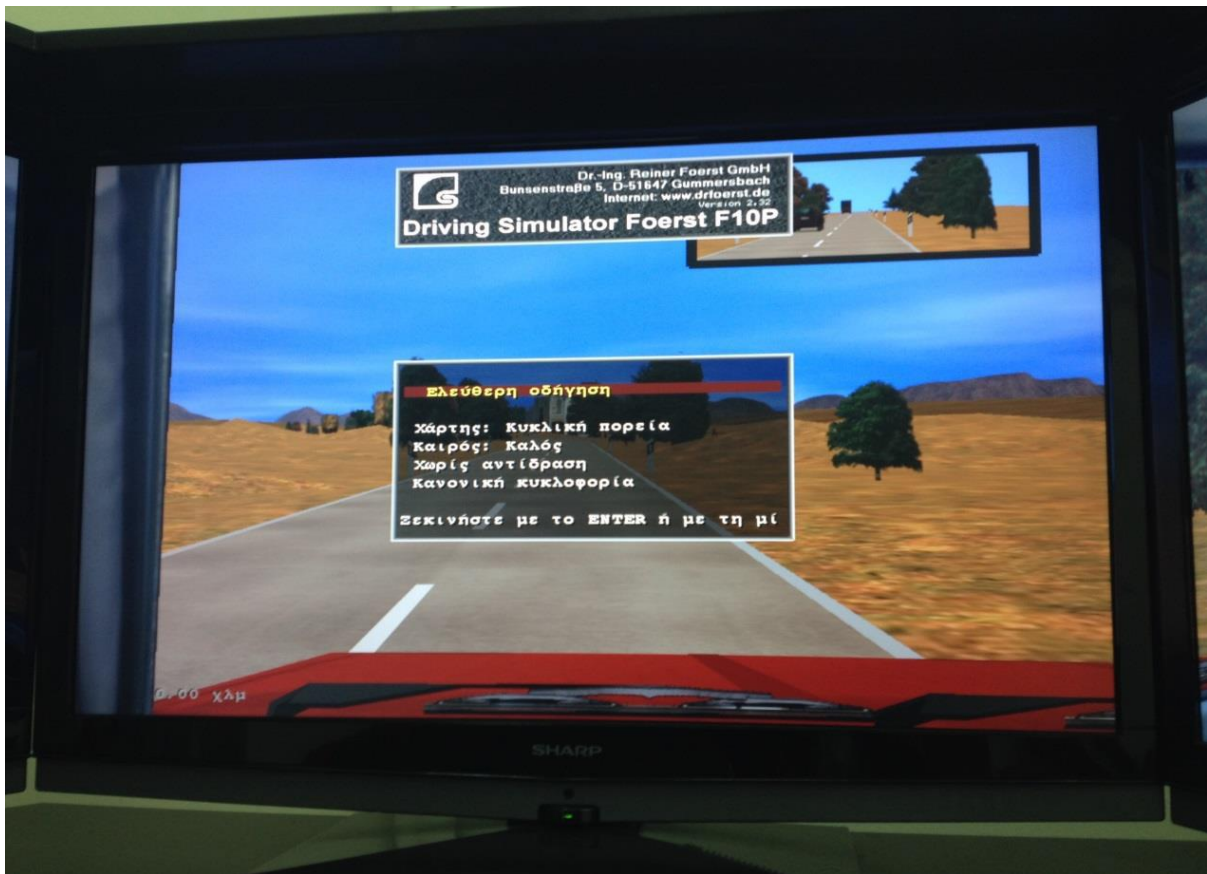


Εικόνα 4.5 : Πληκτρολόγιο ελέγχου


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

Στον βασικό κατάλογο επιλογών (Ελεύθερη οδήγηση): στην επιλογή χάρτης, στην πρώτη σειρά, επιλέχθηκε η κυκλική πορεία αστικής οδού. Στην δεύτερη σειρά, στην επιλογή καιρός, επιλέχθηκε καλός στην περίπτωση που ενδιαφέρει ο οδηγός να οδηγεί υπό ευμενείς καιρικές

συνθήκες, στην τρίτη σειρά για την εμφάνιση εμποδίων επιλέχθηκε χωρίς αντίδραση και στην τελευταία σειρά για το είδος της κυκλοφορίας επιλέχθηκε κανονική κυκλοφορία. (Εικόνα 4.6)



Εικόνα 4.6 : Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση

Η **αποθήκευση των δεδομένων** των πειραμάτων πραγματοποιείται αυτόματα στο τέλος της διαδικασίας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο φάκελο D:\Logfiles σε μορφή κειμένου(\*txt) (Εικόνα 4.7). Για να μετακινηθεί κάποιος από την οθόνη λειτουργίας του προσομοιωτή στην επιφάνεια εργασίας σε περιβάλλον Windows, αρκεί να πατήσει το πλήκτρο Alt-Win  δεξιά του πλήκτρου Ctrl του πληκτρολογίου, ή εναλλακτικά τα πλήκτρα Ctrl+Esc ταυτόχρονα για να μεταβεί στο μενού Έναρξης. Για κάθε πείραμα δημιουργούνται δυο αρχεία, ένα που φέρει την ονομασία Logfile\*txt και περιέχει όλες τις μεταβλητές που μετρήθηκαν και ένα αρχείο με την ονομασία ErrLog\*txt, που περιέχει τα σφάλματα που πραγματοποίησε ο οδηγός. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο προσομοιωτής καταγράφει δεδομένα ανά διαστήματα των 33 έως 50 χιλιοστών του δευτερολέπτου (ms), γεγονός που σημαίνει ότι κάθε δευτερόλεπτο μετρώνται οι τιμές κάθε μεταβλητής έως και 30 φορές. Αρχικά καταγράφονται 33 μεταβλητές σε κάθε μέτρηση (Πίνακας 4.1). Αναλυτικά οι μεταβλητές αυτές θα περιγραφούν στο υποκεφάλαιο παρατηρηθείσες μεταβλητές.

The screenshot shows a Windows Explorer window titled 'Logfiles' with the address bar set to 'D:\Logfiles'. The window displays a list of files in a table format. The table has four columns: Name, Size, Type, and Date Modified. The files are listed in descending order of size. The file names follow a pattern: 'Logfile\_YY-MM-DD\_HH-MM-SS.txt' and 'ErrLog\_YY-MM-DD\_HH-MM-SS.txt'. The sizes range from 1 KB to 1,584 KB. The types are all 'Text Document'. The dates range from 12/11/2009 to 11/14/2009.

Name	Size	Type	Date Modified
Logfile_09-12-11_21-08.txt	12 KB	Text Document	12/11/2009 9:08 PM
ErrLog_09-12-11_21-08-07.txt	1 KB	Text Document	12/11/2009 9:08 PM
Logfile_09-12-11_21-05.txt	594 KB	Text Document	12/11/2009 9:07 PM
ErrLog_09-12-11_21-05-19.txt	2 KB	Text Document	12/11/2009 9:07 PM
Logfile_09-11-18_15-17.txt	1,186 KB	Text Document	11/18/2009 3:21 PM
ErrLog_09-11-18_15-17-40.txt	1 KB	Text Document	11/18/2009 3:21 PM
Logfile_09-11-18_15-09.txt	1,263 KB	Text Document	11/18/2009 3:13 PM
ErrLog_09-11-18_15-09-43.txt	1 KB	Text Document	11/18/2009 3:13 PM
Logfile_09-11-18_15-00.txt	1,584 KB	Text Document	11/18/2009 3:05 PM
ErrLog_09-11-18_15-00-11.txt	1 KB	Text Document	11/18/2009 3:05 PM
Logfile_09-11-18_14-23.txt	1,129 KB	Text Document	11/18/2009 2:27 PM
ErrLog_09-11-18_14-23-37.txt	1 KB	Text Document	11/18/2009 2:27 PM
Logfile_09-11-18_14-15.txt	1,269 KB	Text Document	11/18/2009 2:19 PM
ErrLog_09-11-18_14-15-25.txt	1 KB	Text Document	11/18/2009 2:19 PM
Logfile_09-11-18_14-06.txt	1,583 KB	Text Document	11/18/2009 2:11 PM
ErrLog_09-11-18_14-06-03.txt	1 KB	Text Document	11/18/2009 2:11 PM
Logfile_09-11-15_16-46.txt	1,252 KB	Text Document	11/15/2009 4:50 PM
ErrLog_09-11-15_16-46-41.txt	1 KB	Text Document	11/15/2009 4:50 PM
Logfile_09-11-15_16-40.txt	1,111 KB	Text Document	11/15/2009 4:44 PM
ErrLog_09-11-15_16-40-32.txt	1 KB	Text Document	11/15/2009 4:44 PM
Logfile_09-11-15_16-30.txt	1,582 KB	Text Document	11/15/2009 4:35 PM
ErrLog_09-11-15_16-30-50.txt	1 KB	Text Document	11/15/2009 4:35 PM
Logfile_09-11-15_16-27.txt	151 KB	Text Document	11/15/2009 4:27 PM
ErrLog_09-11-15_16-27-21.txt	1 KB	Text Document	11/15/2009 4:27 PM
Logfile_09-11-15_16-19.txt	1,475 KB	Text Document	11/15/2009 4:24 PM
ErrLog_09-11-15_16-19-48.txt	3 KB	Text Document	11/15/2009 4:24 PM
Logfile_09-11-14_18-21.txt	1,266 KB	Text Document	11/14/2009 6:25 PM
ErrLog_09-11-14_18-21-36.txt	1 KB	Text Document	11/14/2009 6:25 PM
Logfile_09-11-14_18-16.txt	1,142 KB	Text Document	11/14/2009 6:20 PM
ErrLog_09-11-14_18-16-25.txt	1 KB	Text Document	11/14/2009 6:20 PM
Logfile_09-11-14_18-13.txt	442 KB	Text Document	11/14/2009 6:15 PM
ErrLog_09-11-14_18-13-54.txt	1 KB	Text Document	11/14/2009 6:15 PM
Logfile_09-11-14_18-06.txt	1,582 KB	Text Document	11/14/2009 6:11 PM
ErrLog_09-11-14_18-06-16.txt	1 KB	Text Document	11/14/2009 6:11 PM
Logfile_09-11-14_16-47.txt	1,157 KB	Text Document	11/14/2009 4:51 PM
ErrLog_09-11-14_16-47-07.txt	1 KB	Text Document	11/14/2009 4:51 PM
Logfile_09-11-14_16-41.txt	1,261 KB	Text Document	11/14/2009 4:45 PM

598 objects

Εικόνα 4.7 : Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή

## Πηγή DR-ING.REINER FOERST GMBG

1	Time	current real-time in milliseconds since start of the drive.
2	x-pos	x-position of the vehicle in m.
3	y-pos	y-position of the vehicle in m.
4	z-pos	z-position of the vehicle in m.
5	Road	road number of the vehicle in [int].
6	Richt	direction of the vehicle on the road in [BOOL] (0/1).
7	Rdist	distance of the vehicle from the beginning of the drive in m.
8	Rspur	track of the vehicle from the middle of the road in m.
9	Ralpha	direction of the vehicle compared to the road direction in degrees.
10	Dist	driven course in meters since begin of the drive.
11	Speed	actual speed in km/h.
12	Brk	brake pedal position in percent.
13	Acc	gas pedal position in percent.
14	Clutch	clutch pedal position in percent.
15	Gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
16	RPM	motor revolution in 1/min.
17	HWay	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
18	DLeft	Distance to the left road board in meter.
19	DRight	Distance to the right road board in meter.
20	Wheel	Steering wheel position in degrees.
21	THead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds.
22	TTL	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds.
23	TTC	time to collision (all obstacles), in seconds.
24	AccLat	acceleration lateral, in $m/s^2$
25	AccLon	acceleration longitudinal, in $m/s^2$
26	EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
27	EvDist	event-distance in m.
28	ErrlNo	number of the most important driving failure since the last data set
29	ErrlVal	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
30	Err2No	number of the next driving failure (maybe empty).
31	Err2Val	additional date to failure 2.
32	Err3No	number of a further driving failure (maybe empty).
33	Err3Val	additional date to failure 3.

Πίνακας 4.1 : Πίνακας συλλεγομένων μεταβλητών

#### 4.2.3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής διαθέτει ένα πλήθος σεναρίων οδήγησης και επιλογών που θα μπορούσαν να επιλεγούν για την συγκριτική ανάλυση αναφορικά με τα αποτελέσματα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες. Υπενθυμίζεται ότι για την συλλογή κατάλληλων δεδομένων αποφασίστηκε να τηρηθεί ένα αρχικά ορισθέν ερευνητικό πλαίσιο. Έτσι η επιλογή του σεναρίου οδήγησης στον προσομοιωτή δεν θα μπορούσε να είναι τυχαία αλλά καθορίστηκε από το πλαίσιο προδιαγραφών που έπρεπε να τηρηθεί τόσο στον προσομοιωτή όσο και επί της οδού ώστε τα συλλεχθέντα δεδομένα να είναι συγκρίσιμα. Ορίστηκε αρχικά το περιβάλλον οδήγησης να αποτελεί αυτό της αστικής οδού, ενώ αναζητείτο ύπαρξη κατάλληλης παρόμοιας διαδρομής στον προσομοιωτή και στην οδό.

Με βάση τα παραπάνω, αλλά και την αναζήτηση κοντινών και προσβάσιμων στην οδό διαδρομών καθώς και ένα πλήθος δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ διαφορετικών σεναρίων, επιλέχθηκε τελικά η διαδρομή 1-7 του σεναρίου “City 2” ως η πιο κατάλληλη για την επίτευξη του στόχου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Η διαδρομή αυτή χωρίζεται σε δύο μέρη. Τη διαδρομή 1-4 με μήκος 2.1 km και χρόνο διάνυσης της απόστασης περί τα δύο λεπτά η οποία περιλαμβάνει μία λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση πλάτους 2m χωρίς ενδιάμεσο και πλευρικά στηθαία ασφαλείας, με επιβατικά και φορτηγά αυτοκίνητα και με όριο ταχύτητας κυκλοφορίας 60 Km/h και τη διαδρομή 5-7 όπου πρόκειται για 2 λωρίδες χωρίς κυκλοφορία οχημάτων τις οποίες και προσομοιάζουμε με το αντίστοιχο κομμάτι μονοδρόμου στο πραγματικό αστικό περιβάλλον.

Σε όλα τα σενάρια υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφορετικών καιρικών συνθηκών, από τα οποία επιλέχθηκε να μελετηθεί μόνο η οδήγηση υπό καλό καιρό και μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε και να μην επιβαρυνθεί με περαιτέρω παράγοντες απόσπασης προσοχής ο οδηγός αλλά και για πρακτικούς λόγους καθώς το πείραμα έλαβε χώρα τους μήνες Μάιο-Ιούλιο οπότε και οι καιρικές συνθήκες είναι αίθριες.

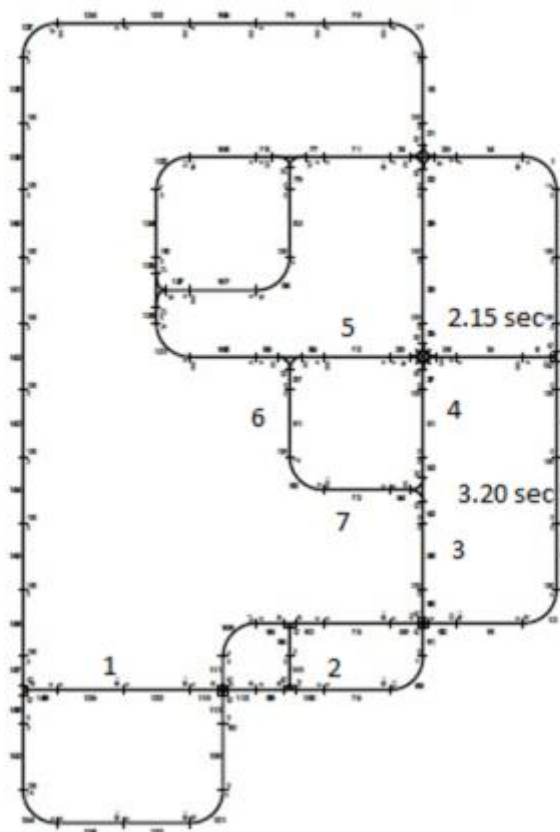
Η διάρκεια της διαδρομής σε κάθε φάση επιλέχθηκε να είναι περίπου δυόμισι λεπτά και να πραγματοποιούνται διαλείμματα μεταξύ των πειραμάτων που αφορούν τον ίδιο οδηγό, διότι η παρατεταμένη οδήγηση πιθανόν να προκαλούσε παρενέργειες στους οδηγούς, όπως π.χ. η ναυτία που έχει παρατηρηθεί σε παρόμοιες έρευνες.

Παρακάτω δίνονται ένα σκαρίφημα της διαδρομής και μερικές επιπλέον εικόνες από το συγκεκριμένο περιβάλλον οδήγησης (Εικόνες 4.8, 4.9).

## B.9 City 2

Constant: **WORLD\_CITY2**

City map with both two lanes and one lane per direction, many junctions in the inner city area. Also has some sections of rural road outside the city limits.



Εικόνα 4.8 : Σενάριο αστικής περιοχής – Σκαρίφημα διαδρομής



Εικόνα 4.9 : Σενάριο αστικής οδού - διαδρομή



#### 4.2.4 ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

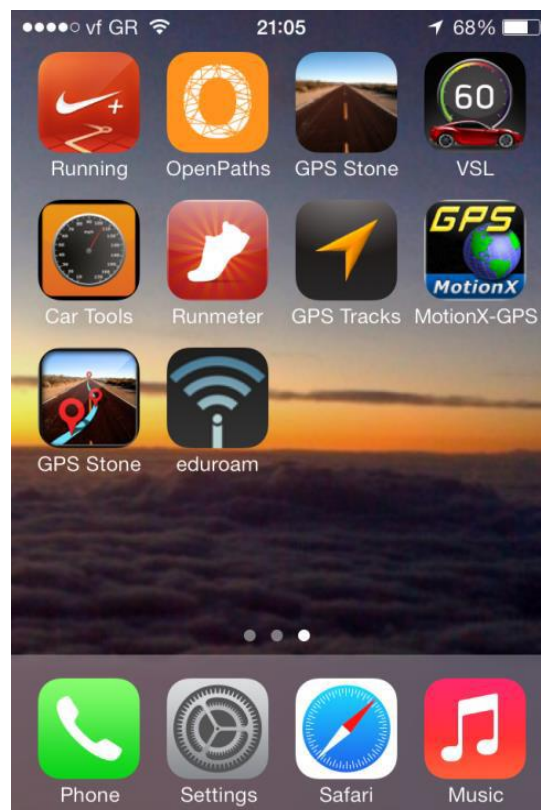
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, απότερος στόχος της πειραματικής διαδικασίας είναι να επιτευχθεί η συλλογή συγκρίσιμων δεδομένων οδηγικής συμπεριφοράς, δηλαδή δεδομένων που περιγράφουν τη συμπεριφορά του κάθε οδηγού ως προς τις κύριες παραμέτρους οδηγικής συμπεριφοράς στον προσομοιωτή και επί της οδού, στο ίδιο κάθε φορά οδικό περιβάλλον, έτσι ώστε η μόνη παράμετρος που διαφοροποιείται σε κάθε ζεύγος συγκριτικών δεδομένων να είναι το περιβάλλον οδήγησης (προσομοιωμένο/πραγματικό περιβάλλον). Η ανάγκη αυτή αποτέλεσε και την κύρια αιτία περιορισμού των επιλογών του οδικού περιβάλλοντος όπου θα πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις με το ερευνητικό όχημα. Από το πλαίσιο των περιορισμών επισημαίνεται ιδιαίτερος όχι μόνο η δυσκολία εύρεσης τμήματος οδού ως προς τα επιθυμητά κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά αλλά και η δυσκολία αντιστοίχισης του επιλεγέντος οδικού τμήματος με παρόμοιο ως προς την σχεδίαση τμήμα μεταξύ των σεναρίων του προσομοιωτή.



Εικόνα 4.11 : Σκαρίφημα επιλεγείσας αστικής οδού

#### 4.2.4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ

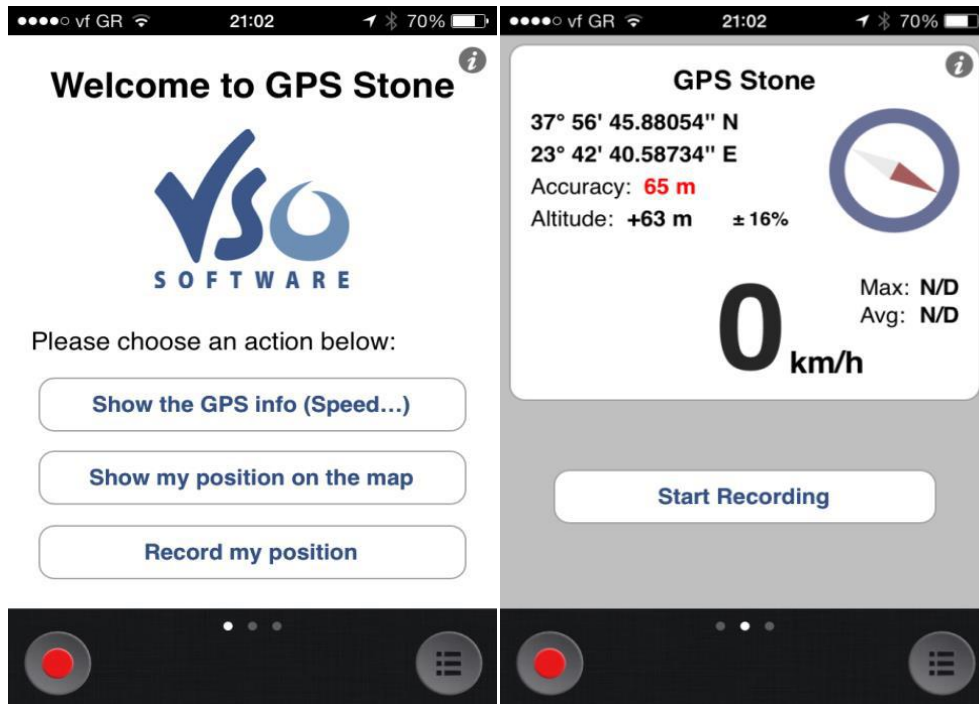
Κατά την επιλογή της κατάλληλης εφαρμογής κινητού τηλεφώνου ώστε να ανακτήσουμε δεδομένα οδηγικής συμπεριφοράς των συμμετεχόντων προέκυψαν προβλήματα σχετικά με την ποιότητα και το είδος των πληροφοριών που παρείχαν οι εν δυνάμει χρησιμοποιηθείσες εφαρμογές. Χρησιμοποιώντας πάντα λογισμικό λειτουργίας κινητού τηλεφώνου iPhone, βρέθηκαν εφαρμογές που παρείχαν πληροφορίες οι οποίες είτε κυρίως δε μπορούσαν να αποσταλούν προς επεξεργασία στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είτε δεν είχαν άμεση σχέση με την οδηγική συμπεριφορά των οδηγών, για παράδειγμα παρείχαν πληροφορίες θέσης και όχι ταχύτητας (Εικόνα 4.12).



Εικόνα 4.12 : Δοκιμαστικές εφαρμογές

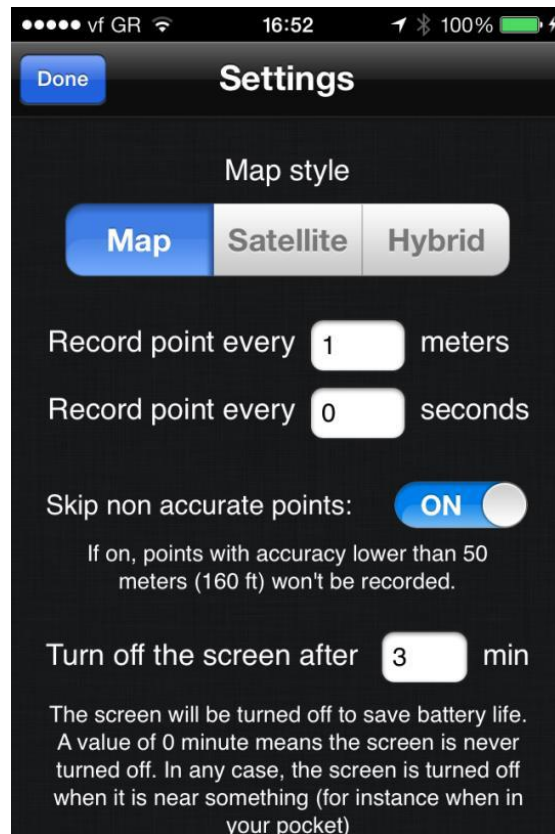
Μετά από πλήθος δοκιμών αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή GPS STONE ως η πιο κατάλληλη καθώς αξιολογήθηκε θετικά και η καλής ποιότητας πληροφορίες που μπορούσε να παρέχει αλλά και η πρακτική ευκολία ανάκτησης και χρήσης των πληροφοριών που ανέπτυξε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Πρόκειται για μία από τις δεκάδες εφαρμογές εντοπισμού θέσης (gps) που είναι διαθέσιμες για τα νέας τεχνολογίας κινητά τηλέφωνα. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά που την κατέστησαν ιδανική για χρήση στην παρούσα έρευνα είναι τα εξής :

- Ιδιαίτερα χαμηλό κόστος αγοράς
- Ρύθμιση των καταγραφών
- Αποστολή δεδομένων μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- Αρχείο καταγραφών GPX με δυνατότητα επεξεργασίας σε H/Y



Εικόνες 4.13 , 4.14: Εφαρμογή GPS STONE

Αρχικά, με τη δυνατότητα **ρύθμισης του βήματος των καταγραφών** είτε σε μέτρα είτε σε δευτερόλεπτα, δηλαδή ανά πόσο διάστημα (χρονικό ή χωρικό) καταγράφει η εφαρμογή, υλοποιήθηκε η απαίτηση για απόκτηση ικανοποιητικού πλήθους καταγραφών. Επιλέχθηκε η καταγραφή με βήμα ένα δευτερόλεπτο καθώς η μέτρηση ανά μέτρο δεν μπορούσε να επιτευχθεί αναλογιζόμενοι την ταχύτητα που αναπτύσσει το ερευνητικό όχημα οπότε και το πλήθος των καταγραφών που έπρεπε να πραγματοποιήσει η εφαρμογή στην διάρκεια ενός δευτερολέπτου. Ταυτόχρονα, η επιλογή βήματος ένα δευτερόλεπτο ήταν αποδεκτή θεωρώντας ότι κάθε μέτρηση δεν θα ήταν εφικτή σε λιγότερο δυό λεπτά οπότε δεν θα παρουσιαστούν ποτέ λιγότερες από εκατόν είκοσι καταγραφές. (Εικόνα 4.15).



Εικόνα 4.15 : Ρυθμίσεις μετρήσεων GPS Stone

Εξίσου καθοριστικής σημασίας υπογραμμίζεται ότι αποτέλεσε η ευκαιρία για απλή και εύκολη αποστολή των δεδομένων σε λογαριασμό στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες εφαρμογές που αντιμετωπίστηκαν πολύπλοκα προβλήματα συμβατότητας στην ανάκτηση των παρεχόμενων αρχείων, μάλιστα σε πολλές δεν υπήρχε καν η δυνατότητα αποστολής, με το GPS Stone η διαδικασία φαντάζει αρκετά απλή, γεγονός που επέτρεψε την οικονομία χρόνου.(Εικόνα 4.16 - 4.17).

Επιπλέον, επισημαίνεται η εξέχουσα σημασία της μορφής του αρχείου, **μορφή GPX**, η οποία επιτρέπει όχι μόνο την αποστολή αλλά και την επεξεργασία των καταγραφών σε πίνακα XML αρχικά και σε excel αργότερα όπως θα φανεί σε μετέπειτα κεφάλαιο αναλυτικά.(Εικόνα 4.16).



Εικόνα 4.16 : Αποστολή αρχείου GPX Εικόνα 4.17 : Φάκελος καταγραφών

#### 4.2.4.2 ΤΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΟΧΗΜΑ

Νέοι περιορισμοί στο σύνολο των προδιαγραφών του πειράματος εμφανίστηκαν κατά την επιλογή του ερευνητικού οχήματος. Καταλυτικός παράγοντας που καθόρισε το όχημα το οποίο θα χρησιμοποιούσαν οι συμμετέχοντες ήταν η επιρροή της εξοικείωσής τους στα αποτελέσματα της οδηγικής συμπεριφοράς, σε περίπτωση που πραγματοποιούσαν τις μετρήσεις με δικό τους όχημα. Σύμφωνα λοιπόν, με τα παραπάνω κρίθηκε σωστή η επιλογή ενός μόνο οχήματος το οποίο δεν ήταν ιδιοκτησία κάποιου οδηγού. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ένα μικρής κατηγορίας και κυβισμού αυτοκίνητο Renault Clio 1200 κυβικών εκατοστών. (εικόνα 4.18).



Εικόνα 4.18 : Ερευνητικό όχημα

#### 4.2.4.3 Η ΔΙΑΔΡΟΜΗ

Σύμφωνα με το αρχικά ορισθέν ερευνητικό πλαίσιο που έπρεπε να τηρηθεί, η εύρεση κατάλληλης διαδρομής για την διεξαγωγή των μετρήσεων σε πραγματικές συνθήκες επιβλήθηκε να λαμβάνει υπόψη της και τις υπάρχουσες διαδρομές του προσομοιωτή. Έπειτα από αρκετή αναζήτηση, επιλέχθηκε το τμήμα στην είσοδο του δήμου Παπάγου που οριοθετείται από τις οδούς Πίνδου-Αργυροκάστρου-Νευροκοπίου-Ζακυνθινού. Το είδος της οδού (αστική), ο σχετικά χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος της, ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου τμήματος και η καλή προσβασιμότητα της οδού αποτέλεσαν τα σημαντικότερα στοιχεία που ενθάρρυναν την επιλογή του της συγκεκριμένης διαδρομής. (Εικόνα 4.19)

Η διαδρομή έχει μήκος χίλια οκτακόσια μέτρα, εκ των οποίων τα εξακόσια είναι μονόδρομος και το υπόλοιπο μήκος περιλαμβάνει μία λωρίδα ανά κατεύθυνση χωρίς ενδιάμεσο και πλευρικά στηθαία, ο χρόνος διάνυσης της συνολικής απόστασης εκτιμάται στα δύομισι λεπτά, με επιβατικά αυτοκίνητα και με όριο ταχύτητας κυκλοφορίας 50km/h. Όπως φαίνεται στον χάρτη 4.1 η κατεύθυνση των μετρήσεων επιλέχθηκε να είναι μία (με κίτρινο χρώμα έχει σχεδιαστεί το μήκος του μονοδρόμου), οπότε μεταξύ των πειραμάτων του ίδιου οδηγού περιλαμβάνετο και διάλειμμα πέντε λεπτών έως ότου επιστρέψει το όχημα στην θέση εκκίνησης.



Εικόνα 4.19 : Εικόνες αστικής οδού



Χάρτης 4.1 : Απεικόνιση της διαδρομής στην αστική οδό

#### 4.2.5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ αρχές Απριλίου και τέλη Ιουλίου 2013. Καταβλήθηκε προσπάθεια οι συμμετέχοντες να παρατηρούνται κατά τις ίδιες περιόδους και ώρες της ημέρας, ώστε να επικρατούν ομοιόμορφες κυκλοφοριακές συνθήκες. Βασικός ήταν και ο ρόλος του παρατηρητή του πειράματος που παρακολουθούσε, συμμετείχε και συνέλεγε δεδομένα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Εκτός από την διαδικασία απόσπασης που συμμετείχε ενεργά, ο παρατηρητής όλο το διάστημα των μετρήσεων κατέγραφε τυχούσες παρατηρήσεις όπως το αν έγινε κάποιο ατύχημα, σταμάτημα αρκετής ώρας σε φανάρι ή διασταύρωση και σε ποιά χρονική στιγμή έγινε αυτό για την διευκόλυνση αφαίρεσης

“κακών” καταγραφών είτε ακόμα και αν γενικά ο οδηγός ήταν αρκετά αργός για τα φυσιολογικά δεδομένα της διαδρομής ώστε να αφαιρεθεί από το δείγμα. Για να καθορίζει τις διάφορες χρονικές στιγμές κατέγραφε στο ειδικό έντυπο που παρατίθεται παρακάτω. (Έντυπο 4.1)

Σχετικά με την **διαδικασία της απόσπασης της προσοχής** μέσω της ομιλίας, γίνονταν καθόλη την διάρκεια της μέτρησης με σαφή στόχο να θέσει τον οδηγό σε πνευματική εγρήγορση διότι τα θέματα που αναπτύσσονταν ήταν μαθηματικού και γεωγραφικού περιεχομένου. Σύμφωνα με έρευνες, έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός απόσπασης του οδηγού από την οδήγηση επηρεάζεται σημαντικά από το θέμα της συζήτησης. Όσο πιο έντονα απασχολεί τον οδηγό το θέμα της συζήτησης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η οδηγική του συμπεριφορά. Κατά συνέπεια, ο παρατηρητής κατά την πρώτη μέτρηση με ομιλία καλούσε τους συμμετέχοντες να του υποδείξουν με αναλυτικές εντολές τον τρόπο που θα μεταβούν από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου στο Πολυτεχνείο Πατησίων με τη χρήση αστικών συγκοινωνιών. Στην επόμενη μέτρηση δια ομιλίας, ο παρατηρητής εκφώνουσε διαδοχικά το ποσό των διοδίων για τις διαδρομές προς διάφορες πόλεις (π.χ διαδρομή Αθήνας – Καλαμάτας) και καλούσε τον συμμετέχοντα να υπολογίσει το συνολικό ποσό.

Ο κάθε οδηγός συμμετείχε σε δύο μετρήσεις στον προσομοιωτή (δεύτερο στάδιο) και δύο μετρήσεις με το ερευνητικό όχημα στην οδό (τρίτο στάδιο) ώστε να ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία.

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

Στο **πρώτο στάδιο** του πειράματος και πριν ξεκινήσει η διαδικασία της παρατήρησης, ζητήθηκε από κάθε συμμετέχων να απαντήσει σε ένα **ερωτηματολόγιο** το οποίο αφορούσε τα περιγραφικά χαρακτηριστικά και την οδηγική του συμπεριφορά. Για την επεξεργασία των μεταβλητών του ερωτηματολογίου επιλέχθηκαν μόνο οι μεταβλητές που είχαν σχέση με την αστική οδό. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο τέλος του παρόντος υποκεφαλαίου (Έντυπο 4.2). Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δίνονταν στους οδηγούς οι απαραίτητες οδηγίες, περιγραφές για την διαδικασία των πειραμάτων και γινόταν από τον συντονιστή του πειράματος μία σύντομη περιγραφή του προσομοιωτή.

Τους ζητήθηκε να διατηρήσουν την οδική συμπεριφορά που έχουν συνήθως και να μην επηρεαστούν από την παρουσία του παρατηρητή.

Στο **δεύτερο στάδιο**, πραγματοποιήθηκε η **συλλογή στοιχείων μέσω του προσομοιωτή** η οποία και χωρίζεται σε δύο φάσεις :

#### 1<sup>η</sup> Φάση – Ελεύθερη οδήγηση

Πριν από την έναρξη των μετρήσεων, κάθε συμμετέχοντας πραγματοποιούσε μία δοκιμαστική διαδρομή διάρκειας 5-10 λεπτών προκειμένου να εξοικειωθεί με το εκάστοτε



μέσο που χρησιμοποιούσε. Στον προσομοιωτή η διαδρομή αυτή επιλέχθηκε να είναι το σενάριο της “ελεύθερης οδήγησης” το οποίο δεν συσχετιζόταν ωστόσο με το κανονικό σενάριο της αστικής οδού οπότε και δεν υπήρχε κίνδυνος εξοικείωσης με τη διαδρομή των μετρήσεων. Ο συντονιστής του πειράματος, αφού είχε κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή, προέτρεπε τους οδηγούς για περισσότερες ενέργειες (στροφές, φρεναρίσματα) με σκοπό την πλήρη εξοικείωση με το μέσο. Μετά το τέλος αυτής της φάσης, ακολουθούσε ολιγόλεπτο διάλειμμα στο οποίο ξεκουραζόταν ο οδηγός και παράλληλα εξέθετε τυχόν απορίες επί του πειράματος στον συντονιστή καθώς ο τελευταίος ρύθμιζε εκ νέου τον προσομοιωτή για το επόμενο σενάριο οδήγησης.

### 2<sup>η</sup> Φάση – Μετρήσεις

Επισημαίνεται ότι σ’ αυτό το σημείο επιλέχθηκε οι μετρήσεις να μην ακολουθήσουν την ίδια σειρά αλλά να πραγματοποιείται συνεχής εναλλαγή των σεναρίων ώστε να αποφευχθεί η επιρροή της διαδοχής στα αποτελέσματα.

#### Διαδρομή χωρίς ομιλία

Στη φάση αυτή, κάθε οδηγός πραγματοποιούσε την προγραμματισμένη διαδρομή στο αστικό σενάριο διάρκειας περίπου δύομιση λεπτών υπό καλές καιρικές συνθήκες. Ήταν υποχρεωμένος να μην ομιλεί και να οδηγεί συγκεντρωμένος όπως ακριβώς στην καθημερινότητά του. Ο συντονιστής, αφού πρώτα είχε κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή, κατέγραφε τυχόν παρατηρήσεις σε όλη τη διάρκεια της μέτρησης (σβήσιμο της μηχανής) όπως επίσης και την διαδοχή των σεναρίων που ακολουθούσε ο κάθε συμμετέχων. Στο τέλος, ο παρατηρητής σταματούσε το χρονόμετρο στο σημείο τερματισμού της διαδρομής και ενώ εκείνος προγραμμάτιζε τον προσομοιωτή για την επανεκκίνηση της διαδομής και έδινε οδηγίες για το επόμενη φάση του πειράματος ο οδηγός ξεκουραζόταν.

#### Διαδρομή με ομιλία

Η συγκεκριμένη διαδρομή είναι πανομοιότυπη με την πρώτη με μόνη διαφορά τη σειρά που αυτή πραγματοποιήθηκε μεταξύ των σεναρίων οδήγησης. Εάν ο οδηγός για παράδειγμα στη δεύτερη φάση είχε οδηγήσει αρχικά την επιλεγθείσα διαδρομή χωρίς ομιλία τότε σε αυτήν τη φάση οδηγούσε με ομιλία και αντίστροφα. Πρέπει να σημειωθεί ότι επιλέχθηκε οι μισοί συμμετέχοντες να οδηγήσουν για παράδειγμα στη δεύτερη φάση του πειράματος με ομιλία και οι υπόλοιποι χωρίς ομιλία ώστε η εξοικείωση τους με τον προσομοιωτή να μην επηρεάσει συνολικά τα αποτελέσματα.

Με το τέλος της δεύτερης φάσης, ο συντονιστής του πειράματος μετέφερε τα αρχεία των δεδομένων από τον υπολογιστή του προσομοιωτή σε μία φορητή μονάδα αποθήκευσης (usb), αφού πρώτα είχε δημιουργήσει ένα φάκελο ξεχωριστά για τις μετρήσεις που αντιστοιχούσαν σε κάθε συμμετέχοντα, ώστε να αποθηκευτούν τελικά στον υπολογιστή που θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία και να κρατηθούν αντίγραφα ασφαλείας.

Το τρίτο και τελευταίο στάδιο του πειράματος αποτελούσε τη **συλλογή στοιχείων μέσω του ερευνητικού οχήματος** σε πραγματικές συνθήκες το οποίο και περιελάμβανε δύο παρόμοιες φάσεις με εκείνες του δευτέρου σταδίου:

### 1<sup>η</sup> Φάση - Ελεύθερη οδήγηση

Όπως και στην περίπτωση του προσομοιωτή, έτσι και εδώ πριν ξεκινήσουν οι μετρήσεις κάθε συμμετέχοντας πραγματοποιούσε μια αναγνωριστική με το όχημα διαδρομή διάρκειας 5-10 λεπτών στην κύρια οδό εντός της Πολυτεχνειούπολης (Χάρτης 4.2) η οποία δεν εμφάνιζε ομοιότητες με την διαδρομή του πειράματος οπότε και δεν υπήρχε ο κίνδυνος εξοικείωσης. Στη συνέχεια, ο οδηγός παρέδιδε τον έλεγχο του οχήματος στον παρατηρητή με σκοπό την μετάβαση στην περιοχή των μετρήσεων και παράλληλα ο πρώτος ξεκουραζόταν.



Χάρτης 4.2 : Κύρια οδός δοκιμών εντός Πολυτεχνειούπολης

### 2<sup>η</sup> Φάση – Μετρήσεις

Το στάδιο αυτό ακολούθησε ακριβώς τον ίδιο προγραμματισμό με την δεύτερη φάση των μετρήσεων στον προσομοιωτή. Επισημαίνεται ότι η σειρά διαδοχής των σεναρίων οδήγησης στο ερευνητικό όχημα ακολουθούσε αυτήν των σεναρίων οδήγησης στον προσομοιωτή για τον κάθε συμμετέχοντα.

### Διαδρομή χωρίς ομίλια

Φτάνοντας το ερευνητικό όχημα στην θέση έναρξης της μέτρησης ο συντονιστής άλλαζε θέση με τον συμμετέχοντα, καθόταν στην θέση του συνοδηγού ώστε να έχει σωστή οπτική

επαφή, να μπορεί να τοποθετήσει το κινητό τηλέφωνο κοντά στο ταμπλό για να έχει καλύτερο σήμα η συσκευή και τελικώς εκκινούσε την εφαρμογή καταγραφής. Ο οδηγός στη φάση αυτή πραγματοποιούσε την διαδρομή διάρκειας δύομισι λεπτών περίπου στο επιλεγμένο τμήμα της αστικής οδού υπό αίθριες καιρικές συνθήκες. Ήταν υποχρεωμένος να μην ομιλεί και να οδηγεί συγκεντρωμένος. Καθόλη την διάρκεια της διαδρομής χωρίς ομιλία ο παρατηρητής συμπλήρωνε το έντυπο καταγραφών με τυχόντα συμβάντα ενώ με το τέλος της οδηγούσε πίσω στην θέση έναρξης το όχημα ώστε να ξεκουραστεί ο συμμετέχοντας. Ταυτόχρονα ο παρατηρητής έδινε λεπτομέρειες στον οδηγό για την επόμενη μέτρηση και ρύθμιζε για επανεκκίνηση την εφαρμογή καταγραφής του κινητού τηλεφώνου.

#### Διαδρομή με ομιλία

Καθομοίωση της διαδρομής με ομιλία στον προσομοιωτή, πραγματοποιήθηκε και η διαδρομή με ομιλία στην οδό με ανακάτεμα της αλληλουχίας των σεναρίων οδήγησης μεταξύ των οδηγών. Επιπλέον, κρίθηκε αναγκαία και η αλλαγή της σειράς των δύο θεμάτων προς συζήτηση σε σχέση με το μέσο που γινόταν η μέτρηση. Δηλαδή εάν για έναν οδηγό στην οδό είχε επιλεγεί το μαθηματικό θέμα ομιλίας τότε για τον επόμενο οδηγό επιλέγετο το θέμα της γεωγραφίας. Έτσι απευχθεί η επιρροή του θέματος ομιλίας στα αποτελέσματα των μετρήσεων. Ο συμμετέχοντας καλείτο να οδηγήσει μιλώντας την ίδια διαδρομή χωρίς στάση ενώ ο συντονιστής κατέγραφε με εφαρμογή και στο έντυπο.

Στο τέλος της δεύτερης φάσης ο συντονιστής αφού κωδικοποιούσε και ομαδοποιούσε της μετρήσεις στην εφαρμογή, τις απέστειλε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε λογαριασμό του για μετέπειτα ανάκτηση τους από τον υπολογιστή του που θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία και να κρατηθούν αντίγραφα ασφαλείας.

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



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

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

## ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΕΝΤΟΣ/ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ

Α/Α συμμετέχοντα:

Ηλικία:

Φύλο:

ημερομηνία:

Οδήγηση σε προσομοιωτή	Σειρά	Παρατηρήσεις				
		Φανάρι	Διασταύρωση	Ατύχημα	Πολύ Αργός	Άλλες
<b>Εκτός Πόλης</b>						
Ελεύθερη οδήγηση						
Οδήγηση με ομιλία						
<b>Εντός Πόλης</b>						
Ελεύθερη οδήγηση						
Οδήγηση με ομιλία						

Οδήγηση σε αστικό περιβάλλον	Σειρά	Παρατηρήσεις				
		Φανάρι	Διασταύρωση	Ατύχημα	Πολύ Αργός	Άλλες
<b>Εκτός Πόλης</b>						
Ελεύθερη Οδήγηση						
Οδήγηση με ομιλία						
<b>Εντός Πόλης</b>						
Ελεύθερη οδήγηση						
Οδήγηση με ομιλία						

Έντυπο 4.1 : Έντυπο συντονιστή πειράματος



## Ερωτηματολόγιο

1. Α/Α Συμμετέχοντα:
2. Ημερομηνία πειράματος:
3. Ηλικία:
4. Φύλο (κυκλώστε):  Άντρας (1)  Γυναίκα (2)
5. Πόσα χρόνια οδηγείτε (κυκλώστε):  1-3  4-7  >8
6. Πόσες ημέρες την εβδομάδα οδηγείτε εντός πόλης (κυκλώστε):  1-2  3-5  6-7  Ποτέ
7. Πόσες ημέρες την εβδομάδα οδηγείτε εκτός πόλης (κυκλώστε):  1-2  3-5  6-7  Ποτέ
8. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα εντός πόλης (κυκλώστε):  <15  16-50  51-100  Δεν ξέρω
9. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα εκτός πόλης (κυκλώστε):  <15  16-50  51-100  Δεν ξέρω
10. Πόσες ημέρες την εβδομάδα οδηγείτε για εργασία (κυκλώστε):  1  2  3  4  5  6  7
11. Πόσες ημέρες την εβδομάδα οδηγείτε για ψυχαγωγία (κυκλώστε):  1  2  3  4  5  6  7

12. Πόσο συχνά οδηγείτε έχοντας συνεπιβάτη (κυκλώστε):

Ποτέ  Πάντα

13. Πόσο συχνά μιλάτε στους συνεπιβάτες όταν οδηγείτε (κυκλώστε):

Ποτέ  Πάντα

14. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα εντός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Ναι <sub>(ν)</sub>	Όχι <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	--------------------

15. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα εκτός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Ναι <sub>(ν)</sub>	Όχι <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	--------------------

16. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσατε σε συνεπιβάτη εντός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Ναι <sub>(ν)</sub>	Όχι <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	--------------------

17. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσατε σε συνεπιβάτη εκτός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Ναι <sub>(ν)</sub>	Όχι <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	--------------------

18. Αλλάζει η οδηγική συμπεριφορά σας όταν μιλάτε σε συνεπιβάτη (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Ναι <sub>(ν)</sub>	Όχι <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	--------------------

19. Αν ναι, κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Μειώνετε ταχύτητα <sub>(ν)</sub>	Οδηγείτε πιο προσεκτικά <sub>(ο)</sub>	Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου <sub>(ο)</sub>
--------------------------	----------------------------------	--	--

20. Θεωρείτε επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εντός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Όχι <sub>(ν)</sub>	Λίγο <sub>(ο)</sub>	Μέτρια <sub>(ο)</sub>	Αρκετά <sub>(ο)</sub>	Πολύ <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

21. Θεωρείτε επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εκτός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Όχι <sub>(ν)</sub>	Λίγο <sub>(ο)</sub>	Μέτρια <sub>(ο)</sub>	Αρκετά <sub>(ο)</sub>	Πολύ <sub>(ο)</sub>
--------------------------	--------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

22. Πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν μιλάτε με συνεπιβάτη και οδηγείτε εντός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Καθόλου <sub>(ν)</sub>	0-10 km/h <sub>(ο)</sub>	10-20 km/h <sub>(ο)</sub>	>20 km/h <sub>(ο)</sub>
--------------------------	------------------------	--------------------------	---------------------------	-------------------------

23. Πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν μιλάτε με συνεπιβάτη και οδηγείτε εκτός πόλης (κυκλώστε):

<input type="checkbox"/>	Καθόλου <sub>(ν)</sub>	0-10 km/h <sub>(ο)</sub>	10-20 km/h <sub>(ο)</sub>	>20 km/h <sub>(ο)</sub>
--------------------------	------------------------	--------------------------	---------------------------	-------------------------

Έντυπο 4.2 : Έντυπο ερωτηματολογίου

### 4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων** που συλλέχθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων και της πειραματικής διαδικασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζεται επιγραμματικά η διαδικασία εισαγωγής των μεταβλητών στο λογισμικό της στατιστικής ανάλυσης. Παράλληλα δίδεται μια **σύντομη παρουσίαση των προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή** που χρησιμοποιούνται και κάποια χρήσιμα στοιχεία πάνω στη λειτουργία τους.

#### 4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

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

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι μεταβλητές να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους. Για να αποκτήσουν οι ποιοτικές μεταβλητές την έννοια της μέτρησης αποφασίστηκε να καταχωρηθούν στον πίνακα με τρόπο τέτοιο, ώστε σε όσες ερωτήσεις που η κάθε πιθανή απάντηση αντιστοιχούσε σε κάποιον ακέραιο αριθμό να καταχωρείτε ως είχε, ενώ σε αυτές που οι απαντήσεις ήταν μορφής διαστήματος (π.χ. 3-5 χρόνια) να διαχωρίζονται και να καταχωρούνται οι απαντήσεις σαν ξεχωριστές υποερωτήσεις (π.χ. Q5\_1) με επιλογές 0,1 ανάλογα αν επιλέγονταν ή όχι. Για παράδειγμα η οδηγική εμπειρία χωρίστηκε σε τρεις κατηγορίες 1-3, 4-7, >8 έτη που αντιπροσωπεύονταν με τις τρεις υποερωτήσεις Q5\_1, Q5\_2, Q5\_3 αντίστοιχα. Στις στήλες των υποερωτήσεων τοποθετούνταν 0 (μη επιλογή κατηγορίας) και 1 (επιλογή κατηγορίας). Η ηλικία και το φύλο χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες (25-, 25+) και (άνδρας, γυναίκα) και εισήχθησαν με τιμές 0,1 αντίστοιχα για την κάθε κατηγορία. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβλητές που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο (Πίνακας 4.2) καθώς και απόσπασμα από τον πίνακα που καταχωρήθηκαν οι μεταβλητές αυτές (Πίνακας 4.3). Τέλος στα γραφήματα που δίνονται παρακάτω, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών του φύλου και ηλικίας για τους 31 συμμετέχοντες (Διαγράμματα 4.1, 4.2)

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
Age	η ηλικία του συμμετέχοντα ((25-)=0,(25+)=1)	Nominal
Sex	το φύλο συμμετέχοντα (άνδρας=0,γυναίκα=1)	Nominal
Q5_1	η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα 1-3έτη(0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q5_2	η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα 4-7έτη (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q5_3	η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα >8έτη (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q7_0	πόσες μέρες την εβδομάδα οδηγείτε εκτός πόλης Ποτέ(0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q7_1	πόσες μέρες την εβδομάδα οδηγείτε εκτός πόλης 1-2(0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q7_2	πόσες μέρες την εβδομάδα οδηγείτε εκτός πόλης 3-5(0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q7_3	πόσες μέρες την εβδομάδα οδηγείτε εκτός πόλης 6-7 (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q9_0	πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε την εβδομάδα εκτός πόλης Δεν ξέρω (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q9_1	πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε την εβδομάδα εκτός πόλης <15 (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q9_2	πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε την εβδομάδα εκτός πόλης 16-50 (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q9_3	πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε την εβδομάδα εκτός πόλης 51-100 (0=μη επιλογή,1=επιλογή)	Nominal
Q10	πόσες μέρες την εβδομάδα οδηγείτε για εργασία (0,1,2,3,4,5,6,7)	Ordinal
Q11	πόσες μέρες την εβδομάδα οδηγείτε για ψυχαγωγία (0,1,2,3,4,5,6,7)	Ordinal
Q12	πόσο συχνά οδηγείτε με συνεπιβάτη (ποτέ=1,λίγο=2,μέτρια=3,συχνά)=4,πάντα=5)	Ordinal
Q13	πόσο συχνά ομιλείτε στους συνεπιβάτες όταν οδηγείτε (ποτέ=1,λίγο=2,μέτρια=3,συχνά=4,πάντα=5)	Ordinal
Q14	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα εντός πόλης (ναι=1,όχι=2)	Ordinal

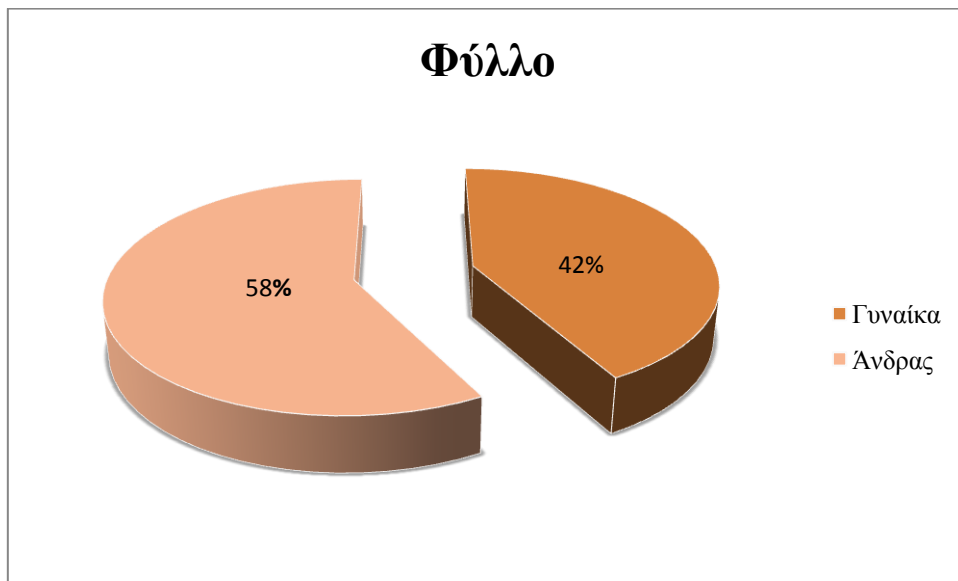


Q16	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσατε με συνεπιβάτη εντός πόλης (ναι=1,όχι=2)	Ordinal
Q18	αλλάζει η οδηγική συμπεριφορά σας όταν μιλάτε σε συνεπιβάτη (ναι=1,όχι=2)	Ordinal
Q19_1	αν ναι ,κατά ποιόν τρόπο αλλάζετε την οδηγική σας συμπεριφορά, μειώνετε ταχύτητα (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q19_2	αν ναι ,κατά ποιόν τρόπο αλλάζετε την οδηγική σας συμπεριφορά, οδηγείτε πιο προσεκτικά (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q19_3	αν ναι ,κατά ποιόν τρόπο αλλάζετε την οδηγική σας συμπεριφορά, οδηγείτε στην άκρη του δρόμου (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q20_1	θεωρείται επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εντός πόλης, όχι (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q20_2	θεωρείται επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εντός πόλης, λίγο (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q20_3	θεωρείται επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εντός πόλης, μέτρια (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q20_4	θεωρείται επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εντός πόλης, αρκετά (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q20_5	θεωρείται επικίνδυνο να μιλάτε με συνεπιβάτη σας εντός πόλης, πολύ (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q22_1	Πόσο μειώνετε την ταχύτητά σας όταν μιλάτε με συνεπιβάτη και οδηγείτε εντός πόλης, καθόλου (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q22_2	Πόσο μειώνετε την ταχύτητά σας όταν μιλάτε με συνεπιβάτη και οδηγείτε εντός πόλης, 0-10km/h (οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q22_3	Πόσο μειώνετε την ταχύτητά σας όταν μιλάτε με συνεπιβάτη και οδηγείτε εντός πόλης, 10-20km/h(οχι=0,ναι=1)	Nominal
Q22_4	Πόσο μειώνετε την ταχύτητά σας όταν μιλάτε με συνεπιβάτη και οδηγείτε εντός πόλης, >20km/h (οχι=0,ναι=1)	Nominal

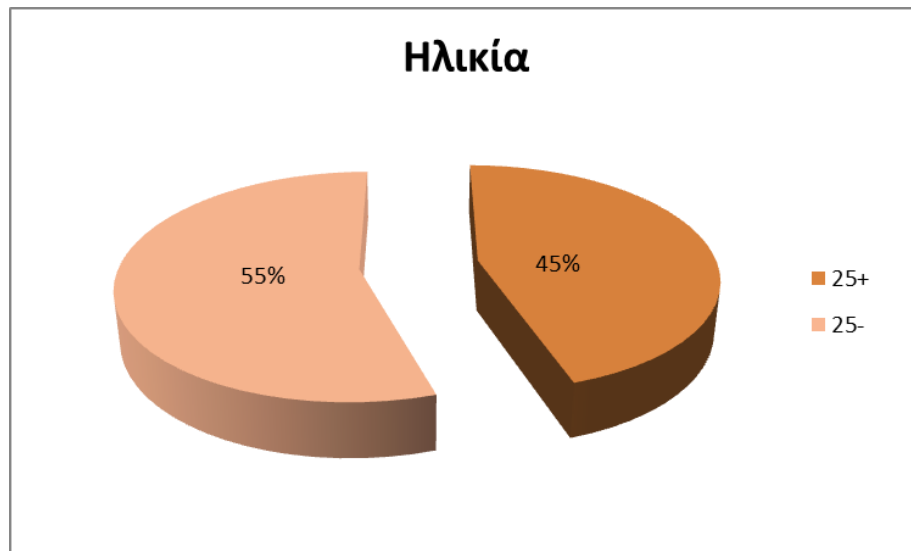
Πίνακας 4.2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο

DM	Age	gender	Q5_1	Q5_2	Q5_3	Q7_0	Q7_1	Q7_2	Q7_3	Q9_0	Q9_1	Q9_2	Q9_3	Q10	Q11	Q12	Q13	Q15	Q17
01	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	4	1	2
02	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	7	2	5	2	2
03	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	5	2	2
04	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	1	2	2	2	2
05	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5	7	3	4	2	2
06	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	7	4	5	2	2
07	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7	3	3	5	2	2
08	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	5	4	3	5	1	2
09	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4	1	2	5	2	2
10	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5	3	2	5	2	2
11	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	5	4	5	2	2
12	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	2	3	5	2	2
13	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	3	3	2	2
14	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	3	5	2	2
15	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	3	5	2	2
16	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	4	5	2	2
17	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	4	3	5	2	2
18	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4	3	2	5	2	2
19	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	3	5	2	2
20	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	6	1	3	3	1	2
21	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	6	2	3	4	2	2
22	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4	3	3	2	2
23	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	3	4	5	2	2
24	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5	4	4	5	2	2

Πίνακας 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου



Διάγραμμα 4.1: Κατανομή φύλλου



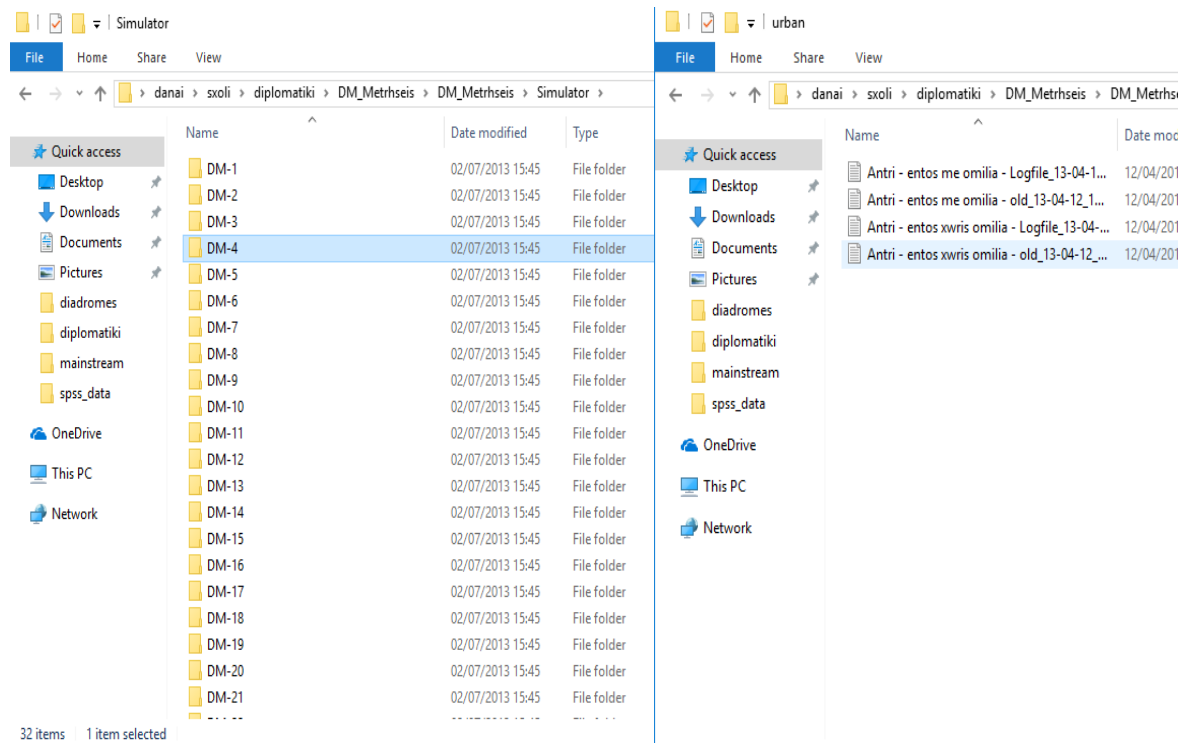
Διάγραμμα 4.2: Κατανομή ηλικίας

### 4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Τα αρχεία με τις μετρήσεις του προσομοιωτή που εξάγονται είναι σε μορφή κειμένου (\*.txt). Για να γίνει δυνατή η επεξεργασία τους αρχικά έγινε η εισαγωγή τους σε φύλλο επεξεργασίας Excel. Τα αρχεία που προκύπτουν περιλαμβάνουν όλες τις μετρήσεις που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Αυτό σημαίνει ότι η κάθε σειρά αυτών των αρχείων αντιστοιχεί στις μετρήσεις που πραγματοποίησε ο προσομοιωτής σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα που απείχαν μεταξύ τους 33 έως 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

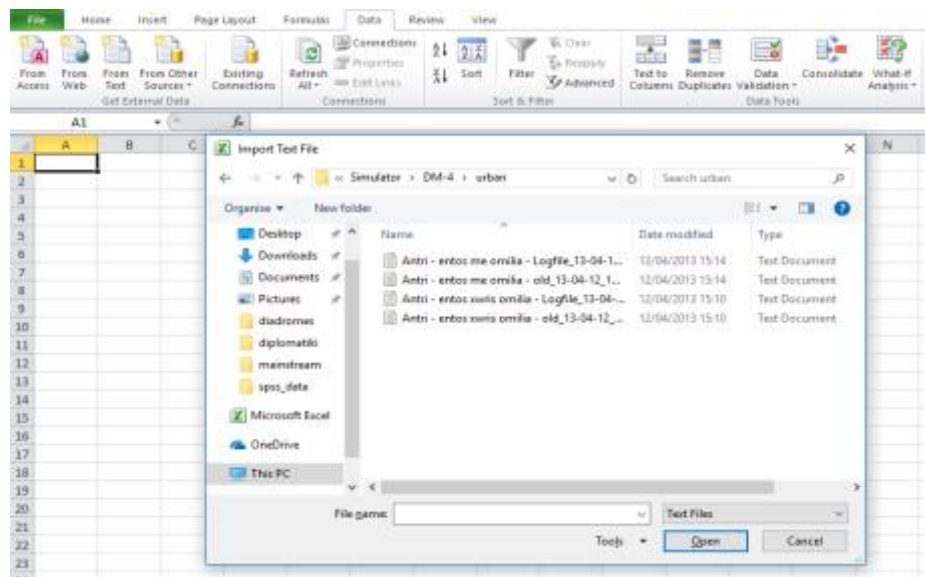
#### 4.3.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

Για κάθε διαδρομή κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα διαφορετικό φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές (με και χωρίς ομιλία) στην φάση προσομοίωσης του πειράματος αποθηκεύτηκαν στο ίδιο φάκελο για κάθε οδηγό για λόγους ασφαλείας και ομαδοποίησης (Εικόνα 4.20). Στο φάκελο αυτό περιλαμβάνονται τα αρχεία των δύο διαδρομών (Logfile\*.txt) καθώς και τα αρχεία με τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν την κάθε διαδρομή (old\_log\*.txt). (Εικόνα 4.21)



Εικόνες 4.20 - 4.21: Αρχεία οδηγών - Αρχεία δεδομένων διαδρομών

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



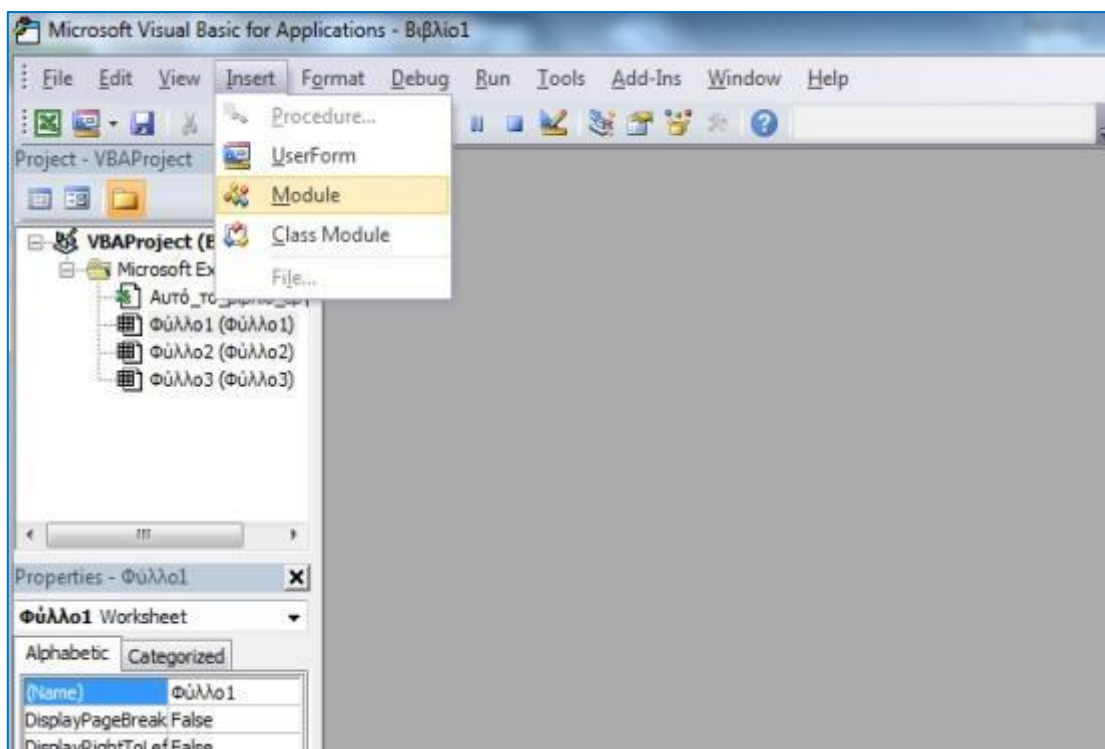
Εικόνα 4.22: Εισαγωγή εξωτερικών δεδομένων στο Excel

3	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	ncht	icDist	rpsur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	Wheel	ThHead	TTL	TTC	AccLat	AccLon	Event	EvVis	EvDist	ioDat
4	29	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	0	2	4	0	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
5	45	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	100	2	4	0	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
6	79	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	100	0	4	0	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
7	112	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	100	0	4	0	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
8	129	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	100	0	4	0	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
9	162	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	4	0	4	0	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
10	179	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	3	0	4	745	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
11	212	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	0	0	4	830	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
12	229	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	5	0	4	870	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
13	245	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	7	0	4	906	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
14	262	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	9	0	4	942	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
15	279	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	11	0	4	975	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
16	295	1.50	0.20	5.00	1.00	0.5.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	7	1	4	1006	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
17	312	-218.49	0.20	1859.46	2.00	0.400.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	3	1	4	1037	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
18	345	-218.49	0.20	1859.46	2.00	0.400.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	0	1	4	1066	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
19	379	-218.49	0.20	1859.46	2.00	0.400.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	2	0	4	1153	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
20	412	-218.49	0.20	1859.46	2.00	0.400.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	3	0	4	1204	9999.9	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	
21	445	-218.49	0.20	1859.46	2.00	0.400.00	1.50	0.0000	0.00	0.0	0	4	0	4	1251	190.2	0.70	0.85	-1	9999.9	9999.9	9999.9	0.000	0.000	0	0	99999.99	7dtae7F	

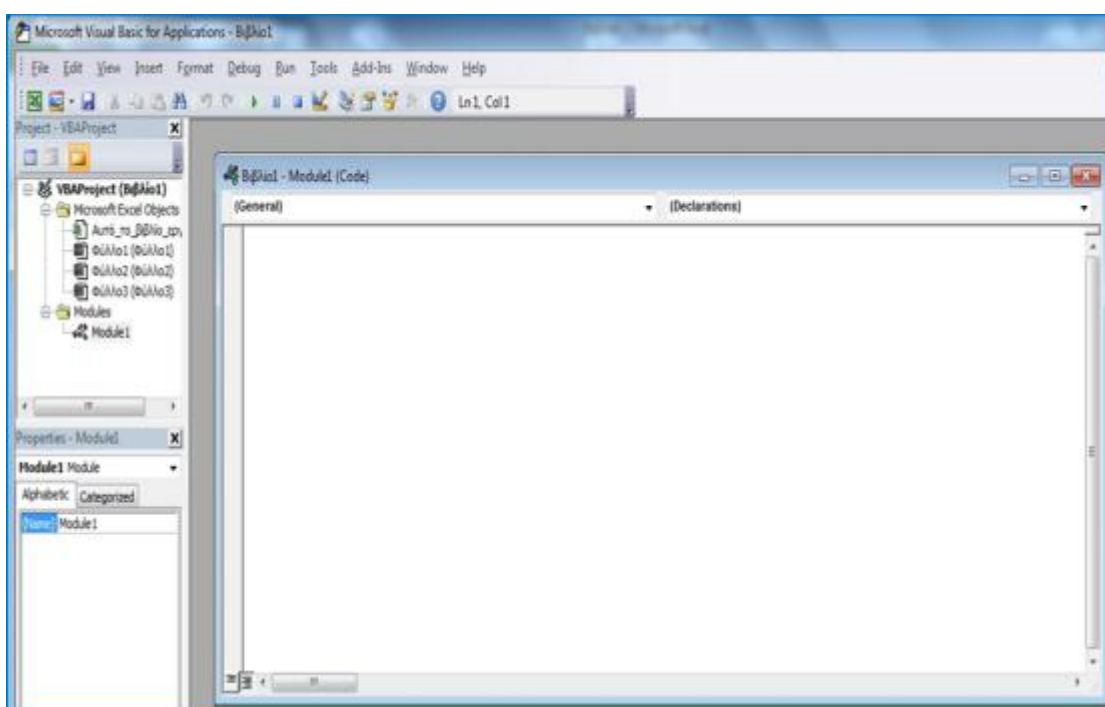
Εικόνα 4.23 : Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel

#### 4.3.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ VISUAL BASIC

Παρατηρώντας τα στοιχεία που παρείχε ο προσομοιωτής για την κάθε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε, αναγνωρίστηκε η ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία των στοιχείων καθώς για τον σκοπό την έρευνας τα στοιχεία κρίθηκαν ελλιπή. Για λόγου οικονομίας χρόνου αντιλαμβανόμενοι τον όγκο των καταγραφών, θεωρήθηκε σωστότερη η χρήση της visual basic με την δημιουργία ενός script με το οποίο “έτρεχαν” τα δεδομένα και τελικώς παρείχαν επαρκείς πλέον μεταβλητές. Η παραπάνω επεξεργασία πραγματοποιείται μέσω της εντολής Προγραμματιστής >Visual Basic (Εικόνα 4.23, 4.25) > Insert >Module(Εικόνα 4.24). Έπειτα αφού δημιουργήθηκε το script σε αρχείο μορφής .txt (Εικόνα 4.26), εισάγεται στο περιβάλλον της Visual Basic (Εικόνα 4.27) και επιλέγεται η εντολή Run. Μετά την επεξεργασία στον πίνακα των δεδομένων προστέθηκαν στήλες που πρόσφεραν περισσότερα στοιχεία, τόσο μεταβλητές όσο και στοιχεία κατανόησης και οργάνωσης.



Εικόνα 4.24 : Εντολή Insert Module



Εικόνα 4.25 : Περιβάλλον Visual Basic εισαγωγής μοντέλου

```

Sub TestM()
'variables
Dim m As String
m = Application.CountA(Range("A:A")) - 1
Dim personID As String
Dim run As Integer
Dim c As Range
Dim ev As Long
Dim evspeed As Double
Dim runname As String
Dim speedfactor As Double
speedfactor = 0.5
Dim evflag As Long

'Formatting
Range("A1").EntireRow.Delete
Range("A1").EntireRow.Delete
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("A1").EntireColumn.Insert
Range("K1").EntireColumn.Insert
Range("K1").Value = "rdistNorm"

Range("A1").Value = "PersonID"
Range("B1").Value = "Trial"
Range("C1").Value = "State"

For Each c In Range("E1:AL" & m)
    c.Value = c.Value
Next
For Each c In Range("K2:K" & m)
    c.Value = c.Offset(0, -1).Value - 400
Next

'PersonID Column Fill in
personID = InputBox("PersonID", "Please provide person's ID")
Range("A2:A" & m).Value = personID

```

Εικόνα 4.26 : Εντολές Script Urban

```

Dim SR As Long
Dim evname As String
Dim evnum As Long
evnum = 1

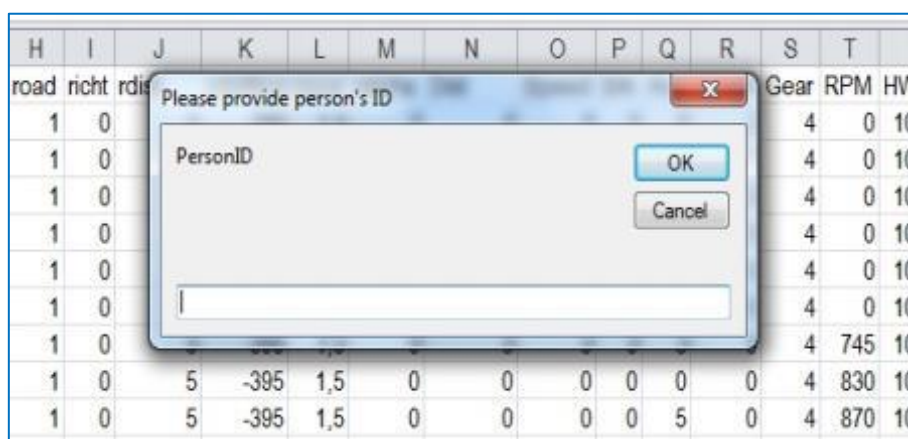
SR = 0
evname = "Event 1"
For Each c In Range("A2:AI" & m).Cells
    If c.Offset(0, -31).Value = evname Then
        If SR = 0 Then
            SR = c.Offset(0, -30).Value
        ElseIf SR <> 0 And c.Offset(0, -18).Value <> 0 Then
            c.Value = c.Offset(0, -30).Value - SR
            evnum = evnum + 1
            evname = "Event " & evnum
            SR = 0
        End If
    End If
Next

SR = 0
evname = "Event 1"
evnum = 1
For Each c In Range("AI2:AI" & m).Cells
    If c.Offset(0, -32).Value = evname Then
        If SR = 0 Then
            SR = c.Offset(0, -31).Value
        ElseIf SR <> 0 And c.Offset(0, -18).Value = 0 Then

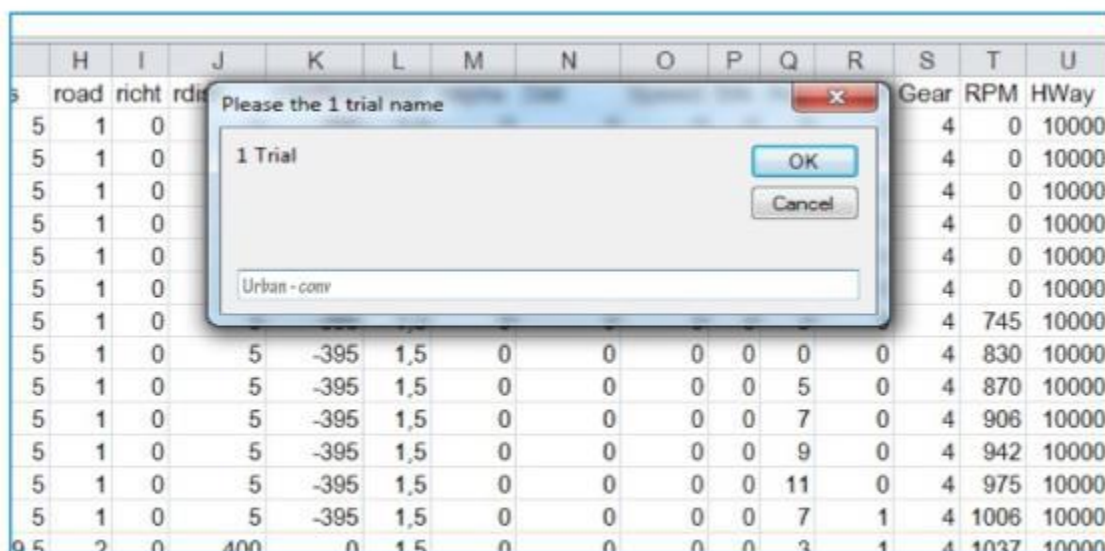
```

Εικόνα 4.27: Εισαγωγή εντολών Script στην Visual Basic

Με την εφαρμογή του παραπάνω προγράμματος οι στήλες για καλύτερη κατανόηση και οργάνωση που προστέθηκαν ήταν το Personal ID (Εικόνα 4.28) όπου τοποθετείται ο κωδικός του οδηγού π.χ. DM-05, το Trial (Εικόνα 4.29) όπου αναγράφονται περιεκτικά χαρακτηριστικά π.χ. Rural-Conv, ώστε καθ'όλη την διάρκεια της επεξεργασίας να είναι φανερό σε ποιόν οδηγό και σε ποιά διαδρομή του αναφέρονται οι μετρήσεις. Επίσης, προστέθηκε η στήλη State(Εικόνα 3.30) όπου αναγράφεται αν υπήρξε κάποιο συμβάν κάθε στιγμή π.χ. NO EVENT.



Εικόνα 4.28 : Personal ID, Κωδικός οδηγού της μέτρησης



Εικόνα 4.29 : Trial, Χαρακτηριστικά διαδρομής



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	PersonID	Trial	State	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rdist/Korrspur	ralpha	Dist	Speed	Acceleration	Positive Acceleration	Negative Acceleration	Brk	Acc	Clutch	Gear	
2	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	29	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
3	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	45	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	100	2	4
4	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	79	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	100	0	4
5	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	112	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	100	0	4
6	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	129	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	100	0	4
7	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	162	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
8	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	179	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
9	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	212	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	229	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	4
11	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	245	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4
12	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	262	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4
13	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	279	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	11	0	4
14	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	285	1,5	0,2	5	1	0	5	-395	1,5	0	0	0	0	0	0	0	7	1	4
15	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	312	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
16	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	345	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
17	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	379	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
18	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	412	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
19	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	445	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
20	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	479	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
21	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	512	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4
22	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	545	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4
23	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	579	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4
24	DM-04	Urban-conv	SPEED 0	612	-218,5	0,2	1859,5	2	0	400	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4

Εικόνα 4.30 : Πίνακας Excel μετά την χρήση της Visual Basic

#### 4.3.2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Η στήλη State που προστέθηκε ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη διότι επέτρεπε την αφαίρεση καταγραφών με συμβάντα και την παραμονή μόνο των καταγραφών καθαρού χρόνου διαδρομής. Με σκοπό την ανάκτηση συγκρίσιμων αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε η αφαίρεση των καταγραφών με κάποιο συμβάν (π.χ. σβήσιμο μηχανής) τόσο στις μετρήσεις του προσομοιωτή όσο και σε αυτές της οδού ούτως ώστε να μην επηρεαστούν οι τιμές των μεταβλητών σύγκρισης. Έτσι αφαιρέθηκαν χειροκίνητα οι καταγραφές-ολόκληρες σειρές-στις οποίες αναγραφόταν SPEED 0 στην στήλη State(Εικόνα 4.31).

1	PersonID	Trial	State	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	noht	rdist	rdist/kom	rspur	alpha	Dist	Speed	Accelerati	Positive Accele	Negative Acc	Acc Btk
2	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	3845	-218,49	0,2	1859,46	2	0	400	0	1,5	0	0	0,1	0,841751	0,841750842		
3	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	3879	-218,49	0,2	1859,46	2	0	400	0	1,5	0	0	0,1	0	0	0	0
4	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	3912	-218,49	0,2	1859,46	2	0	400	0	1,5	0	0	0,3	1,683602	1,683601684	-	-
5	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	3946	-218,48	0,2	1859,46	2	0	400,01	0,01	1,5	0	0,01	0,6	2,45098	2,450980392	-	-
6	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	3979	-218,47	0,2	1859,45	2	0	400,02	0,02	1,5	0	0,02	0,9	2,525253	2,525252525	-	-
7	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4012	-218,46	0,2	1859,45	2	0	400,03	0,03	1,5	0	0,03	1,2	2,525253	2,525252525	-	-
8	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4046	-218,45	0,2	1859,44	2	0	400,04	0,04	1,5	0	0,04	1,6	3,267974	3,267973656	-	-
9	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4079	-218,43	0,2	1859,44	2	0	400,06	0,06	1,5	0	0,06	2	3,367003	3,367003367	-	-
10	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4112	-218,41	0,2	1859,43	2	0	400,09	0,09	1,5	0	0,09	2,5	4,208754	4,208754209	-	-
11	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4146	-218,38	0,2	1859,42	2	0	400,12	0,12	1,5	0	0,12	3,1	4,901961	4,901960784	-	-
12	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4179	-218,35	0,2	1859,4	2	0	400,15	0,15	1,5	0,0001	0,15	3,8	5,892256	5,892255892	-	-
13	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4212	-218,31	0,2	1859,39	2	0	400,19	0,19	1,5	0,0001	0,19	4,4	5,050505	5,050505051	-	-
14	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4246	-218,27	0,2	1859,37	2	0	400,24	0,24	1,5	0,0001	0,24	5,2	6,535948	6,535947712	-	-
15	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4279	-218,22	0,2	1859,35	2	0	400,29	0,29	1,5	0,0001	0,29	5,9	5,892256	5,892255892	-	-
16	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4312	-218,16	0,2	1859,32	2	0	400,35	0,35	1,5	0,0001	0,35	6,5	5,050505	5,050505051	-	-
17	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4346	-218,1	0,2	1859,3	2	0	400,42	0,42	1,5	0,0001	0,42	7	4,084967	4,08496732	-	-
18	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4379	-218,04	0,2	1859,27	2	0	400,49	0,49	1,5	0,0001	0,49	7,5	4,208754	4,208754209	-	-
19	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4412	-217,97	0,2	1859,24	2	0	400,56	0,56	1,5	0,0002	0,56	8	4,208754	4,208754209	-	-
20	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4446	-217,9	0,2	1859,21	2	0	400,64	0,64	1,5	0,0002	0,64	8,4	3,267974	3,267973656	-	-
21	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4479	-217,82	0,2	1859,18	2	0	400,72	0,72	1,5	0,0002	0,72	8,8	3,367003	3,367003367	-	-
22	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4512	-217,75	0,2	1859,15	2	0	400,81	0,81	1,5	0,0002	0,81	9,2	3,367003	3,367003367	-	-
23	DM-04	Urban - zone	NO EVENT	4546	-217,66	0,2	1859,12	2	0	400,9	0,9	1,5	0,0003	0,9	9,6	3,267974	3,267973656	-	-

Εικόνα 4.31 : Απόσπασμα τελικού πίνακα Excel δεδομένων προσομοιωτή

Με το πέρας της διαδικασίας που περιγράφηκε προέκυψε ο τελικός πίνακας excel των δεδομένων που ήταν έτοιμος για τον υπολογισμό των μεταβλητών. Μεταβλητές σύγκρισης για κάθε διαδρομή κάθε οδηγού, αποτέλεσαν οι μέσοι όροι(average) στην κόκκινη σειρά και οι τυπικές αποκλίσεις(standard deviation) στην πράσινη σειρά των μεγεθών: ταχύτητα (Speed), γενική επιτάχυνση (Acceleration), θετική επιτάχυνση (Positive Acceleration), επιβράδυνση (Negative Acceleration) και το σύνολο της απόστασης που διανύθηκε (Distance).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1	PersonID	Trial	State	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rdistNorm	rspur	alpha	Dist	Speed	Acceleration	Positive Accelerator	Negative Accelerator	AccelErr
116	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138554	565,28	0,2	350,54	2	0	2457,35	2057,35	0,6	62,620	2053,93	6,6	-7,5757576	-	-7,5757576	
117	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138588	565,28	0,2	350,49	2	0	2457,4	2057,4	0,59	62,618	2053,96	5,3	-10,620915	-	-10,620915	
118	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138621	565,28	0,2	350,45	2	0	2457,44	2057,44	0,59	62,617	2054,02	4	-10,942781	-	-10,94278094	
119	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138654	565,28	0,2	350,43	2	0	2457,47	2057,47	0,59	62,617	2054,04	3	-8,4175084	-	-8,417508418	
120	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138688	565,28	0,2	350,4	2	0	2457,49	2057,49	0,59	62,616	2054,06	2,3	-5,7188542	-	-5,718854248	
121	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138721	565,28	0,2	350,39	2	0	2457,51	2057,51	0,59	62,616	2054,08	1,7	-5,0505051	-	-5,050505051	
122	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138754	565,28	0,2	350,38	2	0	2457,52	2057,52	0,59	62,615	2054,09	1,3	-3,3670034	-	-3,367003367	
123	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138788	565,28	0,2	350,37	2	0	2457,53	2057,53	0,59	62,615	2054,1	1	-2,4508804	-	-2,450880382	
124	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138821	565,28	0,2	350,36	2	0	2457,53	2057,53	0,59	62,615	2054,11	0,7	-2,5252525	-	-2,525252525	
125	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138854	565,28	0,2	350,36	2	0	2457,54	2057,54	0,59	62,615	2054,11	0,5	-1,8835017	-	-1,883501684	
126	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138888	565,28	0,2	350,35	2	0	2457,54	2057,54	0,59	62,614	2054,12	0,4	-0,8189635	-	-0,818963494	
127	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138921	565,28	0,2	350,35	2	0	2457,55	2057,55	0,59	62,614	2054,12	0,3	-0,8417508	-	-0,841750842	
128	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138954	565,28	0,2	350,35	2	0	2457,55	2057,55	0,59	62,614	2054,12	0,2	-0,8417508	-	-0,841750842	
129	DM-04	Urban - case	NO EVENT	138988	565,28	0,2	350,35	2	0	2457,55	2057,55	0,59	62,614	2054,12	0,2	0	-	-	
130																			
131																			
132																			
133																			
134																			
135																			
136																			

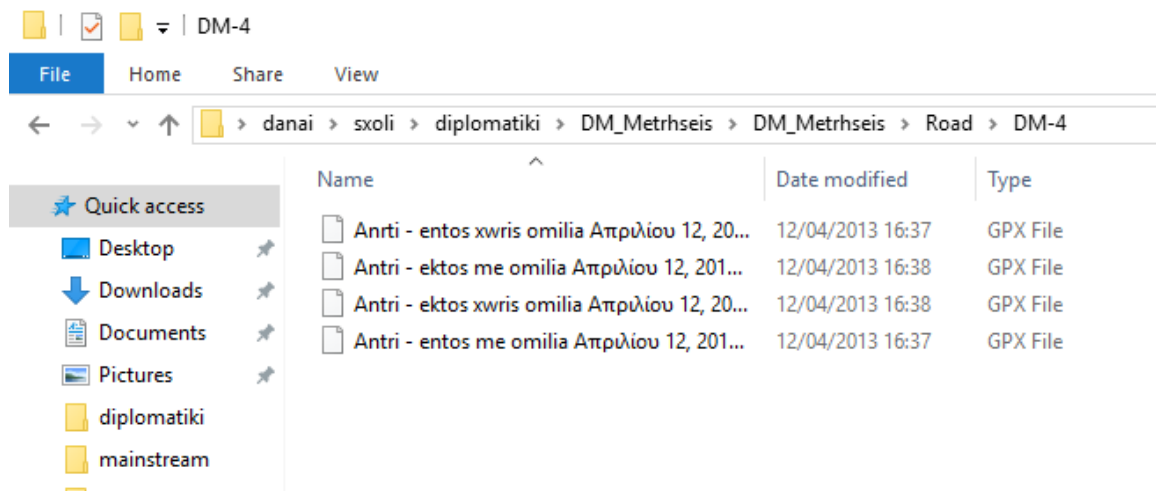
Εικόνα 4.32 : Υπολογισμός Μεταβλητών

### 4.3.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΟΔΟΥ

Τα αρχεία με τις μετρήσεις στην οδό εξάγονται από την εφαρμογή του κινητού τηλεφώνου σε μορφή αρχείου GPX. Για να γίνει δυνατή η επεξεργασία τους, έγινε άνοιγμα τους ως πίνακας XML(Εικόνα 4.33) και έπειτα τα στοιχεία τους εισήχθησαν σε φύλλο εργασίας excel(Εικόνα 4.34). Τα αρχεία που προκύπτουν περιλαμβάνουν όλες τις καταγραφές κατά τη διάρκεια του πειράματος.

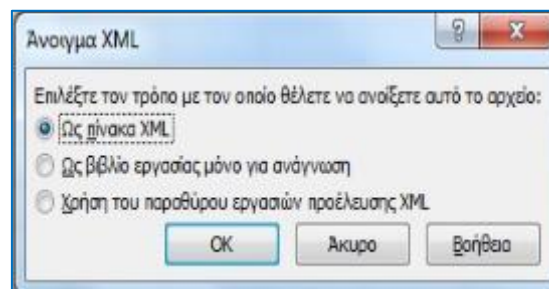
#### 4.3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

Τα δεδομένα από κάθε διαδρομή κάθε συμμετέχοντα καταχωρήθηκαν σε διαφορετικά φύλλα εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές (με και χωρίς ομιλία) στο στάδιο μετρήσεων σε οδό του πειράματος αποθηκεύτηκαν στο ίδιο φάκελο για κάθε οδηγό για λόγους ασφαλείας και ομαδοποίησης (Εικόνα 4.33)



Εικόνα 4.33 : Αρχεία μορφής GPX μετρήσεων σε οδό

Αρχικά, σε ένα φύλλο εργασίας του excel ανοίγονταν τα αρχεία μορφής GPX ως πίνακες XML λόγω της μη συμβατότητας τους και δυσκολίας ανάγνωσης από το λογισμικό (Εικόνα 4.34). Στον πίνακα XML (Εικόνα 4.35) τα απαραίτητα στοιχεία παρουσιάζονται σε τρεις στήλες lat52=latitude(X τετμημένη) ,lon53=longtitude(Y τεταγμένη) ,time (χρόνος).



Εικόνα 4.34: Άνοιγμα αρχείων

id	version	creator	ns1:type51	lat52	lon53	ns1:ele54	ns1:time55	ns1:magvar56
2	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98120295	23.87375579	153	2013-04-12T14:05:58Z	105.820312
3	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98120492	23.873777	153	2013-04-12T14:06:01Z	99.140625
4	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98120325	23.87379033	153	2013-04-12T14:06:02Z	99.140625
5	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98120794	23.8738552	153	2013-04-12T14:06:03Z	94.570312
6	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98120442	23.87391228	152	2013-04-12T14:06:04Z	94.570312
7	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98119105	23.87397406	153	2013-04-12T14:06:05Z	102.65625
8	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98117889	23.87404405	153	2013-04-12T14:06:06Z	102.65625
9	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.981168	23.87412141	152	2013-04-12T14:06:07Z	100.898438
10	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98115677	23.87419509	152	2013-04-12T14:06:08Z	100.898438
11	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98110379	23.87437178	154	2013-04-12T14:06:09Z	107.578125
12	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98107752	23.87448923	154	2013-04-12T14:06:10Z	106.572716
13	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98105213	23.8746159	153	2013-04-12T14:06:11Z	106.572716
14	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98101924	23.874746	153	2013-04-12T14:06:12Z	106.572716
15	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98097951	23.87488425	153	2013-04-12T14:06:13Z	106.572716
16	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98094862	23.87500487	153	2013-04-12T14:06:14Z	106.572716
17	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98090566	23.87513493	152	2013-04-12T14:06:15Z	106.572716
18	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98087482	23.87526235	152	2013-04-12T14:06:16Z	106.572716
19	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98083118	23.87538829	151	2013-04-12T14:06:17Z	106.572716
20	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98081593	23.87549546	151	2013-04-12T14:06:18Z	106.572716
21	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98080424	23.87560506	152	2013-04-12T14:06:19Z	106.572716
22	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98078777	23.87573237	152	2013-04-12T14:06:20Z	106.572716
23	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98076289	23.87587913	152	2013-04-12T14:06:21Z	97.305756
24	1.1	GPS Stone Trip Recorder for iPhone by VSO-Software		37.98075545	23.87600425	152	2013-04-12T14:06:22Z	90.168068

Εικόνα 4.35 : Απόσπασμα αρχείου σε πίνακα μορφής XML

#### 4.3.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΑΠΛΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ EXCEL

Στην συνέχεια, τα απαραίτητα στοιχεία αντιγράφηκαν σε ένα νέο φύλλο εργασίας του excel όπου επεξεργάστηκαν και τελικά κατασκευάστηκαν τα δεδομένα των καταγραφών στην οδό. Βαρύνουσας σημασίας στοιχείο για την κατάληξη σε σωστά δεδομένα αποτέλεσε ο χρόνος και ειδικότερα το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο συνεχόμενων καταγραφών.

Η δυνατότητα καταγραφής ανά ένα δευτερόλεπτο έδωσε την ευκαιρία για εύρεση στιγμιαίας ταχύτητας ( $V=(\Delta D/\Delta T)*3600$ ) και επιτάχυνσης ( $G=(1000/3600)*(V_2-V_1)/\Delta T$ ) με βάση τις συντεταγμένες της θέσης που παρείχε. Οι συντεταγμένες X,Y ανακτήθηκαν σε μοίρες και με πολλαπλασιασμό επί 111 μετατράπηκαν σε km ενώ ο χρόνος εμφανίζετο ως ώρα μέσα στην μέρα οπότε πραγματοποιήθηκε χωρισμός ωρών λεπτών και δευτερολέπτων, αναγωγή τους σε συνολικά δευτερόλεπτα και με αυτόν τον τρόπο κατασκευάστηκε η στήλη Δt. Στην στήλη D καταγράφηκαν οι αποστάσεις κάθε σημείου από το προηγούμενο καθώς  $D=((X_2-X_1)^2+(Y_2-Y_1)^2)^{(1/2)}$  (Εικόνα 4.36).

t (sec)	X	X(km)	Y	Y(km)	D(km)	V(km/h)	g(m/s <sup>2</sup> )	g>0	g<0	date/time	hr	min	sec	Δt(sec)	tot,time		
2	0	37,98115	4215,907	23,87386	2649,977	0	0	0	0	0	2013-04-29T	19	49	46	71388	0	0
3	4	37,98112	4215,904	23,87378	2649,99	0,013275	11,94784	0,829711	0,829711	-	2013-04-29T	19	49	50	71390	4	4
4	5	37,98111	4215,904	23,87388	2650,001	0,01147	41,2916	8,151045	8,151045	-	2013-04-29T	19	49	51	71391	1	5
5	6	37,98111	4215,903	23,87396	2650,01	0,008739	31,4592	-2,73122	-	-2,73122	2013-04-29T	19	49	52	71392	1	6
6	7	37,98106	4215,898	23,87408	2650,023	0,013853	49,86905	5,113848	5,113848	-	2013-04-29T	19	49	53	71393	1	7
7	8	37,98104	4215,896	23,8742	2650,037	0,014224	51,20572	0,371296	0,371296	-	2013-04-29T	19	49	54	71394	1	8
8	9	37,98099	4215,89	23,8744	2650,059	0,022689	81,6795	8,464938	8,464938	-	2013-04-29T	19	49	55	71395	1	9
9	10	37,98096	4215,886	23,87454	2650,074	0,016124	58,04487	-6,56517	-	-6,56517	2013-04-29T	19	49	56	71396	1	10
10	11	37,98092	4215,883	23,87468	2650,09	0,01567	56,41184	-0,45362	-	-0,45362	2013-04-29T	19	49	57	71397	1	11
11	12	37,98088	4215,878	23,87484	2650,107	0,018427	66,33763	2,757162	2,757162	-	2013-04-29T	19	49	58	71398	1	12
12	13	37,98084	4215,873	23,87499	2650,124	0,017432	62,7562	-0,99484	-	-0,99484	2013-04-29T	19	49	59	71399	1	13
13	14	37,98079	4215,867	23,87514	2650,14	0,016821	60,5558	-0,61122	-	-0,61122	2013-04-29T	19	50	0	71400	1	14
14	15	37,98074	4215,863	23,87528	2650,156	0,016846	60,64429	0,024581	0,024581	-	2013-04-29T	19	50	1	71401	1	15
15	16	37,9807	4215,858	23,87545	2650,175	0,01945	70,02058	2,604526	2,604526	-	2013-04-29T	19	50	2	71402	1	16
16	17	37,98068	4215,855	23,87563	2650,195	0,019634	70,68067	0,183359	0,183359	-	2013-04-29T	19	50	3	71403	1	17
17	18	37,98066	4215,853	23,8758	2650,214	0,019253	69,31232	-0,3801	-	-0,3801	2013-04-29T	19	50	4	71404	1	18
18	19	37,98066	4215,853	23,87597	2650,232	0,018554	66,79499	-0,69926	-	-0,69926	2013-04-29T	19	50	5	71405	1	19
19	20	37,98068	4215,855	23,87613	2650,251	0,018764	67,55164	0,210181	0,210181	-	2013-04-29T	19	50	6	71406	1	20
20	21	37,98069	4215,857	23,87632	2650,271	0,020609	74,19396	1,845087	1,845087	-	2013-04-29T	19	50	7	71407	1	21
21	22	37,98071	4215,859	23,8765	2650,291	0,019818	71,34367	-0,79175	-	-0,79175	2013-04-29T	19	50	8	71408	1	22
22	23	37,98072	4215,86	23,87668	2650,311	0,019916	71,69813	0,098461	0,098461	-	2013-04-29T	19	50	9	71409	1	23
23	24	37,98071	4215,859	23,87687	2650,332	0,021339	76,81918	1,422515	1,422515	-	2013-04-29T	19	50	10	71410	1	24
24	25	37,9807	4215,858	23,87705	2650,353	0,020544	73,95707	-0,79503	-	-0,79503	2013-04-29T	19	50	11	71411	1	25

Εικόνα 4.36 : Απόσπασμα αρχείου δεδομένων μετά την επεξεργασία

#### 4.3.3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Επιστέγασμα της μεθόδου επεξεργασίας των στοιχείων αποτέλεσε η απόληξη συγκρίσιμων αποτελεσμάτων σε σχέση με αυτά από τις μετρήσεις με προσομοιωτή. Κατά συνέπεια καθομοίωση με τα δεδομένα από τις μετρήσεις προσομοίωσης, μεταβλητές σύγκρισης για κάθε διαδρομή κάθε οδηγού, θεωρήθηκαν οι μέσοι όροι (average) στην κόκκινη σειρά και οι τυπικές αποκλίσεις (standard deviation) στην πράσινη σειρά των μεγεθών: ταχύτητα (Speed), γενική επιτάχυνση (Acceleration), θετική επιτάχυνση (Positive Acceleration), επιβράδυνση (Negative Acceleration) και το σύνολο της απόστασης που διανύθηκε (Distance) (Εικόνα 4.37)

t (sec)	X	X(km)	Y	Y(km)	D(km)	V(km/h)	g(m/s <sup>2</sup> )	g>0	g<0	date/time	hr	min	sec	Δt(sec)	tot,time		
120	121	37,98167	4215,905	23,89164	2651,972	0,017306	62,30139	-2,01121	-	-2,01121	2013-04-29T	19	51	47	71507	1	121
121	122	37,98169	4215,908	23,89177	2651,987	0,015028	54,09009	-2,27842	-	-2,27842	2013-04-29T	19	51	48	71508	1	122
122	123	37,98171	4215,909	23,89189	2652	0,013232	47,63622	-1,79524	-	-1,79524	2013-04-29T	19	51	49	71509	1	123
123	124	37,98171	4215,97	23,89201	2652,013	0,012816	45,41644	-0,6166	-	-0,6166	2013-04-29T	19	51	50	71510	1	124
124	125	37,98168	4215,906	23,89213	2652,026	0,01443	51,94892	1,814576	1,814576	-	2013-04-29T	19	51	51	71511	1	125
125	126	37,98165	4215,904	23,89225	2652,04	0,013969	50,29004	-0,4608	-	-0,4608	2013-04-29T	19	51	52	71512	1	126
126	127	37,98163	4215,901	23,89238	2652,054	0,014413	51,88547	0,443176	0,443176	-	2013-04-29T	19	51	53	71513	1	127
127	128	37,9816	4215,908	23,89251	2652,068	0,014068	50,64503	-0,34457	-	-0,34457	2013-04-29T	19	51	54	71514	1	128
128	129	37,98159	4215,906	23,89258	2652,076	0,009042	28,95	-8,0264	-	-8,0264	2013-04-29T	19	51	55	71515	1	129
129	130	37,98158	4215,905	23,89263	2652,082	0,006544	23,55729	-1,49798	-	-1,49798	2013-04-29T	19	51	56	71516	1	130
130	131	37,98157	4215,904	23,89269	2652,088	0,005909	21,2731	-0,6345	-	-0,6345	2013-04-29T	19	51	57	71517	1	131
131	132	37,98162	4215,902	23,89263	2652,082	0,008081	29,09288	2,172161	2,172161	-	2013-04-29T	19	51	58	71518	1	132
132	133	37,98154	4215,901	23,89269	2652,089	0,011389	40,9998	3,307477	3,307477	-	2013-04-29T	19	51	59	71519	1	133
133																	
134																	
135																	
136						2,209614	60,44881	0,067937	3,941083	-2,733591							
137						16,2616	5,09438	5,026523	2,896349								
138																	
139																	

Εικόνα 4.37 : Αποτελέσματα δεδομένων μετρήσεων στην οδό

## 4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σκοπό αυτής της παραγράφου αποτελεί η περιγραφή των τελικών βάσεων δεδομένων. Στις παραγράφους 4.3.1 , 4.3.2 και 4.3.3 περιγράφηκαν οι πίνακες δεδομένων που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια και την πειραματική διαδικασία στον προσομοιωτή και στην οδό.

Μέσω των πινάκων αυτών δημιουργήθηκε η τελική βάση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση. Σε ένα νέο βιβλίο εργασίας excel προστέθηκαν τα αποτελέσματα όλων των οδηγιών από όλους τους πίνακες καταγραφών τους που αφορούσαν τις μετρήσεις του προσομοιωτή και της οδού καθώς και ο πίνακας με τις μεταβλητές του ερωτηματολογίου για κάθε οδηγό (Εικόνα 4.38). Κατά αυτόν τον τρόπο κατασκευάστηκε μια μεγάλη βάση στοιχείων που περιείχε όλες τις μεταβλητές ερωτηματολογίου και πειραματικών διεργασιών η οποία με τις ίσως-απαιτούμενες αλλαγές ήταν έτοιμη προς εκμετάλλευση για εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ωστόσο, κρίθηκαν επιβεβλημένες ορισμένες αλλαγές όπως η λίστα των διαθέσιμων μεταβλητών που διαμορφώθηκαν από τις προαναφερθείσες ενέργειες να διευρυνθεί ενώ ως σωστότερη διακρίθηκε η επιλογή των τιμών 0,1 αντί των 1,2 αντίστοιχα στις διατεταγμένες-δίτιμες μεταβλητές προς αποφυγή έλλειψης (ποσοτικής και ποιοτικής) κατάλληλων μεταβλητών επιρροής κατά την δημιουργία του στατιστικού μοντέλου. Έτσι προστέθηκαν οι στήλες – μεταβλητές :

$\log V$ ,  $\log ACC$ ,  $\log(-DEC)$ ,  $DVNoTalk-Talk=VNoTalk-VTalk$  ,  $VNoTalk/VTalk$  (Εικόνα 4.39)

	Road	Urban	Conv	$\theta$	V	$\theta$	$\theta_{2\theta}$	$\theta_{\theta}$	STDEV(1)	STDEV(2)	STDEV(3)	STDEV(4)	Age	gender	Q5-1	Q5-2	Q5-3	Q5-4	Q5-5
DM-01	1	2	2	2,2%	57,25	0,02	2,22	2,24	15,25	5,94	2,71	2,22	1	1	0	1	0	0	1
DM-01	1	2	1	2,2%	54,52	0,05	2,25	2,15	15,12	5,45	2,25	2,15	1	1	0	1	0	0	1
DM-01	2	2	2	2,0%	51,22	0,03	1,00	-1,22	15,96	1,26	0,43	1,91	1	1	0	1	0	0	1
DM-01	3	2	1	2,0%	59,45	0,11	1,05	-1,01	15,21	1,68	0,49	2,47	1	1	0	1	0	0	1
DM-02	1	2	1	2,2%	47,57	-0,12	2,15	-1,09	19,25	4,04	4,21	3,19	1	2	0	1	0	0	0
DM-02	1	2	2	2,2%	56,69	0,01	2,44	-2,19	17,99	3,95	2,56	4,91	1	2	0	1	0	0	0
DM-02	2	2	1	2,0%	59,29	0,03	0,30	-1,30	17,11	1,23	5,24	1,67	1	2	0	2	0	0	0
DM-02	2	2	2	2,0%	53,21	0,01	1,90	-1,35	15,45	1,12	3,49	1,44	1	2	0	1	0	0	0
DM-02	1	2	2	2,2%	41,54	-0,1%	1,54	-1,51	12,01	2,67	1,67	2,17	1	2	0	1	0	1	0
DM-01	1	2	1	2,2%	49,63	0,2%	1,01	-1,63	11,20	2,29	2,68	2,03	1	2	0	1	0	1	0
DM-03	2	2	2	2,0%	45,86	0,09	0,99	-1,22	12,80	1,20	1,49	1,01	1	2	0	1	0	0	0
DM-03	2	2	1	2,0%	54,68	0,00	0,43	-1,21	15,64	1,10	0,35	1,40	1	2	0	2	0	1	0
DM-04	1	2	2	2,2%	51,51	-0,04	3,35	-3,15	15,12	6,01	5,69	4,02	2	2	0	2	0	0	1
DM-04	1	2	1	2,2%	48,54	0,03	2,02	2,01	15,33	5,17	4,95	3,70	2	2	0	2	0	0	1
DM-04	2	2	2	2,0%	47,37	0,13	1,00	-0,85	9,95	0,72	0,38	0,12	1	2	0	1	0	0	1
DM-04	2	2	1	2,0%	54,67	0,03	1,05	-1,18	14,43	1,18	0,99	1,39	2	2	0	1	0	0	1
DM-05	1	2	1	2,2%	55,29	0,02	2,75	2,12	15,25	3,98	3,75	2,83	2	1	0	0	1	0	0
DM-05	1	2	2	2,2%	59,00	0,02	3,85	3,34	20,04	4,98	4,15	3,27	2	1	0	0	1	0	0
DM-05	2	2	1	2,0%	71,02	0,01	1,93	-0,33	17,87	1,80	0,61	2,21	2	1	0	0	1	0	0
DM-05	2	2	2	2,0%	72,13	0,03	1,28	1,50	15,88	1,71	0,78	1,79	2	1	0	0	1	0	0
DM-06	1	2	2	2,2%	56,17	0,05	2,04	2,81	15,45	4,65	3,66	3,11	1	1	0	1	0	0	0
DM-06	1	2	1	2,2%	56,34	0,08	1,69	-1,84	14,01	2,93	2,70	1,74	1	1	0	1	0	0	0
DM-06	2	2	2	2,0%	58,03	0,00	1,12	-1,15	15,25	1,29	1,51	1,35	2	1	0	1	0	0	0
DM-06	2	2	1	2,0%	55,45	0,00	0,99	-0,35	12,40	1,17	0,24	1,04	1	1	0	1	0	0	0

Εικόνα 4.38 : Απόσπασμα συνολικής βάσης δεδομένων

	Road	Urban	Conv	D	V	D/V <sub>max</sub>	V/V <sub>max</sub>	W <sub>max</sub>	W <sub>min</sub>	logV	G	ACC	logACC	DEC	log(DEC)	STDEV(V)	STDEV(G)	STDEV(ACC)	STDEV(DEC)	Age	gender	Q5-1	Q5-2
DM-01	0	1	1	2.25	57.25		2.33	1.04	1.76	0.02	2.22	0.35	-2.24	0.35	19.20	3.94	3.76	2.58	0	0	0	1	
DM-01	0	1	0	2.23	54.92		2.33	1.04	1.74	0.06	2.26	0.36	-2.15	0.33	15.72	3.49	3.20	2.13	0	0	0	1	
DM-01	1	1	1	2.07	61.22		8.18	0.88	1.79	0.00	1.00	0.00	-1.32	0.12	16.96	1.36	0.43	1.91	0	0	0	1	
DM-01	1	1	0	2.07	60.40		8.18	0.88	1.84	0.01	1.08	0.04	-1.61	0.21	19.21	1.68	0.49	2.47	0	0	0	1	
DM-02	0	1	0	2.25	47.97		8.72	1.18	1.68	-0.02	3.15	0.50	-3.09	0.49	19.25	4.84	4.21	3.09	0	1	0	1	
DM-02	0	1	1	2.26	56.89		8.72	1.18	1.75	0.01	2.44	0.39	-2.16	0.33	17.69	3.86	3.56	2.61	0	1	0	1	
DM-02	1	1	0	2.08	58.20		2.01	1.03	1.76	0.00	0.96	-0.01	-1.20	0.08	17.11	1.23	0.39	1.87	0	1	0	1	
DM-02	1	1	1	2.08	60.21		2.01	1.03	1.78	0.00	1.00	0.00	-1.16	0.06	16.49	1.12	0.48	1.44	0	1	0	1	
DM-03	0	1	1	2.20	41.94		1.89	0.96	1.62	-0.11	1.54	0.19	-1.91	0.28	12.01	2.67	1.67	2.37	0	1	0	1	
DM-03	0	1	0	2.21	43.83		1.89	0.96	1.64	-0.01	1.81	0.26	-1.68	0.23	11.20	2.89	2.56	2.03	0	1	0	1	
DM-03	1	1	1	2.08	45.86		8.50	0.84	1.66	0.00	0.99	-0.01	-1.22	0.09	13.63	1.20	0.49	1.61	0	1	0	1	
DM-03	1	1	0	2.08	54.36		8.50	0.84	1.74	0.00	0.93	-0.03	-1.23	0.09	15.64	1.10	0.35	1.48	0	1	0	1	
DM-04	0	1	1	2.21	50.01		1.47	1.03	1.70	0.04	3.38	0.53	-3.10	0.49	16.12	6.01	5.87	4.13	1	1	0	1	
DM-04	0	1	0	2.20	48.54		1.47	1.03	1.69	0.00	2.92	0.47	-2.67	0.43	16.33	5.17	4.95	3.70	1	1	0	1	
DM-04	1	1	1	2.08	47.37		7.30	0.87	1.68	0.10	1.00	0.00	-0.85	-0.07	9.85	0.72	0.39	0.12	1	1	0	1	
DM-04	1	1	0	2.05	54.67		7.30	0.87	1.74	0.00	1.06	0.03	-1.18	0.07	14.43	1.18	0.59	1.38	1	1	0	1	
DM-05	0	1	0	2.22	56.28		2.71	1.05	1.75	0.02	2.73	0.44	-2.12	0.33	18.39	3.98	3.76	2.58	1	0	0	0	
DM-05	0	1	1	2.24	58.00		2.71	1.05	1.77	0.02	3.55	0.55	-3.08	0.49	20.94	4.98	4.15	3.27	1	0	0	0	
DM-05	1	1	0	2.06	71.03		2.10	1.03	1.85	0.01	1.13	0.05	-1.33	0.12	17.87	1.86	0.61	2.31	1	0	0	0	
DM-05	1	1	1	2.08	73.13		2.10	1.03	1.86	0.00	1.26	0.11	-1.50	0.17	16.85	1.71	0.75	1.79	1	0	0	0	
DM-06	0	1	1	2.21	58.17		2.83	1.05	1.77	0.05	2.94	0.47	-2.81	0.45	18.48	4.56	3.98	3.01	0	0	0	1	
DM-06	0	1	0	2.23	56.34		2.83	1.05	1.75	0.08	1.68	0.23	-1.65	0.22	14.81	2.93	2.70	2.04	0	0	0	1	

Εικόνα 4.39 : Απόσπασμα τελικής βάσης δεδομένων για επεξεργασία



## 5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων , διαδέχθηκε η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν η οποία θα συμβάλλει στη συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και σε συνθήκες προσομοίωσης σε αστικό περιβάλλον ως αντικείμενο διερεύνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Η διαδικασία της στατιστικής ανάλυσης κρίθηκε αναγκαίο να περιλαμβάνει δυο στάδια ανάπτυξης προκειμένου να παραχθούν περισσότερα και πληρέστερα αποτελέσματα σύγκρισης της οδηγικής συμπεριφοράς των συμμετεχόντων.

Το κεφάλαιο αυτό, αποτελεί το πρώτο στάδιο της πρώιμης στατιστικής ανάλυσης που επιχειρήθηκε και προηγήθηκε της τελικής στατιστικής μέσω του ειδικού στατιστικού προγράμματος SPSS το ποίο και περιγράφεται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο. Σε όλη την έκταση του κεφαλαίου , παρουσιάζονται συγκριτικοί πίνακες ορισμένων μεταβλητών , όπως καταγράφηκαν κατά τις μετρήσεις, ανά διάφορες κατηγορίες οδηγών και συνθηκών οδήγησης προς απλοποίηση της σύγκρισης των αποτελεσμάτων.

Επιλέχθηκε το κεφάλαιο να χωριστεί σε δύο υποκεφάλαια όπου το μεν πρώτο περιλαμβάνει συγκριτικούς πίνακες των απολύτων μεγεθών των μεταβλητών με τη μορφή μέσου όρου ενώ στο δεύτερο εδάφιο παρουσιάζεται ο συγκριτικός πίνακας των συσχετισμένων τιμών των μεταβλητών με τη μορφή διαφοράς. Στο τέλος κάθε πίνακα διατυπώνονται επιμέρους συμπεράσματα τα οποία επανελέγχονται τελικώς για την ορθότητά τους.

Στόχος του κεφαλαίου αποτελεί η προσέγγιση της μαθηματικής επίλυσης του προβλήματος της σύγκρισης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων. Θεωρώντας ως ανεξάρτητα δείγματα τις ομάδες μετρήσεων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (φύλο, ηλικία κλπ), το πρόβλημα που διατυπώνεται είναι κατά πόσο η διαφορά των μέσων όρων των τιμών των μεγεθών για τις δυο συνθήκες οδήγησης (αντίστοιχα και της διαφοράς των διαφορών των μέσων όρων δύο ομάδων ενός χαρακτηριστικού, για τα δυο περιβάλλοντα),  $\chi_1-\chi_2$  είναι στατιστικά σημαντική, οπότε και τα αποτελέσματα για τις δύο συγκρινόμενες συνθήκες μετρήσεων διαφέρουν.

### 5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΛΥΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Προκειμένου να σχηματιστεί μία πρώτη εικόνα για τις διαφοροποιήσεις των τιμών των μεταβλητών ανά κατηγορία , κρίθηκε αναγκαίο η αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων των μετρήσεων να ξεκινήσει από τις απόλυτες τιμές των μεγεθών , υπό μορφή μέσου όρου.

Με τη χρήση της εντολής «Συγκεντρωτικός Πίνακας» από το βιβλίο εργασίας Excel με την τελική βάση των δεδομένων που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και με τις ανάλογες ρυθμίσεις προέκυψαν οι κάτωθι πίνακες ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα, με σύγκριση της διαφοράς των μέσων όρων ( $\bar{\chi}_1-\bar{\chi}_2$ ) των δυο δειγμάτων με το μέγεθος του σφάλματος

$\pm uSDx$  συμπεραίνεται, για συγκεκριμένο επίπεδο πιθανότητας στο οποίο αντιστοιχεί το  $u$ , αν η διαφορά αυτή είναι σημαντική ή όχι. Όταν τα **αποτελέσματα** είναι **μέσοι όροι** τότε το τυπικό σφάλμα απόκλισης της κατανομής ( $\bar{\chi}_1 - \bar{\chi}_2$ ) είναι :

$$SDx = ((S_1^2/v_1) + (S_2^2/v_2))^{(1/2)}$$

και το σφάλμα είναι  $\pm uSDx$ .

Όσον αφορά στο συντελεστή  $u$  αυτός λήφθηκε ίσος με 3 για πιθανότητα 99,73% όταν το δείγμα είχε μέγεθος μεγαλύτερο από 30 μετρήσεις. Στην περίπτωση που το μέγεθος των δειγμάτων ήταν μικρότερο τότε χρησιμοποιείται αντί του  $u$  ο συντελεστής  $t$ -Student που για αυτό το επίπεδο πιθανότητας ήταν μεγαλύτερος του 3. Κατά συνέπεια στον υπολογισμό του σφάλματος  $\pm uSDx$  ελήφθη ο μικρότερος κάθε φορά συντελεστής μεταξύ των  $u$  και  $t$  επί το δυσμενέστερο.

Αρχικά, παρουσιάζεται η σύνοψη των αποτελεσμάτων που αφορούν την αντιπαραβολή, για τα δύο περιβάλλοντα οδήγησης, των τιμών των μεταβλητών ανά χαρακτηριστικό. Σκοπός του συγκεντρωτικού αυτού πίνακα αποτελεί η απόκτηση μιας γενικής απεικόνισης πιθανών αντιθέσεων στα ευρήματα των πειραμάτων για τις δύο συνθήκες οδήγησης.

Συγκεντρωτικός απολύτων τιμών		Οδός	Προσομοιωτής			
	Χαρακτηριστικό	χ(οδού)	χ(προσ.)	χ(οδού)-χ(προσ.)	±u*Sdx	Αποτέλεσμα
Μέσος Όρος από V	Ομιλία	39.38	33.14	6.24	3.24	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	40.73	34.38	6.35	3.35	Σημαντική Διαφορά
	25-	40.01	34.32	5.69	3.11	Σημαντική Διαφορά
	25+	40.12	33.08	7.04	4.05	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	40.49	36.17	4.32	2.56	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	39.46	30.42	9.04	3.94	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Acc	Ομιλία	2.69	1.33	1.36	0.29	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	3.03	1.37	1.66	0.62	Σημαντική Διαφορά
	25-	2.92	1.35	1.57	0.51	Σημαντική Διαφορά
	25+	2.78	1.35	1.43	0.52	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	3.03	1.38	1.65	0.49	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	2.63	1.31	1.32	0.51	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Dec	Ομιλία	-2.35	-1.14	-1.21	0.25	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	-2.55	-1.18	-1.37	0.40	Σημαντική Διαφορά
	25-	-2.44	-1.13	-1.31	0.30	Σημαντική Διαφορά
	25+	-2.46	-1.20	-1.26	0.43	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	-2.60	-1.24	-1.36	0.29	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	-2.25	-1.06	-1.19	0.41	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(V)	Ομιλία	17.50	14.05	3.45	1.87	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	18.44	14.40	4.04	2.24	Σημαντική Διαφορά
	25-	17.52	14.49	3.03	1.72	Σημαντική Διαφορά
	25+	18.51	13.90	4.61	2.79	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	18.40	15.47	2.93	1.77	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	17.37	12.50	4.87	2.36	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(Acc)	Ομιλία	3.66	0.76	2.90	0.49	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	3.93	0.77	3.16	0.75	Σημαντική Διαφορά
	25-	3.79	0.77	3.02	0.35	Σημαντική Διαφορά
	25+	3.81	0.76	3.05	1.03	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	4.04	0.78	3.26	0.58	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	3.46	0.75	2.71	0.76	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(Dec)	Ομιλία	2.78	1.70	1.08	0.40	Σημαντική Διαφορά
	Χωρίς ομιλία	2.96	1.76	1.20	0.58	Σημαντική Διαφορά
	25-	2.84	1.64	1.20	0.32	Σημαντική Διαφορά
	25+	2.91	1.84	1.07	0.77	Σημαντική Διαφορά
	Άντρας	3.03	1.90	1.13	0.44	Σημαντική Διαφορά
	Γυναίκα	2.65	1.49	1.16	0.61	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.1 : Συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης τιμών των μεγεθών μεταξύ Οδού – Προσομοιωτή ανά χαρακτηριστικό ομαδοποίησης των μετρήσεων

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα , η συγκριτική ανάλυση των τιμών των μεγεθών της οδού με τα αντίστοιχα του προσομοιωτή οδήγησε σε ιδιαίτερα αξιόλογα συμπεράσματα όπως :

- Σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στις τιμές του μέσου όρου της ταχύτητας V που καταγράφηκαν κατά την οδήγηση στην οδό με τις αντίστοιχες του προσομοιωτή τόσο στα δύο διαφορετικά σενάρια οδήγησης με και χωρίς ομιλία , όσο και στα δύο φύλα αλλά και στις δύο ηλικιακές κατηγορίες.
- Κατά την αντιπαραβολή του μέσου όρου της επιτάχυνσης Acc που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες στην οδήγηση σε πραγματικές συνθήκες και σε συνθήκες προσομοίωσης σε αστικό περιβάλλον παρουσιάζονται σημαντικές αλλαγές για όλες τις κατηγορίες φύλου , ηλικίας και για όλα τα πιθανά σενάρια οδήγησης με και χωρίς ομιλία.

- Σημαντικές διαφορές φαίνεται να παρατηρήθηκαν κατά την μέτρηση και σύγκριση του μέσου όρου της επιβράδυνσης Dec των συμμετεχόντων στην οδό και στον προσομοιωτή για το σύνολο των κατηγοριών.
- Η τιμή του μέσου όρου της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας Stdev(V) φαίνεται να τροποποιείται ανάμεσα στην οδήγηση στην οδό και στις συνθήκες προσομοίωσης για όλες τις κατηγορίες συμμετεχόντων και για τα δύο σενάρια οδήγησης με ή χωρίς ομιλία.
- Οι ίδιες αλλαγές παρατηρήθηκαν και στη σύγκριση του μέσου όρου της τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης Stdev(Acc) για όλα τα σενάρια οδήγησης με και χωρίς ομιλία, για τους άντρες, τις γυναίκες, τους οδηγούς άνω και κάτω των 25.
- Διαφοροποίηση σημειώθηκε και στην τιμή του μέσου όρου της τυπικής απόκλισης της επιβράδυνσης Stdev(Dec) των μετρήσεων στην οδό σε σχέση με τις μετρήσεις σε συνθήκες προσομοίωσης για όλα τα σενάρια απόσπασης της προσοχής των συμμετεχόντων και για όλες τις φυλετικές και ηλικιακές κατηγορίες.

Συγκεντρωτικά, για το σύνολο των μεταβλητών που εξετάστηκαν παρατηρείται σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τιμές που καταγράφηκαν στην διαδικασία του πειράματος στην οδό και εκείνες που καταχωρήθηκαν στον προσομοιωτή. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι για την κάθε μεταβλητή, τα χαρακτηριστικά ομαδοποίησης των μετρήσεων (ηλικία, φύλο, ομιλία) παρουσιάζουν ομοιότητα ως προς τα αποτελέσματα το οποίο και επισφραγίζεται από τον πίνακα 5.2.

Συγκεντρωτικός Πίνακας	Οδός	Προσομοιωτής			
	χ(οδού)	χ(προσ.)	χ(οδού)-χ(προσ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
Μέσος Όρος από V	40.06	33.76	6.30	2.33	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Acc	2.86	1.35	1.51	0.35	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Dec	-2.45	-1.16	-1.29	0.24	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(V)	17.97	14.22	3.74	1.46	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(Acc)	3.80	0.76	3.03	0.45	Σημαντική Διαφορά
Μέσος Όρος από Stdev(Dec)	2.87	1.73	1.14	0.35	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.2 : Συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης τιμών των μεγεθών μεταξύ Οδού-Προσομοιωτή για το σύνολο των μετρήσεων

Ακολουθεί αναλυτικότερη προσέγγιση της συγκριτικής ανάλυσης της συμπεριφοράς των μεταβλητών όπου για κάθε μεταβλητή συγκρίθηκαν οι μετρήσεις των δύο ηλικιακών κατηγοριών (όπως μετέπειτα και των δύο κατηγοριών φύλου) ανά μέσο οδήγησης και σενάριο ομιλίας καθώς και οι μετρήσεις των σεναρίων απόσπασης προσοχής ανά ηλικία (και φύλο) ξεχωριστά για το κάθε περιβάλλον. Όλη η παραπάνω διαδικασία παρουσιάζεται συνοπτικά στους επόμενους πίνακες οι οποίοι και συνοδεύονται από τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Συγκριτικός Πίνακας 1	$\bar{X}(25-)$	$\bar{X}(25+)$	$\bar{X}(25-)-\bar{X}(25+)$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	<b>40.01</b>	<b>40.12</b>	<b>-0.11</b>	<b>2.55</b>	<b>Μη σημαντική</b>
Ομιλία	39.65	39.05	0.60	4.65	Μη σημαντική
Χ.Ομιλία	40.36	41.19	-0.83	3.96	Μη σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	<b>34.32</b>	<b>33.08</b>	<b>1.24</b>	<b>3.98</b>	<b>Μη σημαντική</b>
Ομιλία	33.99	32.11	1.89	6.36	Μη σημαντική
Χ.Ομιλία	34.64	34.05	0.60	7.37	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	<b>37.16</b>	<b>36.60</b>	<b>0.56</b>	<b>2.93</b>	<b>Μη σημαντική</b>

Συγκριτικός Πίνακας 2	Προσομοιωτής				
	$\bar{X}(ομιλία)$	$\bar{X}(χ.ομιλία)$	$\bar{X}(ομ.)-\bar{X}(χ.ομ.)$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	33.99	34.64	-0.65	11.31	Μη σημαντική
<b>25+</b>	32.11	34.05	-1.94	7.46	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	33.14	34.38	-1.23	3.96	Μη σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Οδός				
	$\bar{X}(ομιλία)$	$\bar{X}(χ.ομιλία)$	$\bar{X}(ομ.)-\bar{X}(χ.ομ.)$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	39.65	40.36	-0.71	3.92	Μη σημαντική
<b>25+</b>	39.05	41.19	-2.13	4.87	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	39.38	40.73	-1.35	2.45	Μη σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	$\bar{X}(οδού)$	$\bar{X}(προσ.)$	$\bar{X}(οδού)-\bar{X}(προσ.)$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	40.01	34.32	5.69	3.11	<b>Σημαντική διαφορά</b>
<b>25+</b>	40.12	33.08	7.04	4.05	<b>Σημαντική διαφορά</b>
<b>Σύνολο</b>	40.06	33.76	6.30	2.33	<b>Σημαντική διαφορά</b>

Πίνακας 5.3 : Μέσος όρος ταχύτητας – Ηλικία

- Η μέση ταχύτητα μεταξύ των δύο ηλικιακών κατηγοριών , κάτω και άνω των 25, δεν παρουσιάζει σημαντική απόκλιση στις μετρήσεις της οδού με τις αντίστοιχες του προσομοιωτή και στα δύο σενάρια απόσπασης προσοχής των συμμετεχόντων.
- Η μέση ταχύτητα , ανά κατηγορία ηλικίας, όπως αναπτύχθηκε στο σενάριο οδήγησης με και χωρίς ομιλία δεν εμφανίζει αξιόλογη διαφορά τόσο στον προσομοιωτή όσο και στην οδό.
- **Σημαντική διαφορά** παρατηρήθηκε για το σύνολο των μετρήσεων ανά ηλικιακή κατηγορία , δηλαδή για τις μετρήσεις με και χωρίς ομιλία μαζί, καθώς και για το σύνολο όλων των μετρήσεων , δηλαδή των μετρήσεων των οδηγών άνω και κάτω των 25 με και χωρίς ομιλία μαζί, **μεταξύ οδήγησης στην οδό και στον προσομοιωτή.**

Συγκριτικός Πίνακας 1	$\bar{χ}$ (άνδρας)	$\bar{χ}$ (γυναίκα)	$\bar{χ}$ (άνδρας)- $\bar{χ}$ (γυν.)	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	<b>40.49</b>	<b>39.46</b>	<b>1.03</b>	<b>2.54</b>	<b>Μη σημαντική</b>
Ομιλία	40.13	38.35	1.79	4.56	Μη σημαντική
Χ.Ομιλία	40.85	40.57	0.28	3.86	Μη σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	<b>36.17</b>	<b>30.42</b>	<b>5.76</b>	<b>3.46</b>	<b>Σημαντική διαφορά</b>
Ομιλία	35.16	30.35	4.81	5.90	Μη σημαντική
Χ.Ομιλία	37.19	30.48	6.71	5.95	Σημαντική διαφορά
<b>Σύνολο</b>	<b>38.33</b>	<b>34.94</b>	<b>3.40</b>	<b>2.95</b>	<b>Σημαντική διαφορά</b>

Συγκριτικός Πίνακας 2	Οδός				
	$\bar{χ}$ (ομιλία)	$\bar{χ}$ (χ.ομιλία)	$\bar{χ}$ (ομ.)- $\bar{χ}$ (χ.ομ.)	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Ανδρας</b>	40.13	40.85	-0.72	3.83	Μη σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	38.35	40.57	-2.22	4.89	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	39.38	40.73	-1.35	2.45	Μη σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Προσομοιωτής				
	$\bar{χ}$ (ομιλία)	$\bar{χ}$ (χ.ομιλία)	$\bar{χ}$ (ομ.)- $\bar{χ}$ (χ.ομ.)	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Ανδρας</b>	35.16	37.19	-2.03	4.77	Μη σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	30.35	30.48	-0.13	7.35	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	33.14	34.38	-1.23	3.96	Μη σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	$\bar{χ}$ (οδού)	$\bar{χ}$ (προσ.)	$\bar{χ}$ (οδού)- $\bar{χ}$ (προσ.)	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Ανδρας</b>	40.49	36.17	4.32	2.56	Σημαντική διαφορά
<b>Γυναίκα</b>	39.46	30.42	9.04	3.94	Σημαντική διαφορά
<b>Σύνολο</b>	40.06	33.76	6.30	2.33	Σημαντική διαφορά

#### Πίνακας 5.4 : Μέση ταχύτητα – Φύλο

- Οι μέσες ταχύτητες των ανδρών σε σχέση με τις αντίστοιχες των γυναικών δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφορά κατά την οδήγηση με και χωρίς ομιλία και στα δύο οδικά περιβάλλοντα.
- Τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες, δεν υπάρχει σημαντική απόκλιση στις μετρήσεις με και χωρίς ομιλία και στις δύο περιπτώσεις οδήγησης στην οδό και στον προσομοιωτή.
- **Αξιοσημείωτη διαφορά** προκύπτει κατά τη σύγκριση των μετρήσεων της μέσης ταχύτητας ανδρών και γυναικών μεταξύ οδού και προσομοιωτή καθώς επίσης και στο σύνολο των μετρήσεων μεταξύ των δύο συνθηκών οδήγησης.

- **Σημαντική διαφορά** παρατηρήθηκε στη μέση ταχύτητα του συνόλου των μετρήσεων ανάμεσα στους άνδρες και στις γυναίκες καθώς και στις μετρήσεις του προσομοιωτή.
- Αξιοσημείωτο να αναφερθεί είναι η **διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών** στο σενάριο οδήγησης χωρίς ομιλία σε συνθήκες προσομοίωσης αστικού περιβάλλοντος.

<b>Συγκριτικός Πίνακας 1</b>	$\chi(25-)$	$\chi(25+)$	$\chi(25-)-\chi(25+)$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	2.92	2.78	0.14	0.67	Μη σημαντική
Ομιλία	2.68	2.70	-0.02	0.73	Μη σημαντική
Χ.Ομιλία	3.16	2.87	0.29	1.44	Μη σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	1.35	1.35	0.00	0.15	Μη σημαντική
Ομιλία	1.34	1.32	0.02	0.23	Μη σημαντική
Χ.Ομιλία	1.36	1.39	-0.03	0.30	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	2.14	2.07	0.07	0.53	Μη σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 2</b>	<b>Οδός</b>				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	2.68	3.16	-0.48	1.18	Μη σημαντική
<b>25+</b>	2.70	2.87	-0.17	1.14	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	2.69	3.03	-0.34	0.67	Μη σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 3</b>	<b>Προσομοιωτής</b>				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	1.34	1.36	-0.02	0.29	Μη σημαντική
<b>25+</b>	1.32	1.39	-0.07	0.24	Μη σημαντική
<b>Σύνολο</b>	1.33	1.37	-0.04	0.16	Μη σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 4</b>	<b>Σύνολο οδού</b>	<b>Σύνολο προσ.</b>			
	$\chi(\text{οδού})$	$\chi(\text{προσ.})$	$\chi(\text{οδού})-\chi(\text{προσ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	2.92	1.35	1.57	0.51	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>25+</b>	2.78	1.35	1.43	0.52	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Σύνολο</b>	2.86	1.35	1.51	0.35	<b>Σημαντική Διαφορά</b>

Πίνακας 5.5 : Μέση επιτάχυνση – Ηλικία

- **Σημαντική απόκλιση** παρουσίασε ο μέσος όρος της επιτάχυνσης των μετρήσεων στην οδό συγκριτικά με τον αντίστοιχο στις καταγεγραμμένες του προσομοιωτή ανά κατηγορία ηλικίας αλλά και στο σύνολο των μετρήσεων των συμμετεχόντων.
- Η μέση επιτάχυνση που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες κάτω των 25, τόσο σε πραγματικές όσο και σε συνθήκες προσομοίωσης και για τα δύο σενάρια απόσπασης της

προσοχής καθώς και για το σύνολο των μετρήσεων, δεν σημείωσε αξιόλογη διαφορά με την αντίστοιχη της κατηγορίας άνω των 25.

- Για τις ηλικίες κάτω και άνω των 25 αλλά και για το σύνολό τους, σε οδό και προσομοιωτή, η μέση επιτάχυνση δεν διαφέρει ουσιαστικά μεταξύ των σεναρίων με και χωρίς ομιλία.

Συγκριτικός Πίνακας 1	χ(άνδρας)	χ(γυναίκα)	χ(άνδρας)-χ(γυν.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	3.03	2.63	0.39	1.28	Μη Σημαντική
Ομιλία	2.87	2.44	0.44	1.06	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	3.18	2.83	0.35	1.93	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	1.38	1.31	0.07	0.32	Μη Σημαντική
Ομιλία	1.34	1.32	0.01	0.35	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	1.42	1.29	0.13	0.42	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	2.20	1.97	0.23	1.53	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 2	Οδός		χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	χ(ομιλία)	χ(χ.ομιλία)			
<b>Άνδρας</b>	2.87	3.18	-0.31	1.14	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	2.44	2.83	-0.39	1.09	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	2.69	3.03	-0.34	0.67	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Προσομοιωτής		χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	χ(ομιλία)	χ(χ.ομιλία)			
<b>Άνδρας</b>	1.34	1.42	-0.09	0.26	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	1.32	1.29	0.03	0.28	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	1.33	1.37	-0.04	0.16	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.	χ(οδού)-χ(προσ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	χ(οδού)	χ(προσ.)			
<b>Άνδρας</b>	3.03	1.38	1.64	0.49	Σημαντική Διαφορά
<b>Γυναίκα</b>	2.63	1.31	1.32	0.51	Σημαντική Διαφορά
<b>Σύνολο</b>	2.86	1.35	1.51	0.35	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.6 : Μέση επιτάχυνση – Φύλο

- Στην κατηγορία των ανδρών, των γυναικών αλλά και στο σύνολό τους η μέση επιτάχυνση που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες στην οδό παρουσίασε **σημαντική διαφορά** με την αντίστοιχη σε συνθήκες προσομοίωσης.
- Σε κάθε κατηγορία φύλου αλλά και στο σύνολο των συμμετεχόντων, τόσο στην οδήγηση στο αστικό περιβάλλον όσο και στον προσομοιωτή, η μέση επιτάχυνση που προέκυψε από τις μετρήσεις με ομιλία δεν διέφερε σε σχέση με την αντίστοιχη του σεναρίου χωρίς ομιλία.
- Η μέση επιτάχυνση των ανδρών σε κάθε πιθανό σενάριο με και χωρίς ομιλία, σε συνθήκες πραγματικές και προσομοίωσης αλλά και στο σύνολο των μετρήσεών τους δεν



παρουσίασε σημαντική διαφορά με την αντίστοιχη μετρηθείσα στην κατηγορία των γυναικών.

Συγκριτικός Πίνακας 1	$\chi(25-)$	$\chi(25+)$	$\chi(25-)-\chi(25+)$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	-2.44	-2.46	0.02	0.46	Μη Σημαντική
Ομιλία	-2.33	-2.38	0.05	0.61	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	-2.55	-2.54	-0.02	0.94	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	-1.13	-1.20	0.07	0.16	Μη Σημαντική
Ομιλία	-1.12	-1.16	0.05	0.25	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	-1.14	-1.24	0.09	0.29	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	-1.79	-1.83	0.04	0.42	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 2	Προσομοιωτής				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	-1.12	-1.14	0.02	0.24	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	-1.16	-1.24	0.07	0.32	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	-1.14	-1.18	0.04	0.16	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Οδός				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	-2.33	-2.55	0.22	0.69	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	-2.38	-2.54	0.16	0.91	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	-2.35	-2.55	0.19	0.44	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	$\chi(\text{οδού})$	$\chi(\text{προσ.})$	$(\text{οδού})-\chi(\text{προσ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	-2.44	-1.13	-1.31	0.30	Σημαντική Διαφορά
<b>25+</b>	-2.46	-1.20	-1.26	0.43	Σημαντική Διαφορά
<b>Σύνολο</b>	-2.45	-1.16	-1.29	0.24	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.7 : Μέση επιβράδυνση – Ηλικία

Συγκριτικά με τα αποτελέσματα του πίνακα 5.5 της επιτάχυνσης διαπιστώθηκε πλήρης ομοιότητα με τα αντίστοιχα του πίνακα 5.7 της επιβράδυνσης. Έτσι, προκύπτει **θεμελιώδης διαφορά** στην μέση τιμή της επιβράδυνσης **στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης** συνολικά στις μετρήσεις, όπως και στις μετρήσεις που αφορούν την ηλικία κάτω και άνω των 25. Ανάμεσα στις δύο ομάδες ηλικίας, δεν παρατηρούνται σπουδαίες διαφορές στην επιβράδυνση στα πειράματα με και χωρίς ομιλία και στον προσομοιωτή και την οδό. Επιπλέον στις μετρήσεις των συμμετεχόντων κάτω και άνω των 25 δεν φανερώνονται επαρκής διαφορές στην μέση τιμή της επιβράδυνσης κατά την οδήγηση με ομιλία έναντι αυτής χωρίς ομιλία και στα δύο μέσα της πειραματικής διαδικασίας.

<b>Συγκριτικός Πίνακας 1</b>	<b>χ(άνδρας)</b>	<b>χ(γυναίκα)</b>	<b>χ(άνδρας)-χ(γυν.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Οδός</b>	<b>-2.60</b>	<b>-2.25</b>	<b>-0.35</b>	<b>0.44</b>	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	-2.56	-2.07	-0.48	0.50	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	-2.64	-2.42	-0.21	0.91	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	<b>-1.24</b>	<b>-1.06</b>	<b>-0.18</b>	<b>0.14</b>	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
Ομιλία	-1.19	-1.07	-0.13	0.24	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	-1.28	-1.05	-0.23	0.25	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	<b>-1.92</b>	<b>-1.65</b>	<b>-0.26</b>	<b>0.42</b>	<b>Μη Σημαντική</b>

<b>Συγκριτικός Πίνακας 2</b>	<b>Οδός</b>			<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
	<b>χ(ομιλία)</b>	<b>χ(χ.ομιλία)</b>	<b>χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)</b>		
<b>Ανδρας</b>	-2.56	-2.64	0.08	0.67	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	-2.07	-2.42	0.35	0.84	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	-2.35	-2.55	0.19	0.44	Μη Σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 3</b>	<b>Προσομοιωτής</b>			<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
	<b>χ(ομιλία)</b>	<b>χ(χ.ομιλία)</b>	<b>χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)</b>		
<b>Ανδρας</b>	-1.19	-1.28	0.09	0.22	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	-1.07	-1.05	-0.01	0.29	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	-1.14	-1.18	0.04	0.16	Μη Σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 4</b>	<b>Σύνολο οδού</b>	<b>Σύνολο προσ.</b>		<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
	<b>χ(οδού)</b>	<b>χ(προσ.)</b>	<b>χ(οδού)-χ(προσ.)</b>		
<b>Ανδρας</b>	-2.60	-1.24	-1.36	0.29	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Γυναίκα</b>	-2.25	-1.06	-1.19	0.41	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Σύνολο</b>	-2.45	-1.16	-1.29	0.24	<b>Σημαντική Διαφορά</b>

Πίνακας 5.8 : Μέση επιβράδυνση – Φύλο

Παρατηρώντας τους πίνακες 5.6 και 5.8 διαπιστώνεται πως και εδώ τα αποτελέσματα συγκλίνουν μεταξύ τους με εξαίρεση την περίπτωση των μετρήσεων στο σύνολο του προσομοιωτή όπου διαφέρει σημαντικά η μέση επιβράδυνση που ανέπτυξαν οι άνδρες συμμετέχοντες έναντι της αντίστοιχης των γυναικών, κάτι που δεν παρατηρήθηκε στην καταγραφή της επιτάχυνσης.

Συγκριτικός Πίνακας 1	$\chi(25-)$	$\chi(25+)$	$\chi(25-)-\chi(25+)$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	17.52	18.51	-0.98	2.06	Μη Σημαντική
Ομιλία	17.36	17.67	-0.31	2.68	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	17.69	19.34	-1.66	4.18	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	14.49	13.90	0.59	2.17	Μη Σημαντική
Ομιλία	14.41	13.61	0.80	3.79	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	14.58	14.19	0.39	3.80	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	16.01	16.20	-0.19	1.84	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 2	Οδός				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	17.36	17.69	-0.33	2.14	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	17.67	19.34	-1.68	4.65	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	17.50	18.44	-0.94	1.94	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Προσομοιωτής				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	14.41	14.58	-0.17	3.66	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	13.61	14.19	-0.58	4.07	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	14.05	14.40	-0.35	2.18	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	$\chi(\text{οδού})$	$\chi(\text{προσ.})$	$\chi(\text{οδού})-\chi(\text{προσ.})$	$\pm u \cdot SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	17.52	14.49	3.03	1.72	Σημαντική Διαφορά
<b>25+</b>	18.51	13.90	4.61	2.79	Σημαντική Διαφορά
<b>Σύνολο</b>	17.97	14.22	3.74	1.46	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.9 : Μέση τυπική απόκλιση ταχύτητας – Ηλικία

- Η μέση τυπική απόκλιση της ταχύτητας που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες κάτω και άνω των 25 καθώς και στο σύνολό τους σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης παρουσίασε **ουσιώδη διαφορά** με την αντίστοιχη του προσομοιωτή.
- Η διαφορά που εμφάνισε η μέση τυπική απόκλιση της ταχύτητας, όπως αυτή καταγράφηκε σε οδό και προσομοιωτή ανά κατηγορία ηλικίας συμμετεχόντων αλλά και στο σύνολό τους, μεταξύ των σεναρίων οδήγηση με ομιλία και χωρίς δεν θεωρήθηκε αξιόλογη.
- Οι μετρήσεις των συμμετεχόντων κάτω των 25 με εκείνες των άνω των 25 σε όλα τα πιθανά σενάρια οδήγησης με και χωρίς ομιλία, σε συνθήκες πραγματικές και προσομοίωσης καθώς και στο σύνολό τους δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά.

<b>Συγκριτικός Πίνακας 1</b>	<b>χ(άνδρας)</b>	<b>χ(γυναίκα)</b>	<b>χ(άνδρας)-χ(γυν.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Οδός</b>	<b>18.40</b>	<b>17.37</b>	<b>1.03</b>	<b>1.87</b>	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	17.97	16.84	1.13	2.51	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	18.82	17.90	0.92	3.71	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	<b>15.47</b>	<b>12.50</b>	<b>2.96</b>	<b>1.97</b>	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
Ομιλία	15.09	12.61	2.48	3.63	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	15.85	12.40	3.45	3.15	Σημαντική Διαφορά
<b>Σύνολο</b>	<b>16.93</b>	<b>14.94</b>	<b>1.99</b>	<b>1.77</b>	<b>Σημαντική Διαφορά</b>

<b>Συγκριτικός Πίνακας 2</b>	<b>Οδός</b>				
	<b>χ(ομιλία)</b>	<b>χ(χ.ομιλία)</b>	<b>χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Ανδρας</b>	17.97	18.82	-0.86	3.40	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	16.84	17.90	-1.06	3.11	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	17.50	18.44	-0.94	1.94	Μη Σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 3</b>	<b>Προσομοιωτής</b>				
	<b>χ(ομιλία)</b>	<b>χ(χ.ομιλία)</b>	<b>χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Ανδρας</b>	15.09	15.85	-0.76	2.58	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	12.61	12.40	0.21	4.33	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	14.05	14.40	-0.35	2.18	Μη Σημαντική

<b>Συγκριτικός Πίνακας 4</b>	<b>Σύνολο οδού</b>	<b>Σύνολο προσ.</b>			
	<b>χ(οδού)</b>	<b>χ(προσ.)</b>	<b>χ(οδού)-χ(προσ.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Ανδρας</b>	18.40	15.47	2.93	1.77	Σημαντική Διαφορά
<b>Γυναίκα</b>	17.37	12.50	4.87	2.36	Σημαντική Διαφορά
<b>Σύνολο</b>	17.97	14.22	3.74	1.46	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.10 : Μέση τυπική απόκλιση ταχύτητας – Φύλο

- Στην κατηγορία ανδρών, γυναικών και συνολικά στις μετρήσεις τους δεν σημειώνεται διαφορά μεταξύ των δύο σεναρίων απόσπασης της προσοχής τόσο στην οδό όσο και στον προσομοιωτή.
- **Αξιοσημείωτη απόκλιση** παρουσίασαν οι μετρήσεις των δειγμάτων ανδρών και γυναικών μόνο στο σύνολό τους
- Στο επιμέρους σενάριο της οδήγησης με ομιλία οι μετρήσεις της μέσης τυπικής απόκλισης της ταχύτητας ανδρών και γυναικών και στον προσομοιωτή και στην οδό δεν οδήγησαν σε σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα.
- Στο σύνολο των μετρήσεων με και χωρίς ομιλία καθώς και μεμονωμένα στην κατηγορία οδήγηση χωρίς ομιλία, η μέση τυπική απόκλιση της ταχύτητας που κατέγραψε ο

προσομοιωτής για τους άνδρες ήταν **σημαντικά διαφοροποιημένη** την αντίστοιχης των γυναικών.

Συγκριτικός Πίνακας 1	$\chi(25-)$	$\chi(25+)$	$\chi(25-)-\chi(25+)$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	<b>3.79</b>	<b>3.81</b>	<b>-0.02</b>	<b>0.96</b>	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	3.66	3.66	0.00	1.26	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	3.92	3.95	-0.03	2.01	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	<b>0.77</b>	<b>0.76</b>	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	0.77	0.74	0.02	0.18	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	0.77	0.77	-0.01	0.18	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	<b>2.28</b>	<b>2.28</b>	<b>-0.01</b>	<b>0.96</b>	<b>Μη Σημαντική</b>

Συγκριτικός Πίνακας 2	Οδός				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	3.66	3.92	-0.26	0.82	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	3.66	3.95	-0.29	2.31	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	3.66	3.93	-0.27	0.89	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Προσομοιωτής				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	0.77	0.77	0.00	0.20	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	0.74	0.78	-0.04	0.17	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	0.76	0.77	-0.02	0.11	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	$\chi(\text{οδού})$	$\chi(\text{προσ.})$	$\chi(\text{οδού})-\chi(\text{προσ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	3.79	0.77	3.02	0.35	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>25+</b>	3.81	0.76	3.04	1.03	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Σύνολο</b>	3.80	0.76	3.03	0.45	<b>Σημαντική Διαφορά</b>

Πίνακας 5.11 : Μέση τυπική απόκλιση επιτάχυνσης – Ηλικία

- Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της μέσης τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης ανά κατηγορία ηλικίας και συνολικά των συμμετεχόντων παρουσιάζουν **σπουδαία διαφορά** στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης.
- Οι συμμετέχοντες κάτω και άνω των 25 δεν εμφανίζουν διαφοροποίηση στις μετρήσεις της μέσης τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης για τις κατηγορίες με και χωρίς ομιλία , στην οδό και στον προσομοιωτή καθώς και στο σύνολο των μετρήσεών τους.
- Η διαφορά των μετρήσεων της μέσης τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης για τα σενάρια οδήγησης σε αστικό περιβάλλον και σε συνθήκες προσομοίωσης των συμμετεχόντων για τις δύο ηλικιακές κατηγορίες και το σύνολό τους δεν προκύπτει ενδιαφέρονσα.

Συγκριτικός Πίνακας 1	χ(άνδρας)	χ(γυναίκα)	χ(άνδρας)-χ(γυν.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	4.04	3.46	0.57	0.87	Μη Σημαντική
Ομιλία	3.92	3.31	0.61	1.12	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	4.16	3.62	0.53	1.80	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	0.78	0.75	0.03	0.10	Μη Σημαντική
Ομιλία	0.77	0.74	0.03	0.19	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	0.78	0.76	0.03	0.17	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	2.41	2.11	0.30	0.92	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 2	Οδός				
	χ(ομιλία)	χ(χ.ομιλία)	χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
<b>Ανδρας</b>	3.92	4.16	-0.24	1.40	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	3.31	3.62	-0.32	1.70	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	3.66	3.93	-0.27	0.89	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Προσομοιωτής				
	χ(ομιλία)	χ(χ.ομιλία)	χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
<b>Ανδρας</b>	0.77	0.78	-0.01	0.19	Μη Σημαντική
<b>Γυναίκα</b>	0.74	0.76	-0.02	0.18	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	0.76	0.77	-0.02	0.11	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	χ(οδού)	χ(προσ.)	χ(οδού)-χ(προσ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
<b>Ανδρας</b>	4.04	0.78	3.26	0.58	Σημαντική Διαφορά
<b>Γυναίκα</b>	3.46	0.75	2.72	0.76	Σημαντική Διαφορά
<b>Σύνολο</b>	3.80	0.76	3.03	0.45	Σημαντική Διαφορά

Πίνακας 5.12 : Μέση τυπική απόκλιση επιτάχυνσης – Φύλο

- Στην κατηγορία των ανδρών , των γυναικών καθώς και στο σύνολο των μετρήσεων τους η τιμή της μέσης τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης εμφανίζει **σημαντική διαφορά** μεταξύ των αποτελεσμάτων της οδού και των αντίστοιχων στο προσομοιωτή.
- Οι μετρήσεις της μέσης τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης στην οδήγηση με και χωρίς ομιλία ανά κατηγορία φύλου αλλά και στο σύνολο των συμμετεχόντων δεν παρουσίασαν αξιόλογη διαφορά τόσο στο αστικό περιβάλλον όσο και στις συνθήκες προσομοίωσης.
- Η μέση τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης που ανέπτυξαν οι άνδρες συμμετέχοντες για τα δύο σενάρια οδήγησης με και χωρίς ομιλία και στα δύο περιβάλλοντα καθώς και στο σύνολο των μετρήσεών τους δε διαφοροποιήθηκε ουσιαστικά στην κατηγορία των γυναικών για όλα τα παραπάνω σενάρια.

Συγκριτικός Πίνακας 1	$\chi(25-)$	$\chi(25+)$	$\chi(25-)-\chi(25+)$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>Οδός</b>	<b>2.84</b>	<b>2.91</b>	<b>-0.07</b>	<b>0.67</b>	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	2.73	2.84	-0.11	0.91	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	2.95	2.98	-0.02	1.39	Μη Σημαντική
<b>Προσομοιωτής</b>	<b>1.64</b>	<b>1.84</b>	<b>-0.20</b>	<b>0.32</b>	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	1.62	1.79	-0.18	0.54	Μη Σημαντική
Χ.Ομιλία	1.66	1.88	-0.23	0.58	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	<b>2.24</b>	<b>2.37</b>	<b>-0.13</b>	<b>0.48</b>	<b>Μη Σημαντική</b>

Συγκριτικός Πίνακας 2	Οδός				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	2.73	2.95	-0.23	0.59	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	2.84	2.98	-0.14	1.61	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	2.78	2.96	-0.19	0.37	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 3	Προσομοιωτής				
	$\chi(\text{ομιλία})$	$\chi(\chi.\text{ομιλία})$	$\chi(\text{ομ.})-\chi(\chi.\text{ομ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	1.62	1.66	-0.04	0.51	Μη Σημαντική
<b>25+</b>	1.79	1.88	-0.09	0.64	Μη Σημαντική
<b>Σύνολο</b>	1.70	1.76	-0.06	0.33	Μη Σημαντική

Συγκριτικός Πίνακας 4	Σύνολο οδού	Σύνολο προσ.			
	$\chi(\text{οδού})$	$\chi(\text{προσ.})$	$\chi(\text{οδού})-\chi(\text{προσ.})$	$\pm u*SDx$	Αποτέλεσμα
<b>25-</b>	2.84	1.64	1.20	0.32	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>25+</b>	2.91	1.84	1.07	0.77	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Σύνολο</b>	2.87	1.73	1.14	0.35	<b>Σημαντική Διαφορά</b>

Πίνακας 5.13 : Μέση τυπική απόκλιση επιβράδυνσης – Ηλικία

Αναλύοντας τα αποτελέσματα των πινάκων 5.11 και 5.13 , παρατηρείται πλήρη ταύτιση τους. Συνοπτικά, για τις δύο ηλικιακές κατηγορίες συμμετεχόντων δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις μετρήσεις της μέσης τυπικής απόκλισης της επιβράδυνσης σε όλα τα πιθανά σενάρια οδήγησης και στο σύνολο των μετρήσεων, μη επαρκής κρίνεται η διαφορά των μετρήσεων με και χωρίς ομιλία ανά κατηγορία ηλικίας και στο σύνολο τόσο στην οδό όσο και στον προσομοιωτή ενώ **ουσιώδης διαφορά** εντοπίστηκε μεταξύ των μετρήσεων στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης στους συμμετέχοντες κάτω , άνω των 25 και στο σύνολό τους.

<b>Συγκριτικός Πίνακας 1</b>	<b>χ(άνδρας)</b>	<b>χ(γυναίκα)</b>	<b>χ(άνδρας)-χ(γυν.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Οδός</b>	3.03	2.65	0.39	0.62	<b>Μη Σημαντική</b>
Ομιλία	2.99	2.48	0.51	0.79	<b>Μη Σημαντική</b>
Χ.Ομιλία	3.07	2.81	0.26	1.26	<b>Μη Σημαντική</b>
<b>Προσομοιωτής</b>	1.90	1.49	0.40	0.31	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
Ομιλία	1.83	1.51	0.31	0.53	<b>Μη Σημαντική</b>
Χ.Ομιλία	1.97	1.47	0.49	0.52	<b>Μη Σημαντική</b>
<b>Σύνολο</b>	2.46	2.07	0.39	0.46	<b>Μη Σημαντική</b>

<b>Συγκριτικός Πίνακας 2</b>	<b>Οδός</b>				
	<b>χ(ομιλία)</b>	<b>χ(χ.ομιλία)</b>	<b>χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Ανδρας</b>	2.99	3.07	-0.08	0.98	<b>Μη Σημαντική</b>
<b>Γυναίκα</b>	2.48	2.81	-0.34	1.19	<b>Μη Σημαντική</b>
<b>Σύνολο</b>	2.78	2.96	-0.19	0.62	<b>Μη Σημαντική</b>

<b>Συγκριτικός Πίνακας 3</b>	<b>Προσομοιωτής</b>				
	<b>χ(ομιλία)</b>	<b>χ(χ.ομιλία)</b>	<b>χ(ομ.)-χ(χ.ομ.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Ανδρας</b>	1.83	1.97	-0.14	0.39	<b>Μη Σημαντική</b>
<b>Γυναίκα</b>	1.51	1.47	0.04	0.67	<b>Μη Σημαντική</b>
<b>Σύνολο</b>	1.70	1.76	-0.06	0.33	<b>Μη Σημαντική</b>

<b>Συγκριτικός Πίνακας 4</b>	<b>Σύνολο οδού</b>	<b>Σύνολο προσ.</b>			
	<b>χ(οδού)</b>	<b>χ(προσ.)</b>	<b>χ(οδού)-χ(προσ.)</b>	<b>±u*SDx</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<b>Ανδρας</b>	3.03	1.90	1.13	0.44	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Γυναίκα</b>	2.65	1.49	1.15	0.61	<b>Σημαντική Διαφορά</b>
<b>Σύνολο</b>	2.87	1.73	1.14	0.35	<b>Σημαντική Διαφορά</b>

Πίνακας 5.14 : Μέση τυπική απόκλιση επιβράδυνσης – Φύλο

- **Θεμελιώδης διαφορά** παρουσιάζεται ανάμεσα στα αποτελέσματα των μετρήσεων επί της οδού και σ αυτά που καταχορήγηκαν στον προσομοιωτή για την κατηγορία των ανδρών, των γυναικών και στο σύνολό τους.
- Οι μετρήσεις της μέσης τυπικής απόκλισης της επιβράδυνσης για οδήγηση με και χωρίς ομιλία ανά κατηγορία φύλλου και συνολικά δεν εμφάνισαν αξιοσημείωτη διαφορά στο αστικό περιβάλλον. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι μετρήσεις στον προσομοιωτή.
- **Σημαντική διαφορά** παρατηρείται ανάμεσα στις μετρήσεις της μέσης τυπικής απόκλισης της επιβράδυνσης ανδρών και γυναικών για το σύνολο των σεναρίων απόσπασης προσοχής στην οδήγηση σε συνθήκες προσομοίωσης. Χωρίς σημαντική διαφορά, ωστόσο, προκύπτουν οι αντίστοιχες μετρήσεις στην οδό.



### 5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Σε συνέχεια της ανάλυσης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με τα απόλυτα μεγέθη των μεταβλητών, μορφής μέσου όρου, κρίθηκε απαραίτητη και η σύγκριση των σχετικών μεγεθών τους με σκοπό τη διερεύνηση της συμπεριφοράς των συσχετισμένων τιμών της μεταβλητής ανά περιβάλλον. Οι συσχετισμένες τιμές της μεταβλητής αναφέρονται στις διαφορές των τιμών της εκάστοτε μεταβλητής μεταξύ των δυο κατηγοριών ενός χαρακτηριστικού, δηλαδή για δύο σχετικές ομάδες μετρήσεων (για παράδειγμα η τιμή της διαφοράς: Άνδρες-Γυναίκες).

Πιο συγκεκριμένα, τίθεται το εξής ερώτημα : γνωρίζοντας ότι οι τιμές της μέσης ταχύτητας των ανδρών συμμετεχόντων στον προσομοιωτή διαφέρουν από τις αντίστοιχες των γυναικών, είναι εφικτό να καταλήξει κανείς σε ασφαλές συμπέρασμα για το αν η διαφορά/συσχέτιση της μέσης ταχύτητας των ανδρών με αυτή των γυναικών στον προσομοιωτή διαφοροποιείται σημαντικά από την διαφορά της μέσης ταχύτητας των ανδρών με αυτή των γυναικών στο αστικό περιβάλλον; Συνοπτικά, είναι δυνατή η συγκριτική ανάλυση της σχετικής συμπεριφοράς των δύο φύλων στις δυο συνθήκες οδήγησης, προσομοιωτή και οδού;

Προκειμένου να απαντηθούν ερωτήματα όπως τα παραπάνω, , υλοποιήθηκε ο παρακάτω πίνακας σύγκρισης των σχετικών τιμών των μεταβλητών, μεταξύ των αντίστοιχων κατηγοριών, για τα διάφορα χαρακτηριστικά ομαδοποίησης των μετρήσεων ανάμεσα στις συνθήκες οδήγησης.

Όπως και στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, πραγματοποιήθηκε η σύγκριση της διαφοράς  $(\bar{\Delta}\chi_1 - \bar{\Delta}\chi_2)$ , των διαφορών των μέσων τιμών των μεταβλητών, με το μέγεθος του σφάλματος  $\pm uSDx$  και συμπεραίνεται, για συγκεκριμένο επίπεδο πιθανότητας στο οποίο αντιστοιχεί το  $u$ , αν η διαφορά αυτή είναι σημαντική ή όχι. Όταν τα αποτελέσματα είναι μέσοι όροι τότε το τυπικό σφάλμα απόκλισης της κατανομής  $(\bar{\Delta}\chi_1 - \bar{\Delta}\chi_2)$  είναι :

$$SDx = ((S1^2/v1) + (S2^2/v2))^{(1/2)}$$

και το σφάλμα είναι  $\pm uSDx$ .

Συγκριτικός πίνακας σχετικών τιμών		Οδός		Προσομοιωτής		Οδός	Προσομοιωτής	Δχ(οδού)-Δχ(Προσομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	Χαρακτηριστικό	A	B	A	B	Δχ(οδού)	Δχ(Προσομ.)			
Μέσος όρος από V	Ομιλία	39.38	40.73	33.14	34.38	-1.35	-1.24	-0.11	2.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	40.01	40.12	34.32	33.08	-0.11	1.24	-1.35	2.34	Μη Σημαντική
	Φύλο	40.49	39.46	36.17	30.42	1.03	5.75	-4.72	2.07	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Acc	Ομιλία	2.69	3.03	1.33	1.37	-0.34	-0.04	-0.30	0.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.92	2.78	1.35	1.35	0.14	0.00	0.14	0.35	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.63	1.38	1.31	0.40	0.07	0.33	0.34	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Dec	Ομιλία	-2.35	-2.55	-1.14	-1.18	0.20	0.04	0.16	0.23	Μη Σημαντική
	Ηλικία	-2.44	-2.46	-1.13	-1.20	0.02	0.07	-0.05	0.23	Μη Σημαντική
	Φύλο	-2.60	-2.25	-1.24	-1.06	-0.35	-0.18	-0.17	0.23	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Stdev(V)	Ομιλία	17.50	18.44	14.05	14.40	-0.94	-0.35	-0.59	1.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	17.52	18.51	14.49	13.90	-0.99	0.59	-1.58	1.40	Σημαντική Διαφορά
	Φύλο	18.40	17.37	15.47	12.50	1.03	2.97	-1.94	1.33	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Acc)	Ομιλία	3.66	3.93	0.76	0.77	-0.27	-0.01	-0.26	0.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	3.79	3.81	0.77	0.76	-0.02	0.01	-0.03	0.39	Μη Σημαντική
	Φύλο	4.04	3.46	0.78	0.75	0.58	0.03	0.55	0.44	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Dec)	Ομιλία	2.78	2.96	1.70	1.76	-0.18	-0.06	-0.12	0.35	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.84	2.91	1.64	1.84	-0.07	-0.20	0.13	0.32	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.65	1.90	1.49	0.38	0.41	-0.03	0.34	Μη Σημαντική

Πίνακας 5.15 : Συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης σχετικών τιμών των μεγεθών μεταξύ Οδού – Προσομοιωτή ανά χαρακτηριστικό ομαδοποίησης των μετρήσεων

Όσον αφορά στις τυπικές αποκλίσεις  $S_1, S_2$ , των διαφορών των μέσων τιμών των κατηγοριών για την οδό και τον προσομοιωτή αντίστοιχα, όταν το πλήθος των μετρήσεων των δύο κατηγοριών ενός χαρακτηριστικού ήταν το ίδιο, τότε ως τυπική απόκλιση λαμβάνετο ο μέσος όρος των δύο τυπικών αποκλίσεων που εμφάνιζαν οι κατηγορίες του χαρακτηριστικού στο συγκεκριμένο μέσο οδήγησης. Ενώ, όταν το πλήθος των μετρήσεων των ομάδων του χαρακτηριστικού ήταν διαφορετικό, τότε ως τυπική απόκλιση λαμβάνετο ο σταθμισμένος μέσος όρος των δύο επιμέρους τυπικών αποκλίσεων των ομάδων για τις συγκεκριμένες συνθήκες οδήγησης. Αναφέρεται ότι οι συμβολισμοί A,B του πίνακα 5.15 αντιστοιχούν ως εξής στις ομάδες των χαρακτηριστικών :

	A	B
Ομιλία	με ομιλία	χωρίς ομιλία
Ηλικία	25-	25+
Φύλο	άνδρες	γυναίκες

Με τον παραπάνω συγκεντρωτικό πίνακα επιχειρείται να ερμηνευτεί συνολικά η έκβαση του δεύτερου σταδίου της πρώιμης συγκριτική ανάλυσης των δύο συνθηκών οδήγησης. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα είναι τα εξής :

- Η ασυμφωνία των σχετικών τιμών (διαφοράς των μέσων όρων των δύο κατηγοριών A,B) της ταχύτητας σε συνθήκες πραγματικές έναντι προσομοιωτή δε χαρακτηρίζεται επαρκής για το χαρακτηριστικό της ομιλίας και της ηλικίας. **Ουσιώδης**, ωστόσο, είναι η διαφορά της σχετικής τιμής της ταχύτητας σε προσομοιωτή και οδό για το χαρακτηριστικό του φύλου.
- Για τα χαρακτηριστικά ομαδοποίησης των μετρήσεων ηλικία, ομιλία και φύλο η σχετική τιμή της επιτάχυνσης (διαφορά – συσχέτιση των μέσων όρων των επιμέρους κατηγοριών) στα δυο περιβάλλοντα των πειραμάτων δεν εμφανίζει ιδιαίτερες διαφορές.
- Τα συσχετισμένα μεγέθη της επιβράδυνσης στον προσομοιωτή και στην οδό παρατηρείται ότι δεν έχουν αξιόλογες διαφορές και για τα τρία χαρακτηριστικά.
- Για τα χαρακτηριστικά ομαδοποίησης των μετρήσεων ηλικία και φύλο , η σχετική τιμή της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας όπως καταγράφηκε στον προσομοιωτή εμφανίζει **σημαντική διαφορά** με την αντίστοιχη των μετρήσεων επί της οδού, γεγονός που δεν συμβαίνει για το χαρακτηριστικό της απόσπασης προσοχής.
- **Αξιοσημείωτη** είναι η διαφορά που παρουσιάστηκε μόνο για το χαρακτηριστικό του φύλου μεταξύ των σχετικών τιμών των μέσων τυπικών αποκλίσεων της επιτάχυνσης στα δύο οδικά περιβάλλοντα.
- Οι συσχετισμένες τιμές του μεγέθους της τυπικής απόκλισης της επιβράδυνσης στα δυο περιβάλλοντα εκτέλεσης των μετρήσεων δεν προκύπτουν με αξιόλογες διαφορές για όλα τα χαρακτηριστικά.

## 6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

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

Η **στατιστική ανάλυση των στοιχείων** που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην παρουσίαση ζητημάτων αξιοπιστίας των δεδομένων και στις διαδικασίες αντιμετώπισής τους. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν **οι στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

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

- Παρουσίαση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων
- 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.

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε αφορά στον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης καθώς και στη διερεύνηση της επιρροής της σε σχέση με το περιβάλλον των μετρήσεων. Συνολικά, η στατιστική ανάλυση είναι αποτέλεσμα πολυάριθμων δοκιμών διαφόρων συνδυασμών των μεταβλητών ούτως ώστε να διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν περισσότερο τη μέση ταχύτητα οδήγησης. Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο από το οποίο να αναδεικνύεται σαφώς η επιρροή του περιβάλλοντος οδήγησης στην μέση ταχύτητα οδήγησης καθώς και να ερευνηθούν οι λοιπές μεταβλητές που επηρεάζουν αξιόλογα τη μέση ταχύτητα οδήγησης.

Σε κάθε περίπτωση έγινε η προσπάθεια οι ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε μοντέλου να έχουν μικρή μεταξύ τους συσχέτιση και μεγάλη συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ έπρεπε να διακρίνονται και για τη δυνατότητα φυσικής ερμηνείας τους. Ο σημαντικότερος έλεγχος για την αποδοχή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στο μοντέλο ήταν αυτός του **ελέγχου t-test**, κατά τον οποίο κάθε μεταβλητή έπρεπε να εμφανίζει τιμή του συντελεστή t μεγαλύτερη από μία δεδομένη τιμή.

### 6.1.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Μετά την ολοκλήρωση της διαμόρφωσης της τελικής βάσης δεδομένων στο λογισμικό Excel, πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή της στο πεδίο δεδομένων (data view) του ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης SPSS όπου και καθορίστηκαν το όνομα (Name), ο τύπος (Type), ο αριθμός των ψηφίων των τιμών (Width,Decimals) και η φυσική ερμηνεία των τιμών (Values) κάθε μεταβλητής στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Επιπλέον, έγινε κατηγοριοποίηση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal) και σημειώθηκε ο ρόλος της καθεμιάς (Input,Target).

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1 και 4.2 καθώς και αυτές που προστέθηκαν κατά το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας της τελικής βάσης δεδομένων. Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

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

	Road	Urban	Conv	D	V	DVcomconv	logV	G	Acc	logAcc	Dec	logDec	STDEVV	STDEVG	STDEVAcc	STI
1	.00	.00	1.00	2.16	42.44	4.44	1.63	.01	2.60	.42	-2.22	.35	16.26	3.85	3.39	
2	.00	.00	.00	2.18	38.00	4.44	1.58	.02	2.32	.37	-2.22	.35	16.63	3.39	2.58	
3	1.00	.00	1.00	1.61	37.14	3.15	1.57	.07	1.40	.15	-1.37	.14	16.44	1.90	.79	
4	1.00	.00	.00	1.61	40.29	3.15	1.61	.10	1.43	.15	-1.40	.15	15.40	1.91	.78	
5	.00	.00	.00	2.19	33.07	5.60	1.52	-.01	2.38	.38	-1.90	.28	16.06	3.43	2.88	
6	.00	.00	1.00	2.24	38.67	5.60	1.59	.05	3.61	.56	-3.00	.48	18.77	5.41	4.93	
7	1.00	.00	.00	1.60	25.33	3.84	1.40	.02	1.19	.08	-.96	-.02	11.36	1.36	.60	
8	1.00	.00	1.00	1.59	29.17	3.84	1.46	.03	1.09	.04	-.85	-.07	12.14	1.14	.63	
9	.00	.00	1.00	2.20	38.08	.02	1.58	.01	3.27	.51	-2.67	.43	16.65	5.11	4.71	
10	.00	.00	.00	2.20	38.10	.02	1.58	.01	2.55	.41	-2.17	.34	14.87	3.79	3.34	
11	1.00	.00	1.00	1.59	25.35	5.22	1.40	.03	1.07	.03	-.78	-.11	7.95	1.11	.66	
12	1.00	.00	.00	1.59	30.57	5.22	1.49	.06	1.15	.06	-.93	-.03	10.30	1.28	.58	
13	.00	.00	1.00	2.23	43.94	4.77	1.64	-.01	3.37	.53	-3.29	.52	22.19	5.81	5.24	
14	.00	.00	.00	2.21	39.17	4.77	1.59	.00	3.61	.56	-2.82	.45	19.44	4.97	4.32	
15	1.00	.00	1.00	1.60	26.87	3.58	1.43	.07	1.51	.18	-1.24	.09	11.00	1.92	1.02	
16	1.00	.00	.00	1.59	30.45	3.58	1.48	.05	1.39	.14	-1.06	.02	11.93	1.59	.70	
17	.00	.00	.00	2.18	37.82	4.66	1.58	.07	2.83	.45	-2.41	.38	18.13	4.24	3.65	
18	.00	.00	1.00	2.20	42.48	4.66	1.63	.29	3.68	.57	-3.03	.48	20.93	5.20	4.43	
19	1.00	.00	.00	1.59	36.41	6.82	1.56	.08	1.29	.11	-1.15	.06	18.53	1.54	.70	
20	1.00	.00	1.00	1.61	43.23	6.82	1.64	.10	1.66	.22	-1.38	.14	19.95	2.08	.84	
21	.00	.00	1.00	2.22	39.65	3.88	1.60	.05	2.74	.44	-2.14	.33	19.13	3.76	3.40	
22	.00	.00	.00	2.23	43.53	3.88	1.64	.03	3.12	.49	-2.89	.46	19.59	4.75	4.07	
23	1.00	.00	1.00	1.61	38.87	6.77	1.59	.09	1.45	.16	-1.16	.07	16.65	1.71	.79	

Εικόνα 6.1 : Απόσπασμα εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	Road	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Ordinal	Input
2	Urban	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Ordinal	Input
3	Cost	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Ordinal	Input
4	D	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
5	V	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
6	DVconcom	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
7	logV	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
8	G	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
9	Acc	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
10	logAcc	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
11	Dec	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
12	logDec	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
13	STDEV	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
14	STDEVG	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
15	STDEVAcc	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
16	STDEVDec	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
17	Age	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Ordinal	Input
18	gender	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Ordinal	Input
19	Q5_1	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
20	Q5_2	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
21	Q5_3	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
22	Q6_0	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
23	Q6_1	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
24	Q6_2	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input

Εικόνα 6.2 : Απόσπασμα καθορισμού μεταβλητών

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

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

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

1. **Descriptive statistics:** πρόκειται για διαδικασία για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων, όπως αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου (analyze >descriptive statistics >Descriptives >options)
2. **Correlate:** πρόκειται για διαδικασία για τη μέτρηση της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο Variables (analyze >correlate >bivariate >correlations). Χρήσιμες επιλογές είναι οι Pearson ή οι Spearman συσχετίσεις.
3. **Regression:** πρόκειται για διαδικασία που εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με τη γραμμική παλινδρόμηση, οπότε και επιλέγεται η εντολή Linear (analyze >regression linear). Επίσης, για το σκοπό του πειράματος χρησιμοποιείται και η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, οπότε και επιλέγεται η εντολή Binary logistic (analyze >regression >binary logistic). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι εξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο

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

### **ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ :**

**logV** : μέση ταχύτητα οδήγησης

### **ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ :**

**Road** : οδήγηση στην οδό ( 0=ναι, 1=όχι <οδήγηση στον προσομοιωτή>)

**DVnconv\_conv** :  $V(nconv) - V(conv)$  διαφορά ταχύτητας χωρίς ομιλία με την ταχύτητα με ομιλία κάθε οδηγού για κάθε περιβαλλον

**Gender** : Φύλο (0=άνδρας ,1=γυναίκα)

**Age** : Ηλικία (0= <25 ,1= ≥25)

**StdevDec** : τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης

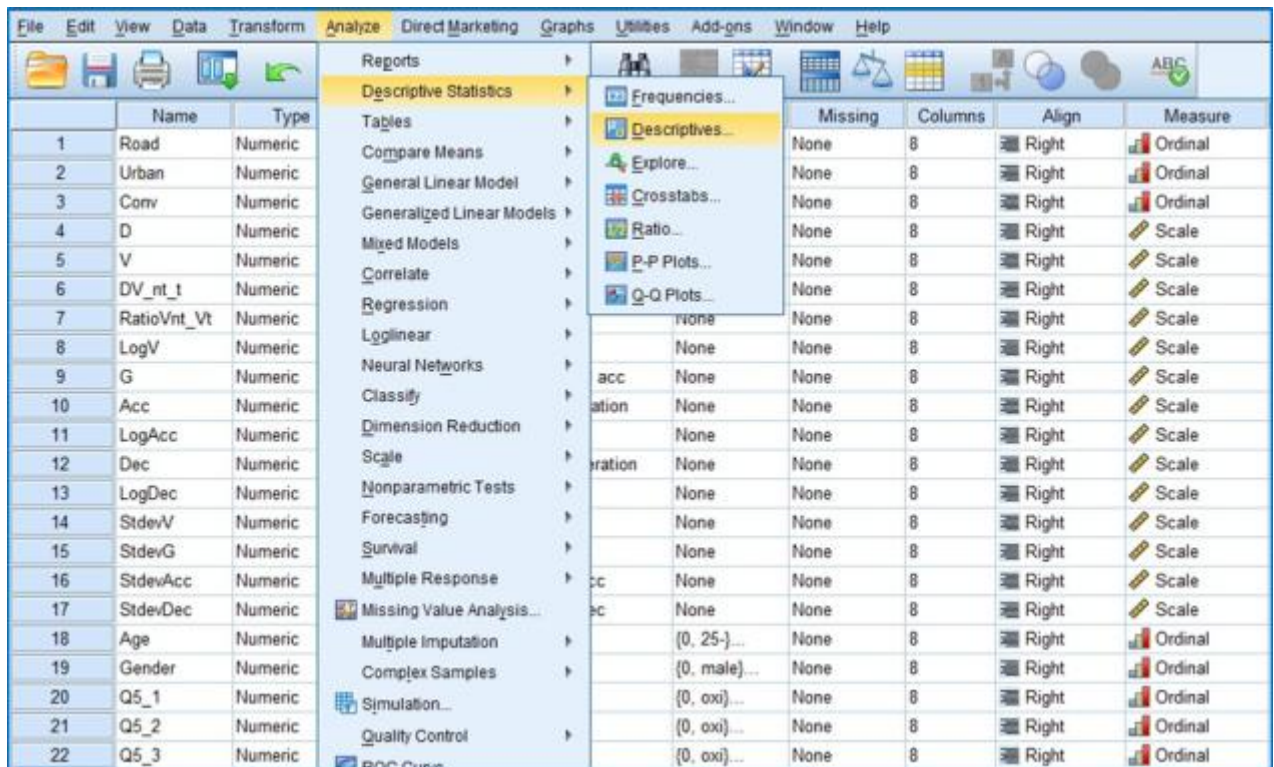
**Q16** : έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσατε με συνεπιβάτη εντός πόλης (0=ναι, 1=όχι)

Διευκρινίζεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές οι Log V ,DVnconv\_conv, StdevDec ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες ορίστηκαν ως διακριτές (nominal), χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των διακριτών μεταβλητών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχίστηκαν οι τιμές 0 και 1.

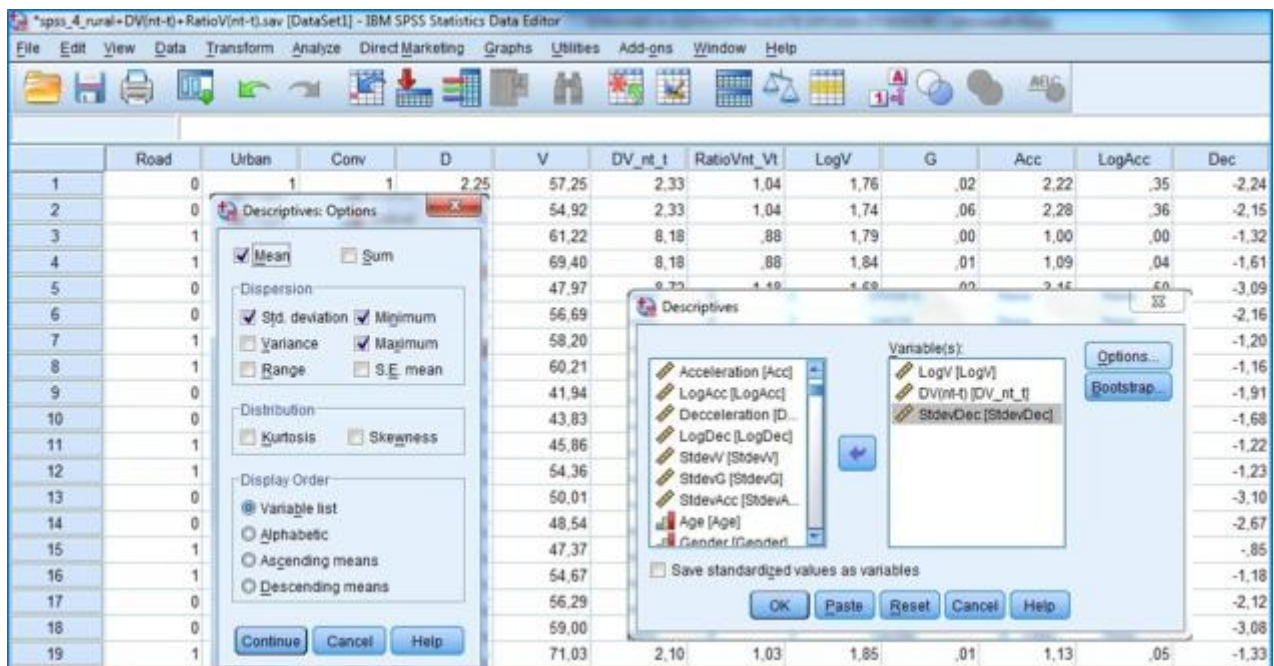
## **6.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ**

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

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής (Descriptive statistics). Πρόκειται για διαδικασία για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων**. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων (analyze >descriptive statistics >descriptives >options). Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται μόνο οι μεταβλητές logV, StdevDec, DVnconv\_conv.



Εικόνα 6.3 : Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



Εικόνα 6.4 : Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μεγίστου και του ελαχίστου



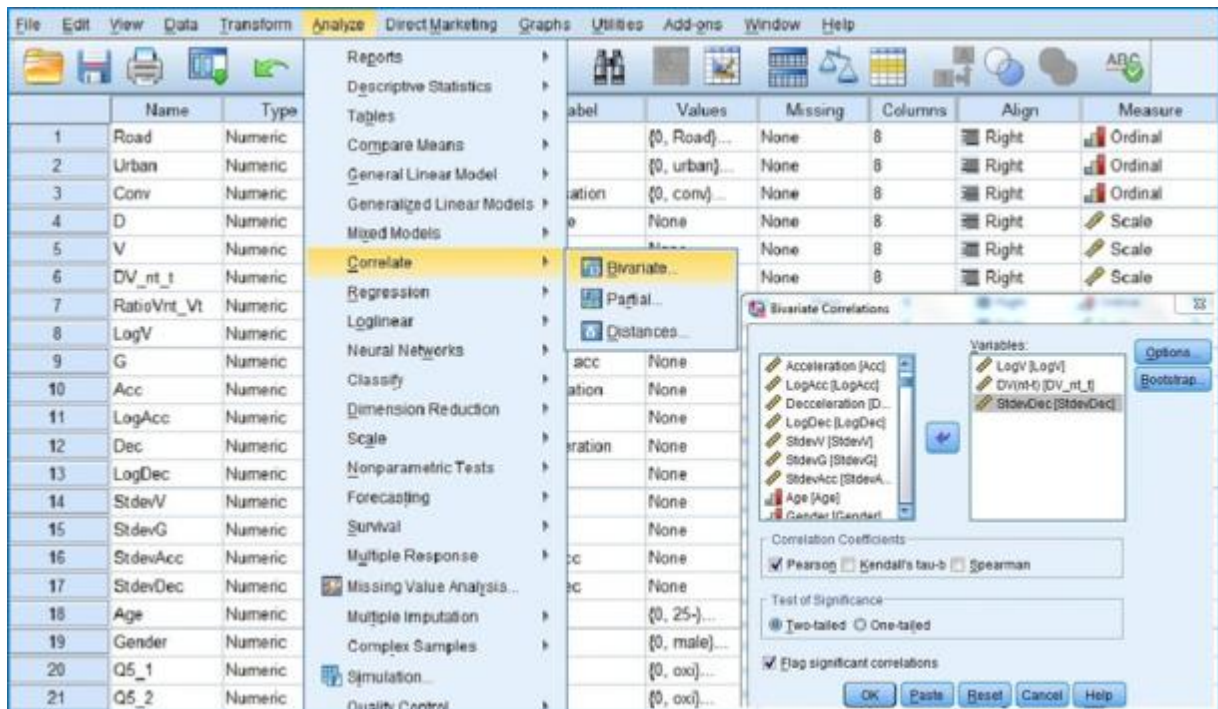
## Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
STDEVDec	124	.83	6.40	2.2991	.86560
logV	124	1.32	1.67	1.5622	.06753
DVnconv_conv	124	.02	10.65	3.1914	2.05138
Valid N (listwise)	124				

Πίνακας 6.1 : Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

## 6.1.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

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



Εικόνα 6.5 : Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών

Correlations				
		DVconvnconv	logV	STDEVDec
DVnconv_conv	Pearson Correlation	1	.200*	-.020
	Sig. (2-tailed)		.026	.824
	N	124	124	124
logV	Pearson Correlation	.200*	1	.642**
	Sig. (2-tailed)	.026		.000
	N	124	124	124
STDEVDec	Pearson Correlation	-.020	.642**	1
	Sig. (2-tailed)	.824	.000	
	N	124	124	124
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).				
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

Πίνακας 6.2 : Συσχέτιση τελικών συνεχών μεταβλητών του μοντέλου

Correlations						
		Road	Age	gender	Q16	Q5_3
Road	Pearson Correlation	1	.000	.000	.000	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	1.000	1.000
	N	124	124	124	124	124
Age	Pearson Correlation	.000	1	-.256**	.117	.687**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.004	.196	.000
	N	124	124	124	124	124
gender	Pearson Correlation	.000	-.256**	1	-.215*	-.400**
	Sig. (2-tailed)	1.000	.004		.017	.000
	N	124	124	124	124	124
Q16	Pearson Correlation	.000	.117	-.215*	1	.117
	Sig. (2-tailed)	1.000	.196	.017		.196
	N	124	124	124	124	124
Q5_3	Pearson Correlation	.000	.687**	-.400**	.117	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	.000	.000	.196	
	N	124	124	124	124	124

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

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

Πίνακας 6.3: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση του μοντέλου

Correlations					
		Road	Age	gender	Q16
Road	Pearson Correlation	1	.000	.000	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000	1.000	1.000
	N	124	124	124	124
Age	Pearson Correlation	.000	1	-.256**	.117
	Sig. (2-tailed)	1.000		.004	.196
	N	124	124	124	124
gender	Pearson Correlation	.000	-.256**	1	-.215*
	Sig. (2-tailed)	1.000	.004		.017
	N	124	124	124	124
Q16	Pearson Correlation	.000	.117	-.215*	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	.196	.017	
	N	124	124	124	124

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

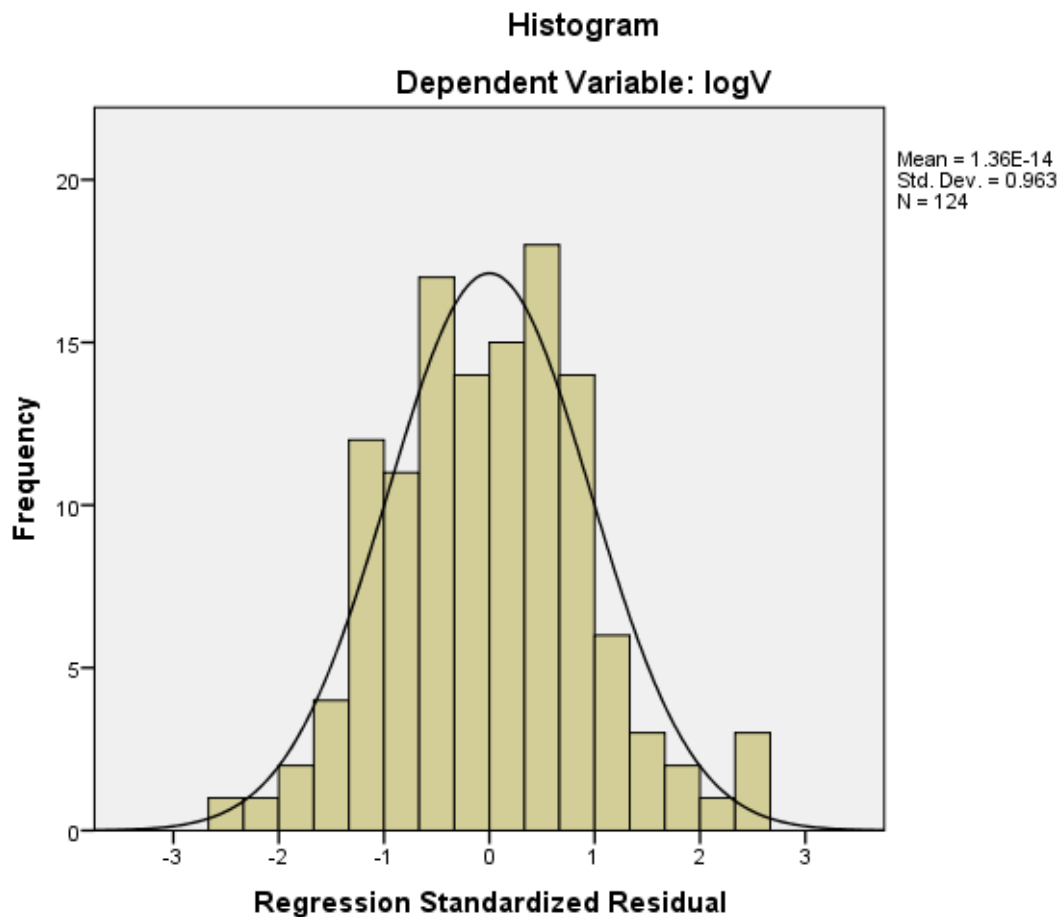
\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας 6.4 : Συσχέτιση τελικών διακριτών μεταβλητών του μοντέλο

## 6.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων σχετικών με το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δηλαδή τη διερεύνηση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε συνθήκες προσομοίωσης και σε πραγματικές συνθήκες αστικής οδού.

Η επιρροή του περιβάλλοντος οδήγησης στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω των μοντέλων της ταχύτητας. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε η μέση ταχύτητα οδήγησης ( $\log V$ ). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής της ταχύτητας που παρουσιάζονται στην συνέχεια.



Διάγραμμα 6.1 : Ιστόγραμμα συχνοτήτων της μέσης ταχύτητας οδήγησης

### 6.2.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

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

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

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

Όσον αφορά στους **συντελεστές  $\beta_i$**  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  $\beta$  μονάδες.

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

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

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

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

Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μια κρίσιμη τιμή του  $t$  ( $t^*$ ). Έτσι, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι  $t^* = 1,7$  και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι  $t^* = 1,3$ . Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του  $t$  είναι μικρότερες από το 1,7 δε συμπεριλαμβάνονται στην επόμενη δοκιμή για τη διαμόρφωση του μοντέλου. Από την αξιολόγηση ενός μοντέλου δε θα πρέπει να παραλείπεται ο **έλεγχος του σφάλματος**. Σε κάθε εξίσωση υπάρχει ο προσθετός  $\varepsilon$ , που ονομάζεται σφάλμα της εξίσωσης.

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

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

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

Πρέπει να σημειωθεί ότι αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητική προσαρμογή. Όμως θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο η καμπύλη συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής να μην παρουσιάζει σταθερή κλίση σε όλα τα τμήματά της και για τον λόγο αυτό εξετάστηκε η μέση ταχύτητα διαδρομής και με την ανάπτυξη **μοντέλων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτά περιγράφονται στη συνέχεια.

### 6.2.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

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

Τα τελικά αποτελέσματα, που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξετάζοταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν  $t$  μικρότερο από 1,7. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επιλέχθηκαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ( $t \ll 1,7$ ). Παραδείγματα απόρριψης μεταβλητών παρατίθεται παρακάτω.

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.652	.054		30.837	.000
	Road	-.046	.011	-.344	-4.160	.000
	DVnconv_conv	.005	.002	.167	2.702	.008
	STDEVDec	.027	.007	.347	4.061	.000
	Q14	-.011	.008	-.083	-1.325	.188
	Age	-.019	.009	-.126	-1.988	.049
	gender	-.039	.009	-.289	-4.258	.000
	Q16	-.055	.024	-.145	-2.302	.023

a. Dependent Variable: logV

Πίνακας 6.5 : Παράδειγμα απόρριψης μεταβλητών λόγω χαμηλής σημαντικότητας στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

<b>Coefficients<sup>a</sup></b>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.646	.054		30.744	.000
	Road	-.046	.011	-.339	-4.087	.000
	DVconvnconv	.005	.002	.157	2.558	.012
	STDEVDec	.028	.007	.356	4.161	.000
	Age	-.017	.009	-.112	-1.785	.077
	gender	-.039	.009	-.289	-4.250	.000
	Q16	-.061	.024	-.160	-2.578	.011

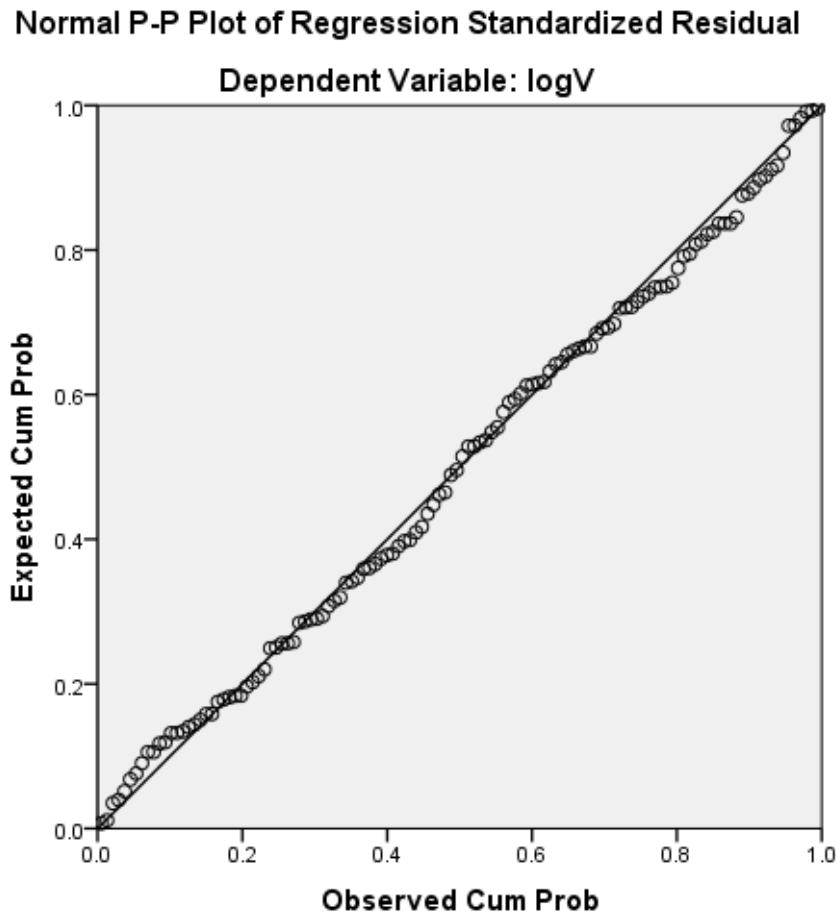
a. Dependent Variable: logV

<b>Model Summary</b>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.758 <sup>a</sup>	.575	.553	.04514

a. Predictors: (Constant), Q16, Road, DVconvnconv, Age, gender, STDEVDec

Πίνακας 6.6 : Τελικά αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης





Διάγραμμα 6.2 : Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις :

- Ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$  ισούται με **0,575** στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t** **μεγαλύτερο από 1,7** οπότε παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- Στο μοντέλο **περιέχεται η μεταβλητή του περιβάλλοντος οδήγησης Road.**
- Το μοντέλο διακρίνεται για την **ερμηνευτικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών του**
- Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού **τα τυπικά σφάλματα** στο διάγραμμα 6.2 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου άρα **ακολουθούν κανονική κατανομή**

### 6.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε έπειτα από πολλές δοκιμές και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα οδήγησης.

Η μαθηματική εξίσωση του μοντέλου που προέκυψε είναι :

$$\log V = +1,646 - 0,046 * \text{Road} + 0,005 * \text{DVnconv\_conv} + 0,028 * \text{StdevDec} - 0,017 * \text{Age} - 0,039 * \text{Gender} - 0,061 * \text{Q16}$$

όπου :

**logV** : μέση ταχύτητα οδήγησης

**Road** : οδήγηση στο αστικό περιβάλλον (0=ναι, 1=όχι)

**DVnconv\_conv** :  $V(\text{nconv}) - V(\text{conv})$  διαφορά ταχύτητας χωρίς ομιλία με την ταχύτητα με ομιλία κάθε οδηγού για κάθε περιβάλλον

**StdevDec** : τυπική απόκλιση επιβράδυνσης

**Age** : Ηλικία (0= <25 , 1= ≥25)

**Gender** : Φύλο (0=άνδρας , 1=γυναίκα)

**Q16** : έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσατε με συνεπιβάτη εντός πόλης (0=ναι, 1=όχι)

#### ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΔΟ

Παρατηρείται ότι το πρόσημο της μεταβλητής Road είναι αρνητικό , γεγονός που σημαίνει ότι **όσο αυξάνει η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής**, δηλαδή όσο περισσότερο παίρνει την τιμή 1 που σημαίνει «οδήγηση σε συνθήκες προσομοίωσης», τόσο **μειώνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής logV**. Το παραπάνω συμπέρασμα προκύπτει δεδομένου ότι το σύνθετο αστικό περιβάλλον στον προσομοιωτή οδήγησης (ιδιαίτερα στις διασταυρώσεις και στον κυκλικό κόμβο) προκαλούσε σύγχυση και αίσθημα ζάλης στους συμμετέχοντες με αποτέλεσμα να οδηγούν σε χαμηλότερη ταχύτητα από την αντίστοιχη σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης.

Η σημαντικότητα της μεταβλητής γίνεται αντιληπτή και από την τιμή του δείκτη t-test στο μοντέλο η οποία ισούται με 4,087.

#### ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΧΩΡΙΣ ΚΑΙ ΜΕ ΟΜΙΛΙΑ

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «DVnconv\_conv» συνεπάγεται ότι με αύξηση της τιμής της συνεχούς αυτής μεταβλητής προκύπτει αύξηση της τιμής της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Πρακτικά, το θετικό πρόσημο υποδηλώνει πως όσο μεγαλώνει η διαφορά των ταχυτήτων μεταξύ των δύο σεναρίων οδήγησης χωρίς και με ομιλία, αυξάνει και η τιμή της

εξαρτημένης μεταβλητής  $\log V$ . Το παραπάνω αποτέλεσμα οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι οδηγοί ακόμα και ασυναίσθητα μειώνουν την ταχύτητά τους κατά την οδήγηση με συνομιλία γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της διαφοράς των δύο ταχυτήτων.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test για τη συγκεκριμένη μεταβλητή είναι 2,558 αποδεικνύοντας την στατιστική σημαντικότητά της.

### **ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ**

Η μεταβλητή της τυπικής απόκλισης της επιβράδυνσης «StdevDec» εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της συγκεκριμένης μεταβλητής επιφέρει αύξηση στην εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης ταχύτητας των οδηγών. Πρακτικά, το θετικό πρόσημο σημαίνει πως οι οδηγοί που εμφανίζουν μεγαλύτερες τυπικές αποκλίσεις της επιβράδυνσης παρουσιάζουν και υψηλότερη μέση ταχύτητα. Το παραπάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι όταν η ταχύτητα που έχει αναπτύξει ο οδηγός είναι μεγάλη, οι επιβραδύνσεις που χρειάζεται να πραγματοποιήσει είναι μεγαλύτερες με αποτέλεσμα και μεγαλύτερες διακυμάνσεις στην επιβράδυνση, κάτι που δεν συμβαίνει στις μικρές ταχύτητες όπου η χρήση του φρένου είναι σπανιότερη.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 4,161 πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής στο μοντέλο.

### **ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ**

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Age», υποδεικνύει ότι αύξηση της τιμής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής  $\log V$ . Πρακτικά, το αρνητικό πρόσημο δείχνει πως όσο η μεταβλητή της ηλικίας παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή που αντιστοιχεί στις ηλικίες άνω των 25, τόσο η μέση ταχύτητα οδήγησης μειώνεται. Πρόκειται για ένα εύλογο συμπέρασμα αν αναλογιστεί κανείς το ποσοστό των ατυχημάτων σε νέες ηλικίες (κάτω των 25), όπου οι συμμετέχοντες υπερεκτιμώντας τις δυνατότητες τους για σωστό χειρισμό του οχήματος σε σχέση με το χρόνο αντίδρασης, την απόσταση πέδησης και τις δυνατότητες πραγματοποίησης ελιγμών καταλήγουν σε αύξηση της ταχύτητάς τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής της ηλικίας στο μοντέλο είναι 1,785, γεγονός που την καθιστά στατιστικά σημαντική.

### **ΦΥΛΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ**

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Gender» στο μαθηματικό μοντέλο συνεπάγεται πως όσο η μεταβλητή παίρνει την τιμή 1, κατηγορία γυναικών συμμετεχόντων, τόσο μειώνεται η τιμή της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Το παραπάνω συμπέρασμα συμφωνεί με τα αντίστοιχα σε αναλύσεις διεθνούς βιβλιογραφίας όπου εμφανίζουν τον γυναικείο πληθυσμό περισσότερο

επιφυλακτικό κατά την οδήγηση με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν μικρότερες ταχύτητες συγκριτικά με τους άνδρες οδηγούς.

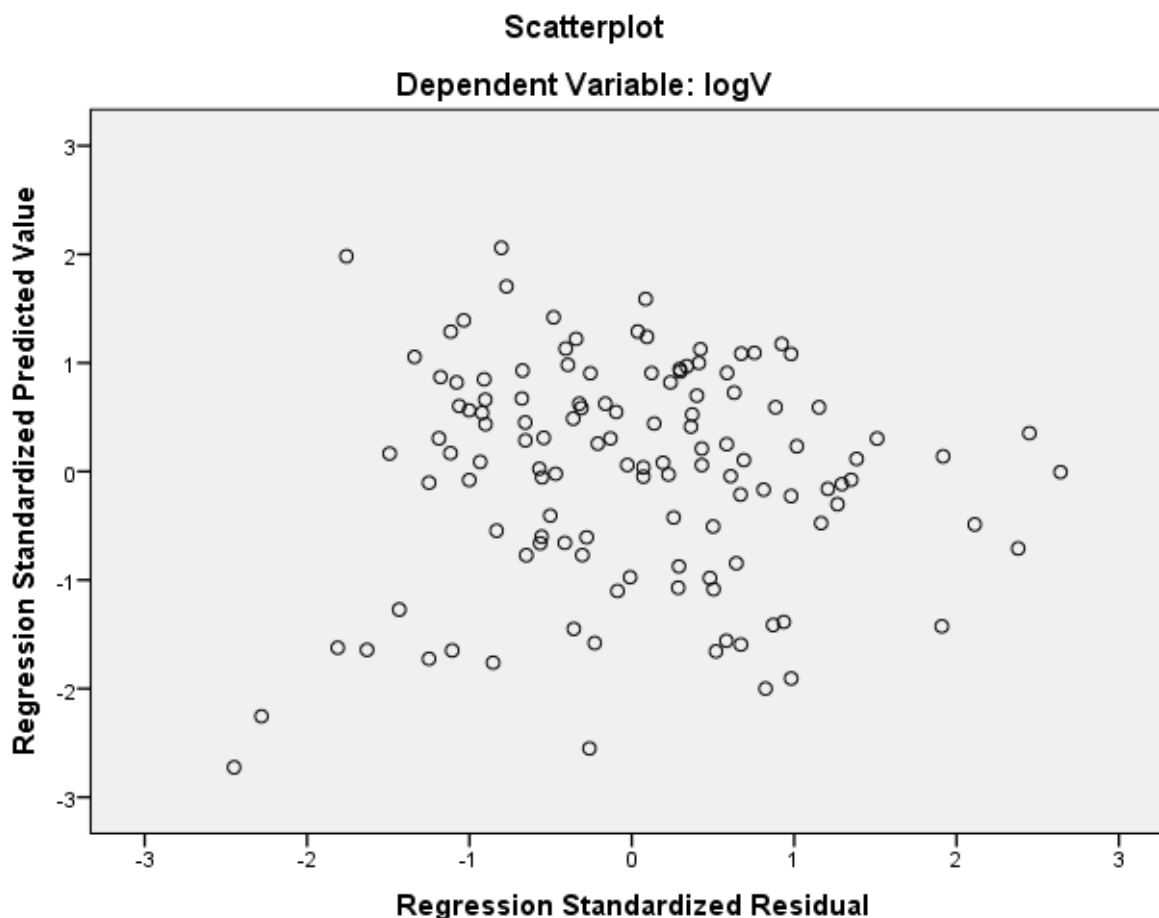
Η μεταβλητή του φύλου παριστάνεται στατιστικά σημαντική εφ' όσον ο δείκτης t-test στο μοντέλο είναι 4,250.

### **ΕΜΠΛΟΚΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ ΣΕ ΑΤΥΧΗΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΜΕ ΟΜΙΛΙΑ ΜΕ ΣΥΝΕΠΙΒΑΤΗ**

Η μεταβλητή Q16 προέκυψε από το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες στο πείραμα και αναφέρεται στο αν έχουν εμπλακεί ποτέ σε ατύχημα εντός πόλης οδηγώντας ενώ ομιλούν με τον συνεπιβάτη τους. Πρόκειται για διακριτή μεταβλητή και το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει πως όταν παίρνει την τιμή 1, δηλαδή δεν έχει καταγραφεί ατύχημα, η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής της μέσης ταχύτητας οδήγησης μειώνεται. Το παραπάνω αποτέλεσμα μάς οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για συνειδητούς οδηγούς οι οποίοι, παρόλο που δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα, μειώνουν την ταχύτητά τους όταν πραγματοποιείται οδήγηση με ομιλία.

Στατιστικά αξιοποιήσιμη είναι η μεταβλητή Q16, εφ' όσον ο δείκτης t-test εμφανίζεται στο μοντέλο με τιμή 2,578.

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



Διάγραμμα 6.3 : Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο

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

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

## 6.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών στο παραπάνω μοντέλο στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της

ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής  $Y$  στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

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

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

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

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

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση  $e_i = \beta_i * (X_i / Y_i)$ , όπου  $\beta_i$  ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής,  $X_i$  η τιμή της και  $Y_i$  η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η έννοια της επιρροής έχει νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές και όχι για διακριτές μεταβλητές, αλλά στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υπολογίστηκε η σχετική επιρροή και για τις διακριτές μεταβλητές ως μια θεωρητική έννοια, μόνο για να πραγματοποιηθεί θεωρητικά μια σύγκριση μεταξύ των μεταβλητών του μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	$\beta_i$	t	Σχετική επιρροή	
			$e_i$	$e_i^*$
Συνθήκες οδήγησης	-0.0460	-4.087	-0.0147	4.6601
Διαφορά ταχυτήτων	0.0050	2.558	0.0102	-3.2330
Τυπική απόκλιση επιβράδυνσης	0.0280	4.161	0.0412	-13.0438
Ηλικία	-0.0170	-1.785	-0.0032	1
Φύλο	-0.0390	-4.250	-0.0105	3.3137
Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία	-0.0610	-2.578	-0.0390	12.3595

Πίνακας 6.7 : Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο

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

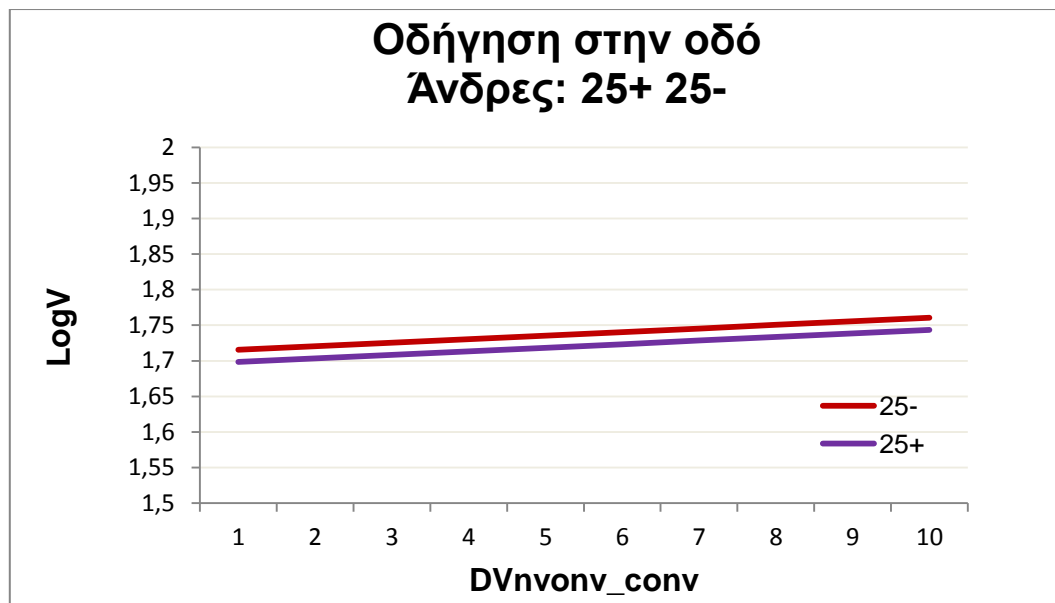
Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της ταχύτητας παρατηρούμε τα εξής :

- Η μεταβλητή «**Ηλικία**» παρουσιάζει την **μικρότερη επιρροή** στην εξαρτημένη μεταβλητή με τιμή  $e_i = -0.0032$ .
- Την αμέσως μεγαλύτερη επιρροή στον λογάριθμο της ταχύτητας φαίνεται να παρουσιάζουν οι μεταβλητές «Διαφορά ταχυτήτων οδήγησης χωρίς και με ομιλία», «Φύλο», «Συνθήκες οδήγησης», «Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία» με τιμές -0.0102, -0.0105, -0.0147, -0.0390 αντίστοιχα.
- Η μεταβλητή «**τυπική απόκλιση επιβράδυνσης**» παρουσιάζει την **μεγαλύτερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της ταχύτητας. Έχει 13.04 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «ηλικία» και 10.56, 2.80 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές «εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία», «συνθήκες οδήγησης» οι οποίες έρχονται στη δεύτερη και τρίτη σειρά επιρροής αντίστοιχα.
- Η μεταβλητή «**συνθήκες οδήγησης**» επηρεάζει σημαντικά την μεταβλητή της μέσης ταχύτητας και μάλιστα κατά 4.66 φορές περισσότερο από τη μεταβλητή «ηλικία». Επίσης, επηρεάζει 1.4 φορές περισσότερο το μοντέλο από την μεταβλητή «φύλο» και 1.44 φορές από τη «διαφορά ταχυτήτων».
- Η μεταβλητή «**εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία**» εμφανίζει 2.65 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα σε σχέση με την μεταβλητή «συνθήκες οδήγησης» και 3.71 φορές σε σχέση με το «Φύλο».

## 6.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

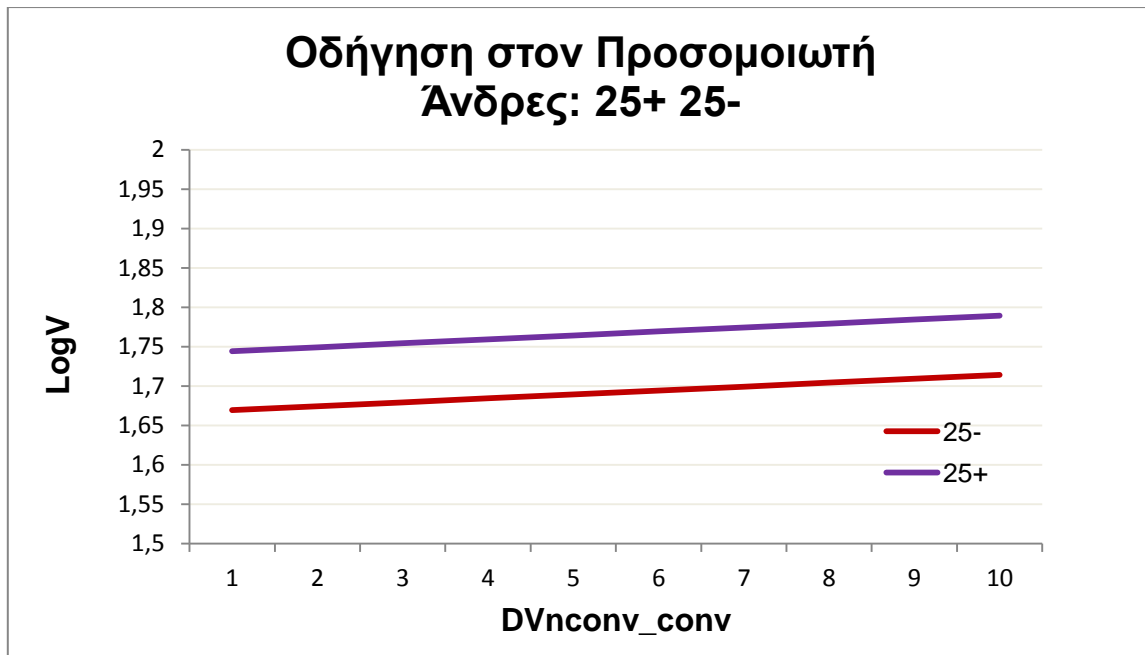
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Οι συνδυασμοί και άρα τα διαγράμματα που είναι δυνατόν να προκύψουν είναι πολλοί, συνεπώς παρατίθενται ενδεικτικά κάποια ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.

Σε όλα τα παρακάτω διαγράμματα θεωρήθηκε ότι δόθηκε ως απάντηση στην ερώτηση του ερωτηματολογίου περί εμπλοκής στο ατύχημα ενώ συνομιλούσε ο οδηγός ο αριθμός 0=ναι.

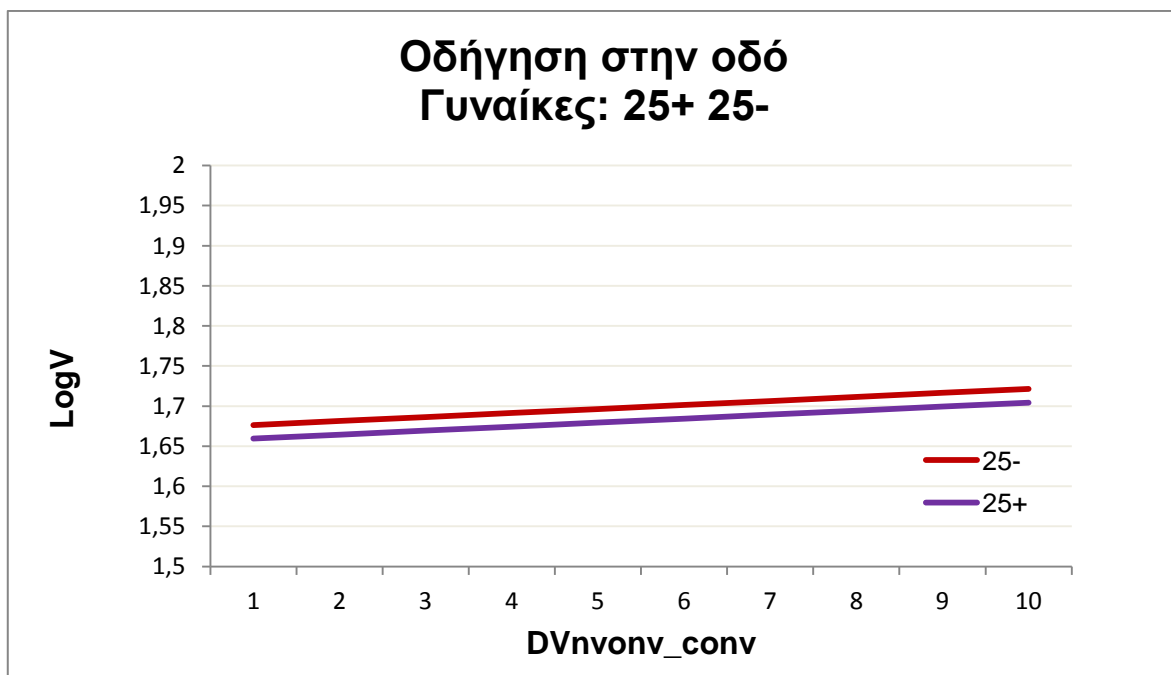


Διάγραμμα 6.4 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία, στον δρόμο μεταξύ των ανδρών άνω και κάτω των 25 ετών.

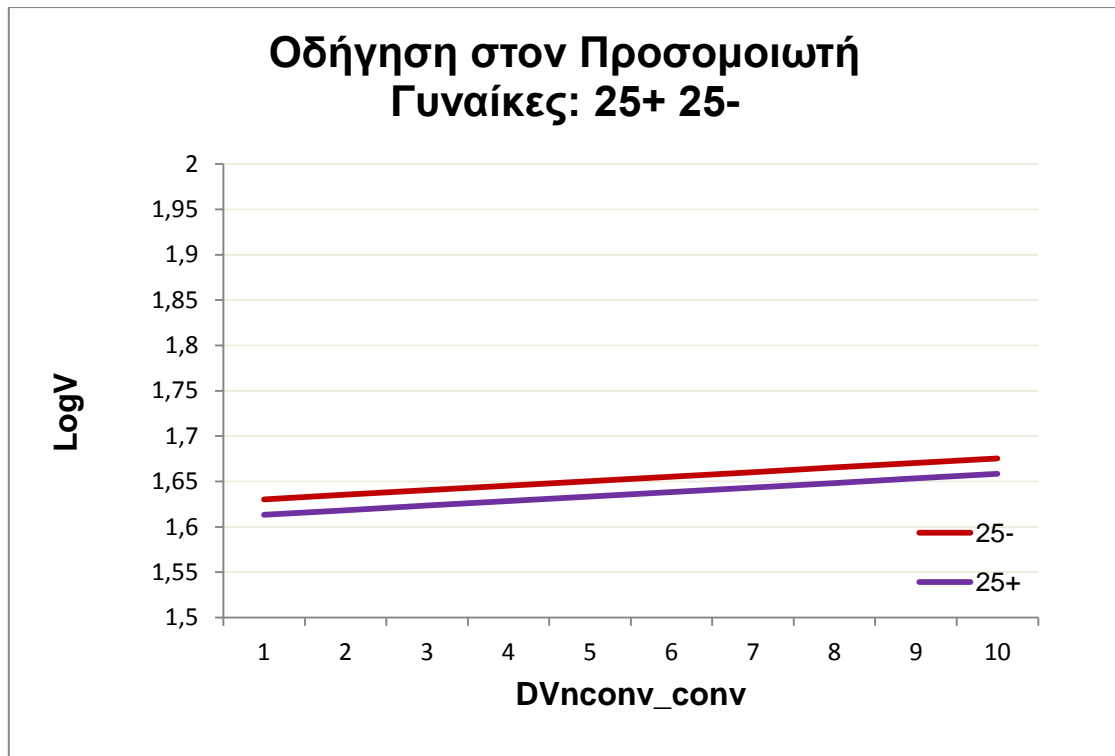




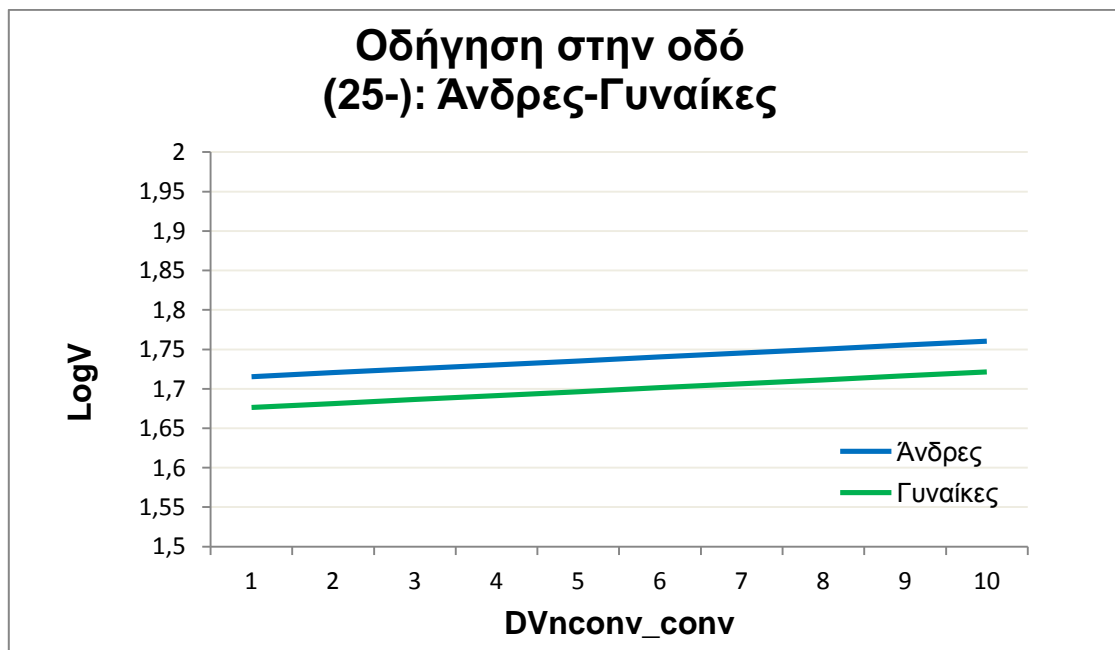
Διάγραμμα 6.5 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία, στον προσομοιωτή μεταξύ των ανδρών άνω και κάτω των 25 ετών.



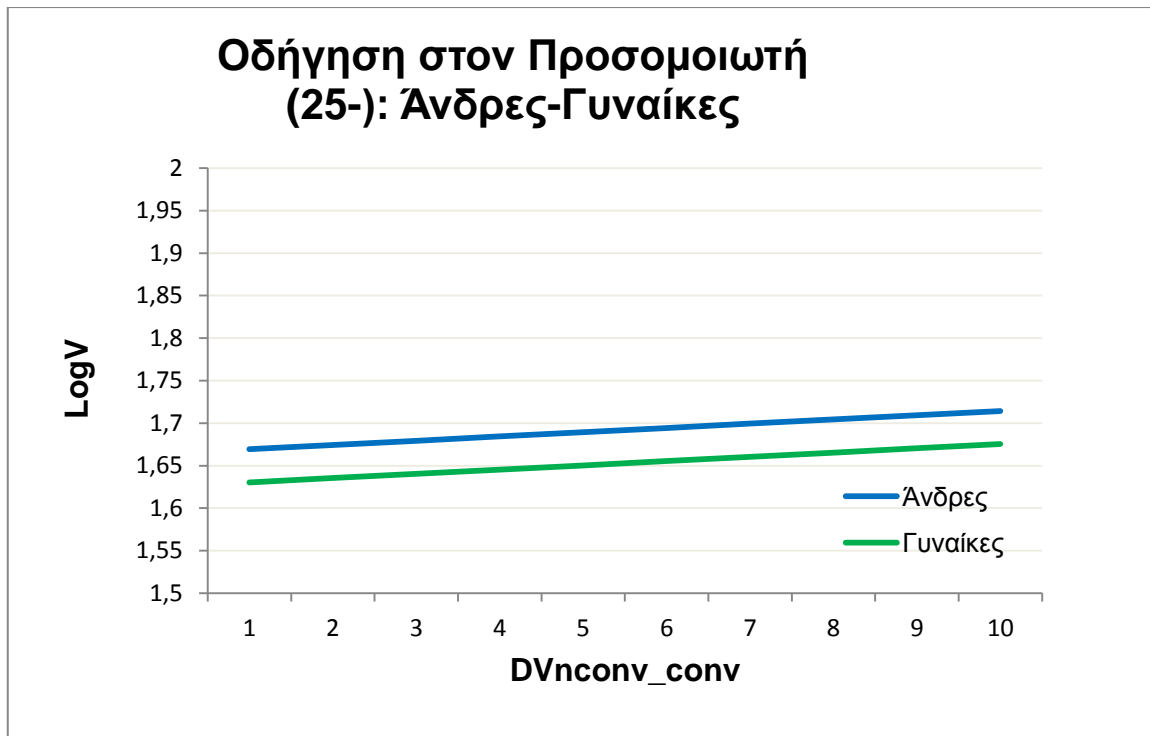
Διάγραμμα 6.6 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία, στον δρόμο μεταξύ των γυναικών άνω και κάτω των 25 ετών.



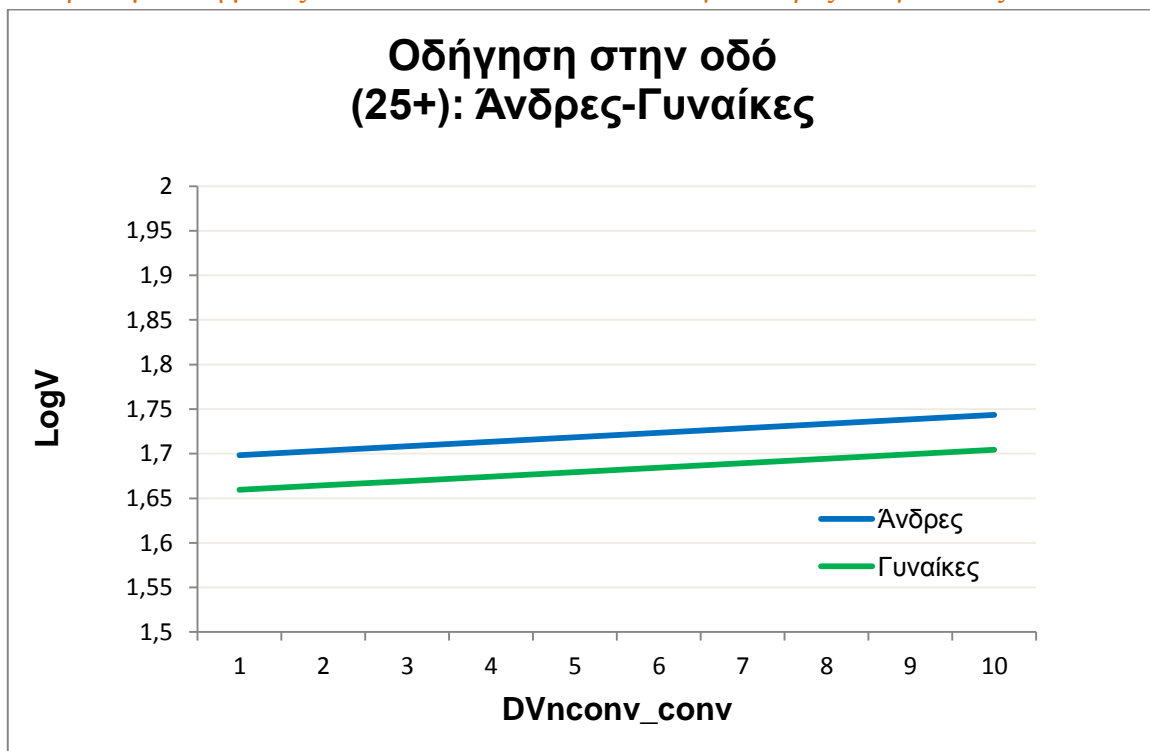
Διάγραμμα 6.7 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία στον προσομοιωτή μεταξύ των γυναικών άνω και κάτω των 25 ετών.



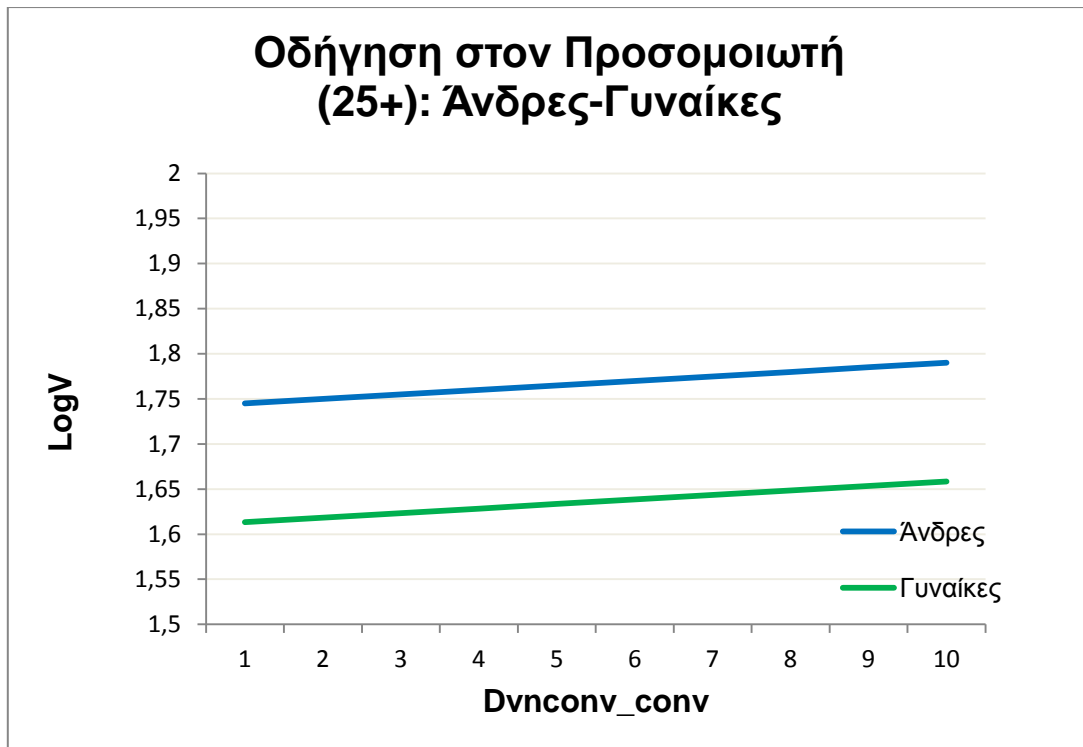
Διάγραμμα 6.8 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία στον δρόμο μεταξύ των νέων κάτω των 25 ετών για άνδρες και γυναίκες.



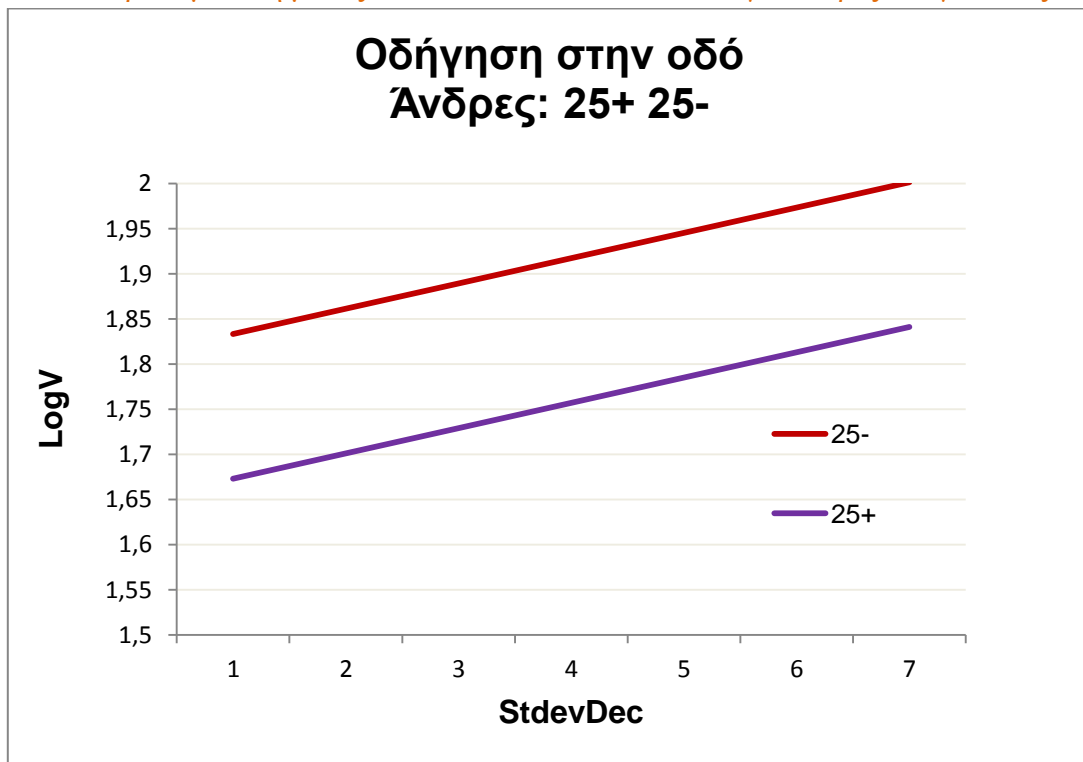
Διάγραμμα 6.9 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία στον προσομοιωτή μεταξύ των νέων κάτω των 25 ετών για άνδρες και γυναίκες



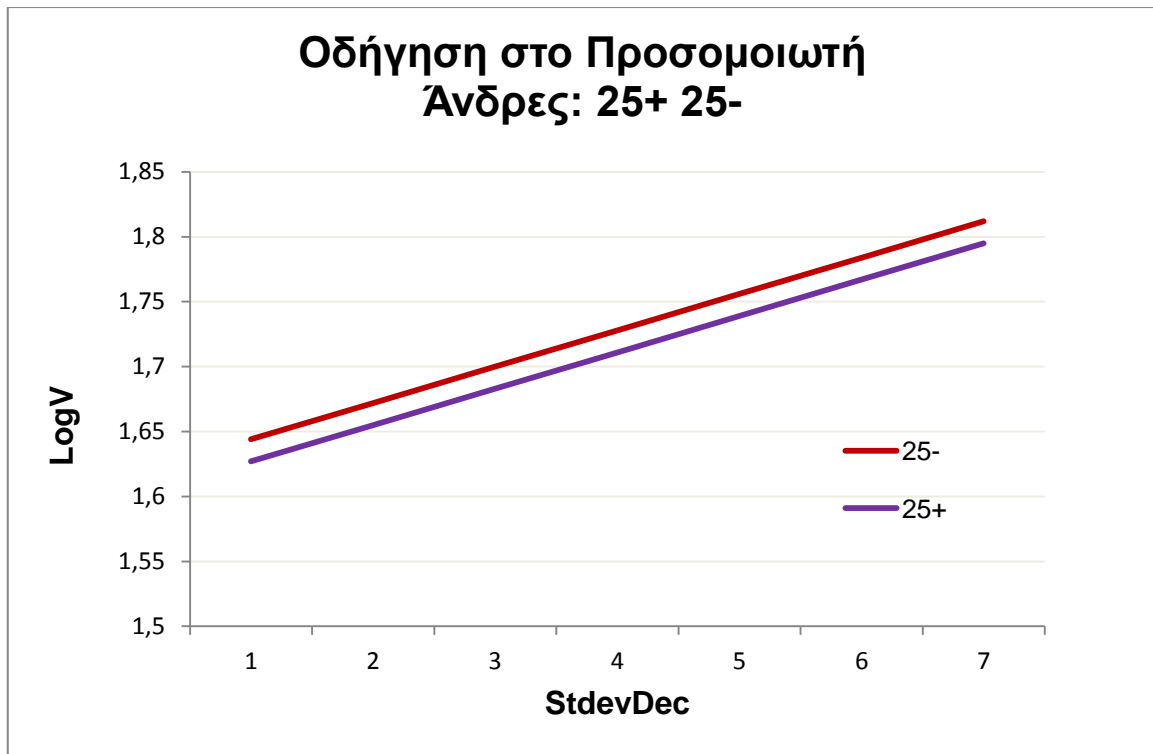
Διάγραμμα 6.10 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία στον δρόμο μεταξύ των νέων άνω των 25 ετών για άνδρες και γυναίκες



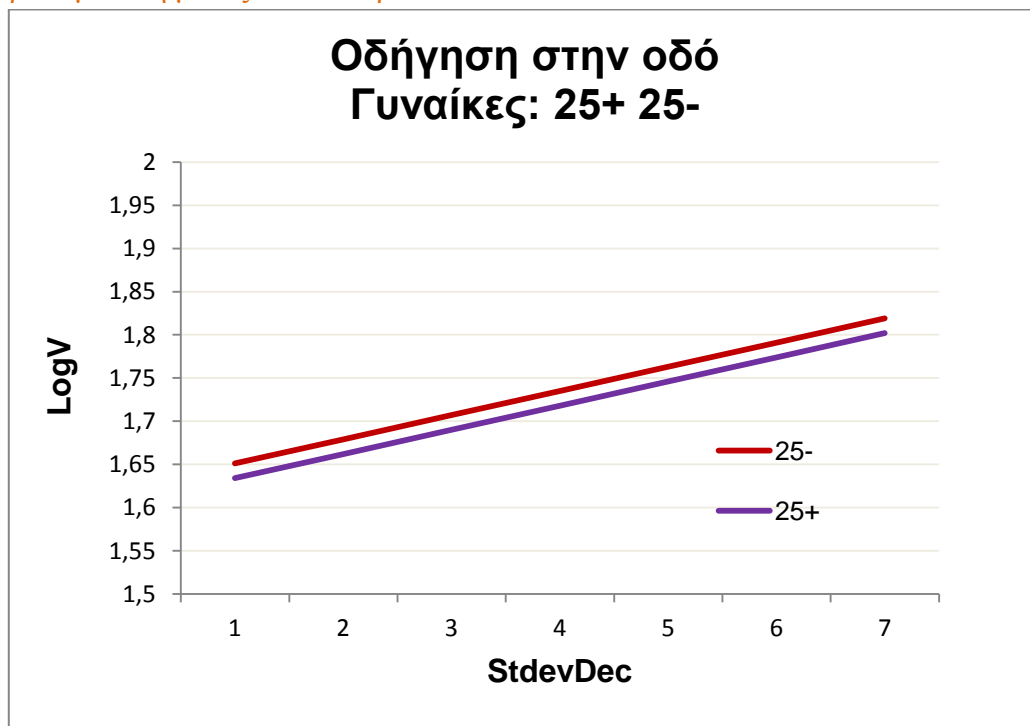
Διάγραμμα 6.11 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομίλια στον προσομοιωτή μεταξύ των νέων άνω των 25 ετών για άνδρες και γυναίκες



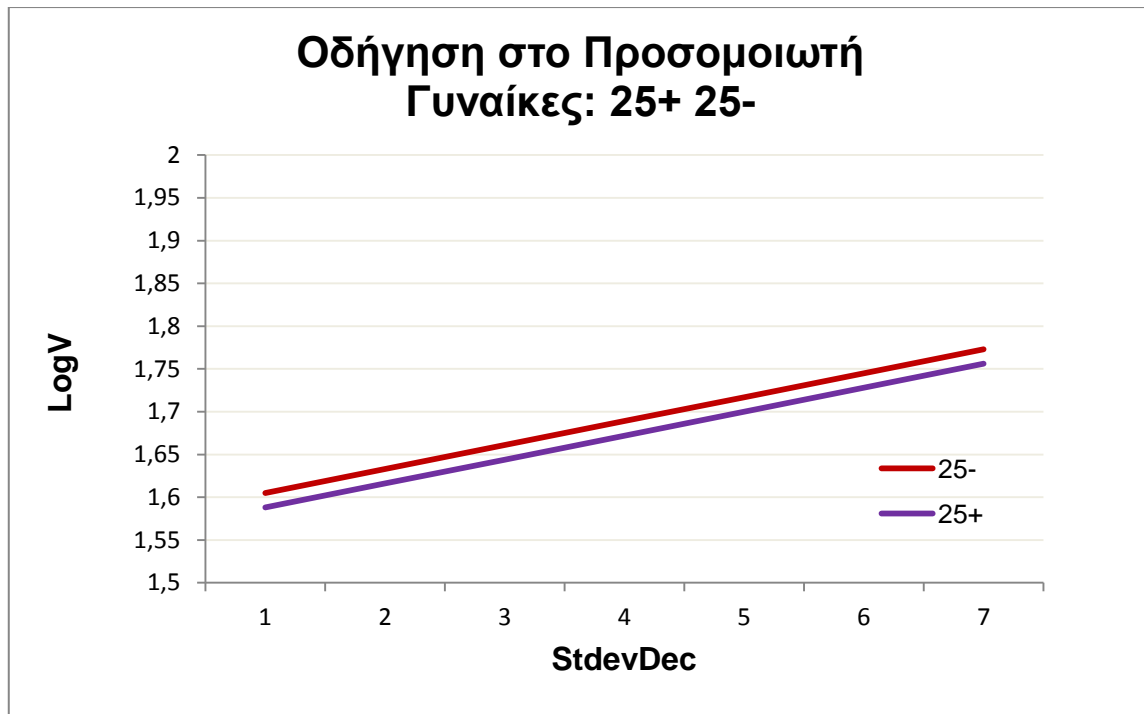
Διάγραμμα 6.12 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον δρόμο μεταξύ των ανδρών άνω και κάτω των 25 ετών.



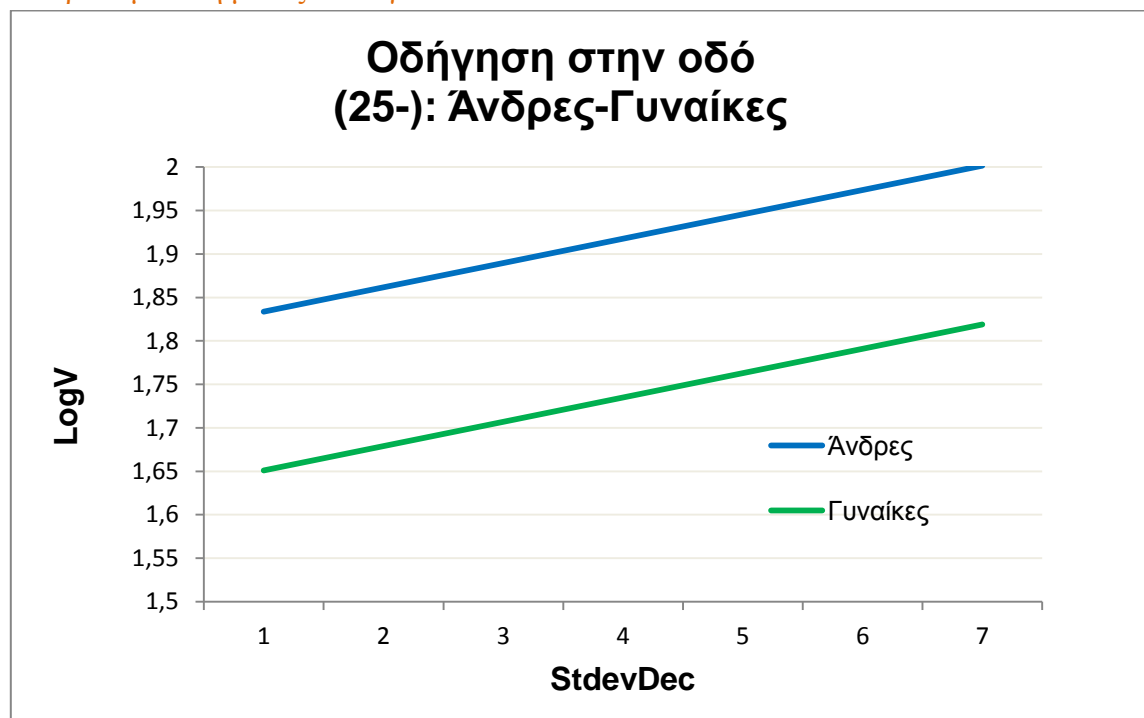
Διάγραμμα 6.13 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον προσομοιωτή μεταξύ των ανδρών άνω και κάτω των 25 ετών.



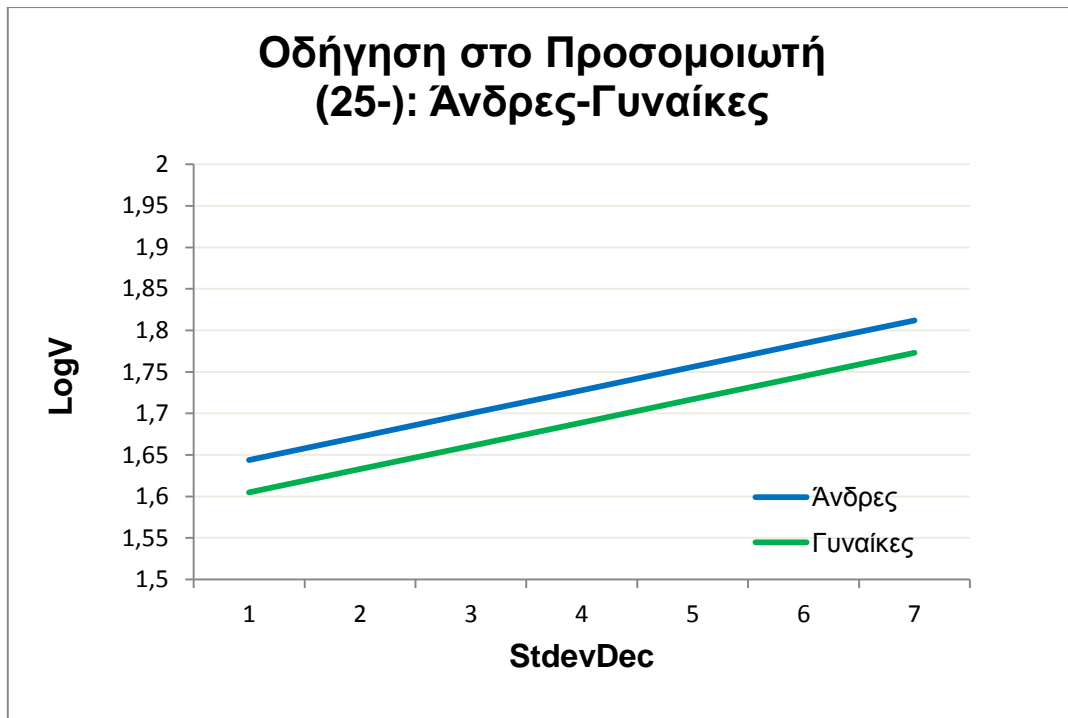
Διάγραμμα 6.14 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον δρόμο μεταξύ των γυναικών άνω και κάτω των 25 ετών.



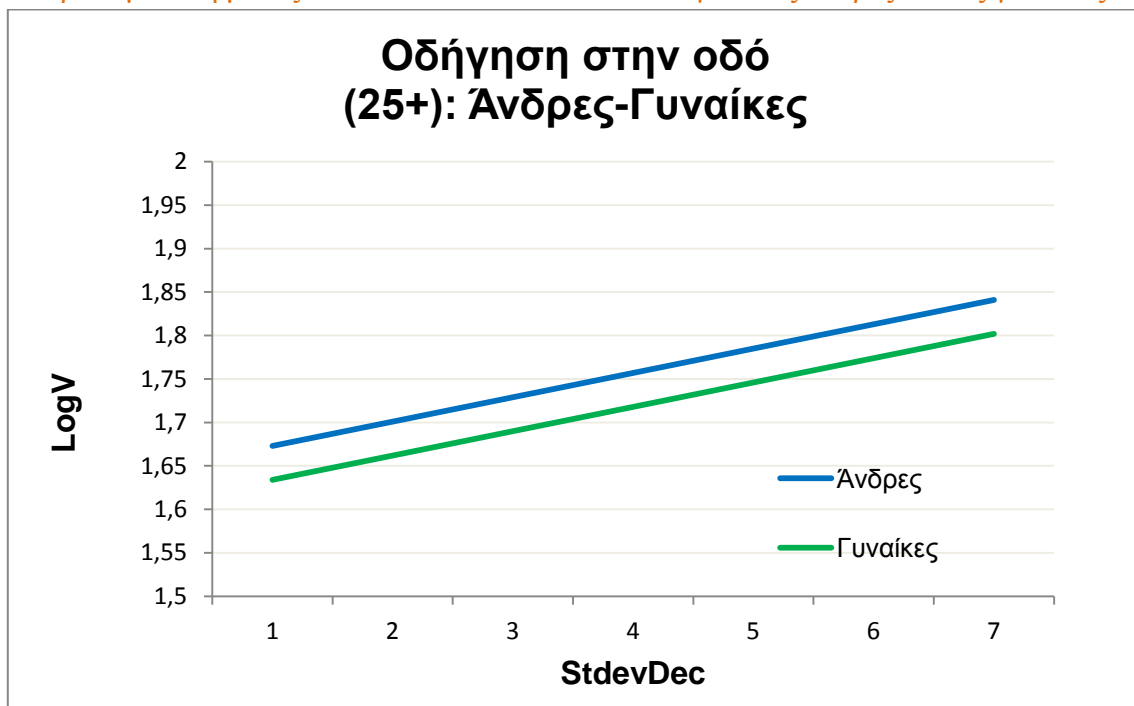
Διάγραμμα 6.15 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον προσομοιωτή μεταξύ των γυναικών άνω και κάτω των 25 ετών.



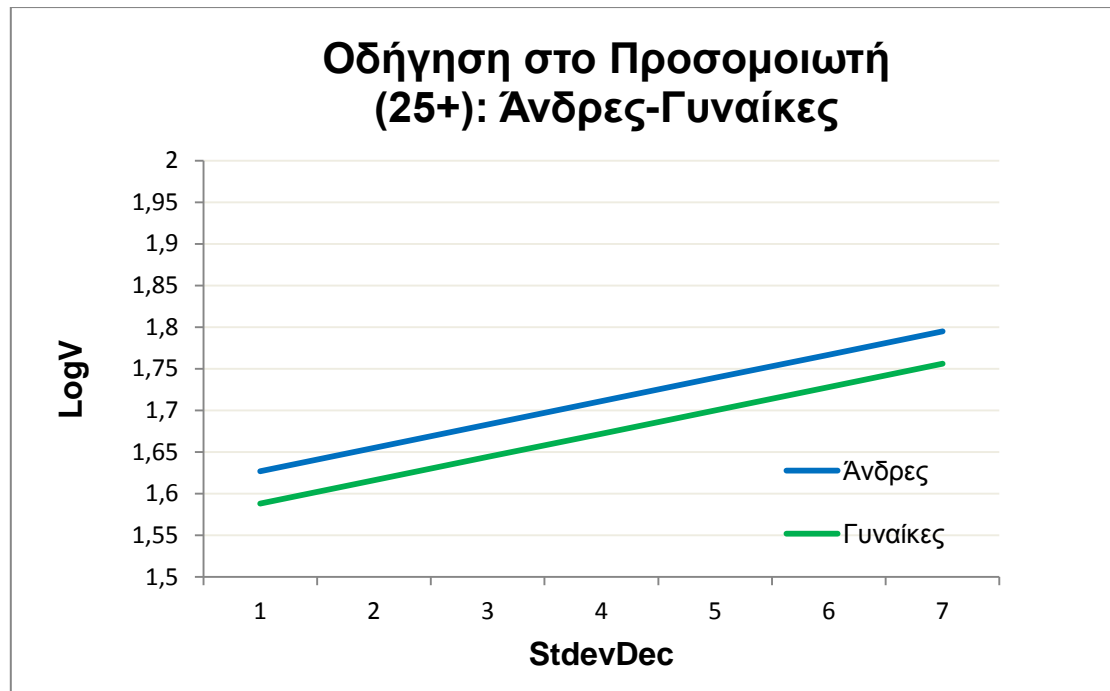
Διάγραμμα 6.16 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον δρόμο μεταξύ των νέων κάτω των 25 ετών για τους άνδρες και τις γυναίκες.



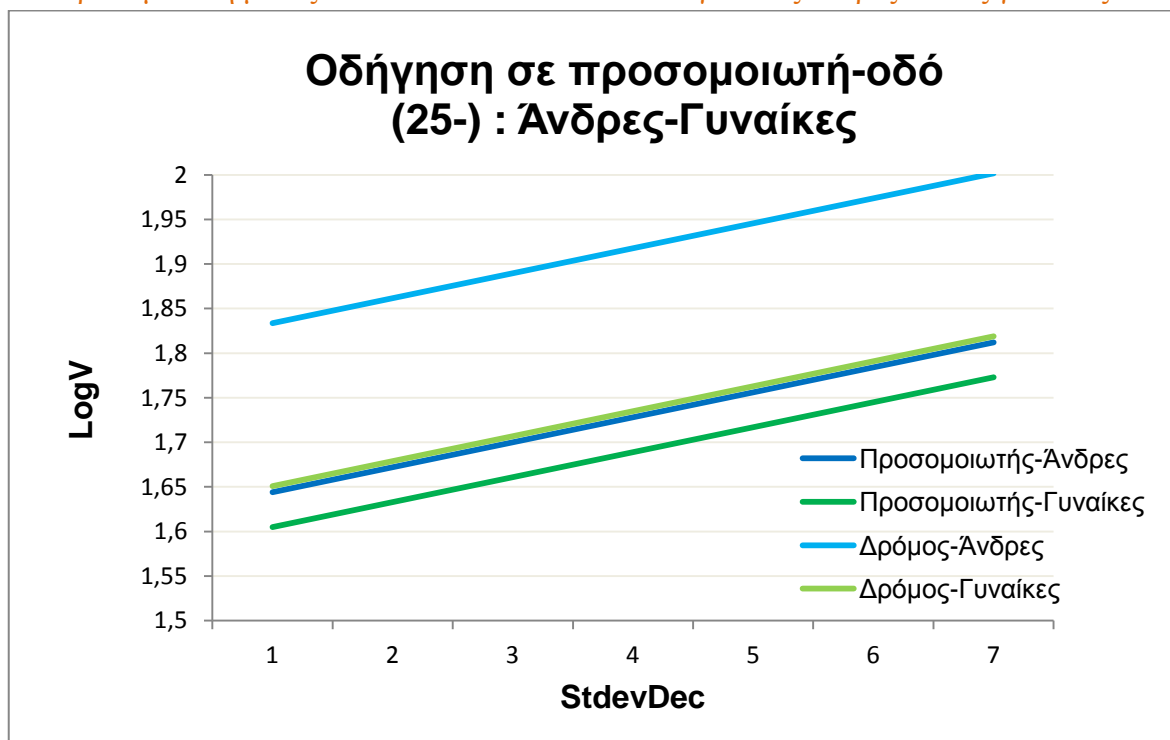
Διάγραμμα 6.17 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον προσομοιωτή μεταξύ των νέων κάτω των 25 ετών για τους άνδρες και τις γυναίκες.



Διάγραμμα 6.18 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον δρόμο μεταξύ των νέων άνω των 25 ετών για τους άνδρες και τις γυναίκες.

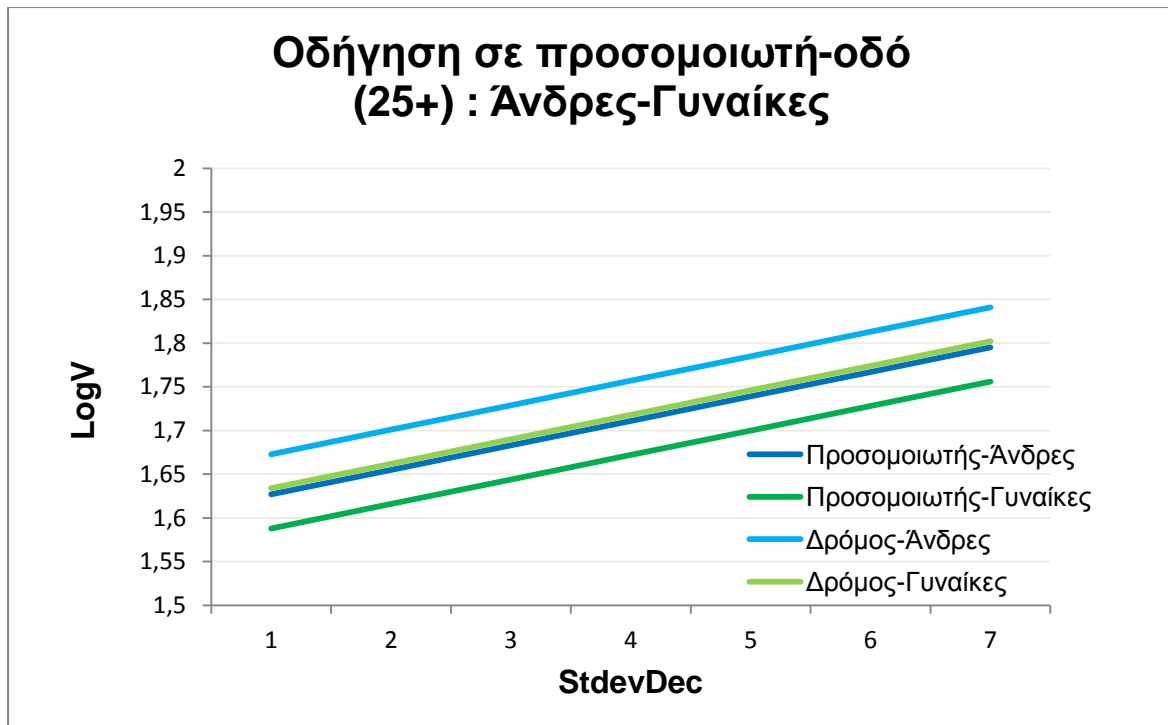


Διάγραμμα 6.19 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης στον προσομοιωτή μεταξύ των νέων άνω των 25 ετών για τους άνδρες και τις γυναίκες

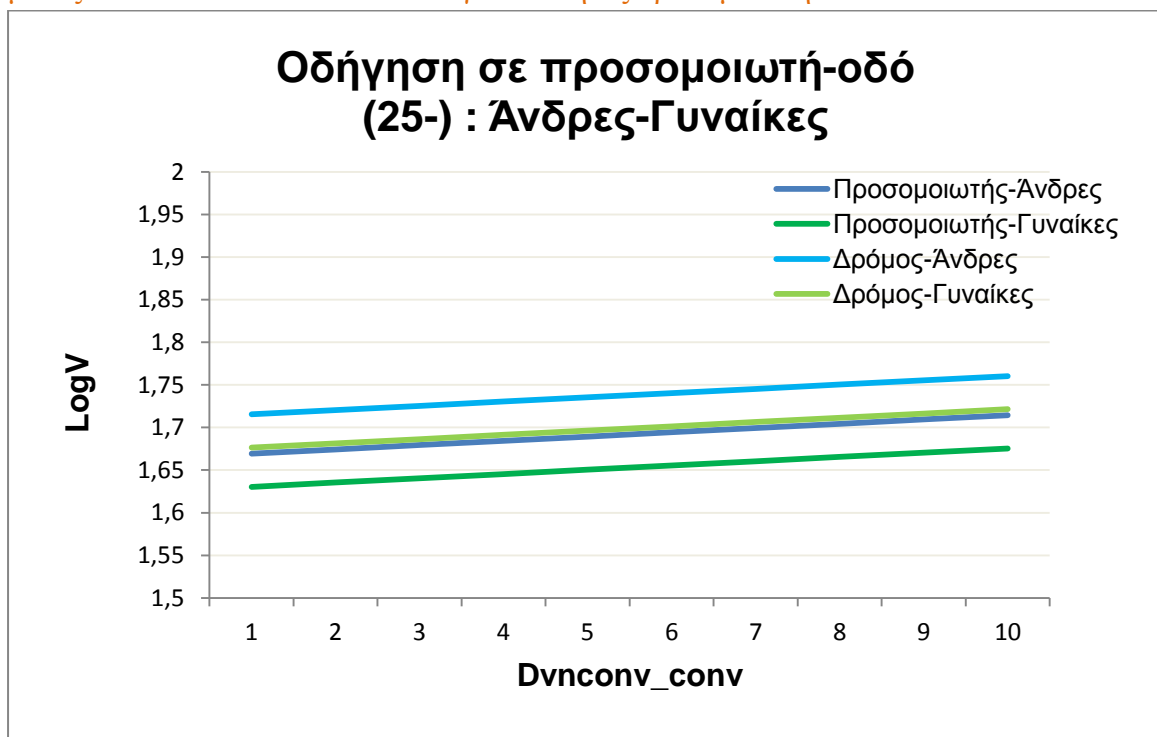


Διάγραμμα 6.20 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης μεταξύ των νέων κάτω των 25 ετών για συνθήκες προσομοιωτή και οδού.

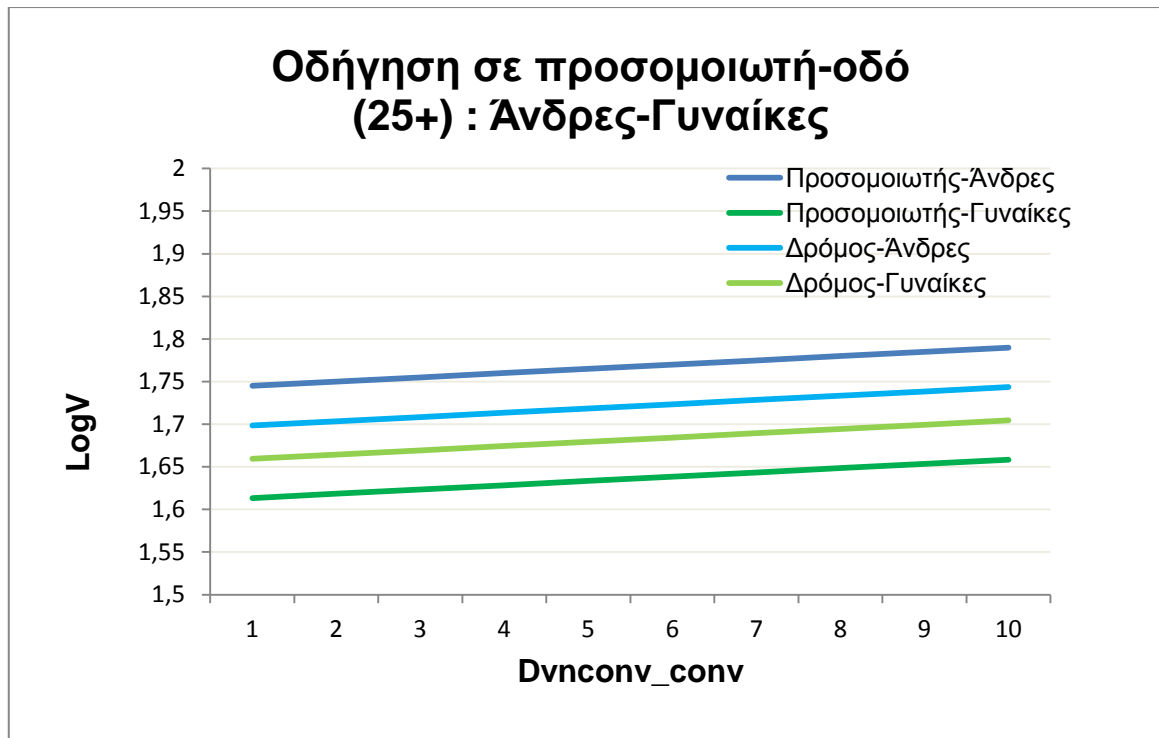




Διάγραμμα 6.21 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης μεταξύ των νέων άνω των 25 ετών για συνθήκες προσομοιωτή και οδού.



Διάγραμμα 6.22 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία μεταξύ των νέων κάτω των 25 ετών για συνθήκες προσομοιωτή και οδού



Διάγραμμα 6.23 : Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με την διαφορά ταχυτήτων με και χωρίς ομιλία μεταξύ των νέων άνω των 25 ετών για συνθήκες προσομοιωτή και οδού.

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα συμπεράσματα τα οποία και αποτελούν επιβεβαίωση των όσων έχουν προηγηθεί :

- Οι άνδρες οδηγοί παρουσίασαν αισθητά μεγαλύτερες μέσες ταχύτητες σε σύγκριση με τις γυναίκες οδηγούς ανεξαρτήτως ηλικίας αλλά και περιβάλλοντος οδήγησης.
- Οι οδηγοί με μεγαλύτερη διαφορά ταχυτήτων στην οδήγηση με και χωρίς ομιλία εμφάνισαν αυξημένη μέση ταχύτητα συγκριτικά με τους υπόλοιπους οδηγούς ανεξαρτήτως ηλικίας, φύλου και συνθηκών.
- Ως επί τον πλείστον, οι οδηγοί αύξαναν την μέση ταχύτητα οδήγησής τους σε πραγματικές συνθήκες αστικού περιβάλλοντος σε σχέση με την ταχύτητα στον προσομοιωτή σε όλες τις κατηγορίες ηλικίας και φύλου, με μοναδική εξαίρεση τους άνδρες άνω των 25 όπου εμφάνισαν μεγαλύτερη ταχύτητα στον προσομοιωτή.
- Οι οδηγοί άνω των 25 ετών τόσο άνδρες όσο και γυναίκες προκύπτει ότι οδηγούσαν πιο αργά από τους οδηγούς κάτω των 25 και στις δυο συνθήκες οδήγησης.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 7.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η **συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης και σε συνθήκες προσομοίωσης σε αστική οδό.**

Για την **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα με συμμετέχοντες 31 νέους οδηγούς ηλικίας 20 έως 30 ετών, οι οποίοι αρχικά οδήγησαν στον προσομοιωτή οδήγησης που διαθέτει το Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και στη συνέχεια σε ερευνητικό όχημα σε τμήμα αστικής οδού στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Παπάγου στην Αττική. Επιπλέον, κατασκευάστηκε και συμπληρώθηκε από τους οδηγούς ένα ειδικό ερωτηματολόγιο που αφορούσε βασικά χαρακτηριστικά τους.

Για την **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την **ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων** σε ότι αφορά τη μέση ταχύτητα οδήγησης πραγματοποιήθηκαν δύο στάδια. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει την περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων, η οποία οδήγησε στη δημιουργία δύο συγκεντρωτικών πινάκων που παρουσιάζουν τη διαφορά των απόλυτων και σχετικών μεγεθών σε κάθε περιβάλλον οδήγησης (Πίνακας 7.1). Το δεύτερο και καθοριστικό στάδιο, αφορά στην ανάπτυξη στατιστικού μοντέλου με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που σκοπό έχει τον προσδιορισμό της επιρροής του περιβάλλοντος (προσομοιωτής, οδός), των βασικών χαρακτηριστικών του οδηγού (ηλικία, φύλο, εμπλοκή σε ατύχημα κλπ) καθώς και του τρόπου οδήγησής του (μέσος όρος επιταχύνσεων, επιβραδύνσεων και των αντίστοιχων τυπικών αποκλίσεων) στη μεταβολή της μέσης ταχύτητας οδήγησης.

Από την στατιστική ανάλυση και έπειτα από πληθώρα δοκιμών, προέκυψε το **τελικό μαθηματικό μοντέλο** λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ της μέσης ταχύτητας του οδηγού και των διαφόρων παραγόντων που την επηρεάζουν. Επισημαίνεται πως η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου στην εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους 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 7.2 περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών επιρροής  $\beta_i$ , σημαντικότητας  $t$ , οι τιμές της σχετικής επιρροής  $e_i$  και  $e_i^*$  των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου ενώ προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη.

Συγκριτικός πίνακας σχετικών τιμών		Οδός		Προσομοιωτής		Οδός	Προσομοιωτής	Δχ(οδού)-Δχ(Προσομ.)	±u*SDx	Αποτέλεσμα
	Χαρακτηριστικό	A	B	A	B	Δχ(οδού)	Δχ(Προσομ.)			
Μέσος όρος από V	Ομιλία	39.38	40.73	33.14	34.38	-1.35	-1.24	-0.11	2.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	40.01	40.12	34.32	33.08	-0.11	1.24	-1.35	2.34	Μη Σημαντική
	Φύλο	40.49	39.46	36.17	30.42	1.03	5.75	-4.72	2.07	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Acc	Ομιλία	2.69	3.03	1.33	1.37	-0.34	-0.04	-0.30	0.32	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.92	2.78	1.35	1.35	0.14	0.00	0.14	0.35	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.63	1.38	1.31	0.40	0.07	0.33	0.34	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Dec	Ομιλία	-2.35	-2.55	-1.14	-1.18	0.20	0.04	0.16	0.23	Μη Σημαντική
	Ηλικία	-2.44	-2.46	-1.13	-1.20	0.02	0.07	-0.05	0.23	Μη Σημαντική
	Φύλο	-2.60	-2.25	-1.24	-1.06	-0.35	-0.18	-0.17	0.23	Μη Σημαντική
Μέσος όρος από Stdev(V)	Ομιλία	17.50	18.44	14.05	14.40	-0.94	-0.35	-0.59	1.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	17.52	18.51	14.49	13.90	-0.99	0.59	-1.58	1.40	Σημαντική Διαφορά
	Φύλο	18.40	17.37	15.47	12.50	1.03	2.97	-1.94	1.33	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Acc)	Ομιλία	3.66	3.93	0.76	0.77	-0.27	-0.01	-0.26	0.44	Μη Σημαντική
	Ηλικία	3.79	3.81	0.77	0.76	-0.02	0.01	-0.03	0.39	Μη Σημαντική
	Φύλο	4.04	3.46	0.78	0.75	0.58	0.03	0.55	0.44	Σημαντική Διαφορά
Μέσος όρος από Stdev(Dec)	Ομιλία	2.78	2.96	1.70	1.76	-0.18	-0.06	-0.12	0.35	Μη Σημαντική
	Ηλικία	2.84	2.91	1.64	1.84	-0.07	-0.20	0.13	0.32	Μη Σημαντική
	Φύλο	3.03	2.65	1.90	1.49	0.38	0.41	-0.03	0.34	Μη Σημαντική

Πίνακας 7.1 : Συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης σχετικών τιμών των μεγεθών μεταξύ Οδού – Προσομοιωτή ανά χαρακτηριστικό ομαδοποίησης των μετρήσεων.

Όπου :

	A	B
Ομιλία	με ομιλία	χωρίς ομιλία
Ηλικία	25-	25+
Φύλο	άνδρες	γυναίκες

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	$\beta_i$	t	Σχετική επιρροή	
			$e_i$	$e_i^*$
Συνθήκες οδήγησης	- 0.0460	- 4.087	- 0.0147	4.6601
Διαφορά ταχυτήτων	0.0050	2.558	0.0102	-3.2330
Τυπική απόκλιση επιβράδυνσης	0.0280	4.161	0.0412	-13.0438
Ηλικία	- 0.0170	- 1.785	- 0.0032	1
Φύλο	- 0.0390	- 4.250	- 0.0105	3.3137
Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία	- 0.0610	- 2.578	- 0.0390	12.3595

με  $R^2 = 0.575$ 

Πίνακας 7.2 : Μαθηματικό μοντέλο συσχέτισης των παραγόντων που επηρεάζουν την μέση ταχύτητα οδήγησης.

## 7.2 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, επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα συνολικά ερωτήματα της έρευνας, με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Έτσι, τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται όπως παρακάτω:

1. Από την αρχική στατιστική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι **οι απόλυτες τιμές των μετρούμενων μεταβλητών διαφέρουν στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης**. Ειδικότερα, για τα απόλυτα μεγέθη των μέσων όρων της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης καθώς και των τυπικών αποκλίσεων τους αναδεικνύεται σημαντική διαφορά στις μετρήσεις που καταγράφηκαν στην οδό συγκριτικά με εκείνες που καταγράφηκαν στη διαδικασία προσομοίωσης τόσο για το σύνολο των μετρήσεων όσο και για όλες τις κατηγορίες ομιλίας, ηλικίας, και φύλου, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στο ότι τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά στις δύο περιπτώσεις (προσομοιωτής, οδός) ήταν παρόμοια αλλά όχι απολύτως όμοια.

2. Αντίθετα, **η ανάλυση των σχετικών διαφορών της συμπεριφοράς των οδηγών στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης κατέδειξε ότι αυτές παραμένουν στην πλειοψηφία τους ίδιες**, αναδεικνύοντας την αξιοπιστία του προσομοιωτή σε πειράματα για τη συμπεριφορά των οδηγών. Πιο συγκεκριμένα :

- i. Για τα χαρακτηριστικά της ηλικίας και της απόσπασης προσοχής , η σχετική τιμή της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης καθώς και των τυπικών αποκλίσεων της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης δεν εμφανίζει σημαντική διαφορά ανάμεσα στην οδό και στον προσομοιωτή. Μοναδική εξαίρεση στα παραπάνω ευρήματα αποτελεί η σχετική τιμή της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας για την ηλικιακή κατηγοριοποίηση, η οποία και παρουσίασε αξιοσημείωτη διαφορά σε οδό και προσομοιωτή.
- ii. Όσον αφορά στο φύλο, παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο περιβάλλοντα οδήγησης για τις σχετικές τιμές της ταχύτητας, της τυπικής απόκλισης της και της τυπικής απόκλισης της επιτάχυνσης, ενδεχομένως διότι το κάθε φύλο προσαρμόζεται με διαφορετικό τρόπο στις συνθήκες οδήγησης στον προσομοιωτή. Για τις υπόλοιπες εξεταζόμενες μεταβλητές, δεν παρατηρείται αξιόλογη διαφοροποίηση.

3. Η μέση ταχύτητα εξαρτάται σημαντικά από την τυπική απόκλιση της επιβράδυνσης. Οι οδηγοί που εμφάνισαν μεγαλύτερες τυπικές αποκλίσεις της επιβράδυνσης παρουσίασαν και υψηλότερη μέση ταχύτητα οδήγησης. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από την εκτίμηση «**χαμηλές ταχύτητες, λιγότερο φρένο**». Δηλαδή, στις μικρές ταχύτητες

συνήθως εμφανίζονται μικρές επιβραδύνσεις άρα και μικρές διακυμάνσεις στην επιβράδυνση, ενώ ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει στις υψηλές ταχύτητες.

4. Οι **άνδρες οδηγοί** φαίνεται να παρουσιάζουν αισθητά **μεγαλύτερες μέσες ταχύτητες** σε σύγκριση με τις γυναίκες οδηγούς ανεξαρτήτως ηλικίας και οδικού περιβάλλοντος, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία που κατατάσσει τις γυναίκες στους περισσότερο επιφυλακτικούς οδηγούς.

5. Ο **βαθμός επιρροής** των παραμέτρων που εξετάστηκαν στη μέση ταχύτητα οδήγησης προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής, βάση της θεωρίας της ελαστικότητας. Από την ανάλυση αυτή προέκυψαν τα παρακάτω:

- i. Την **μικρότερη επιρροή** στη μέση ταχύτητα παρουσιάζει η **ηλικία**, η οποία αυξανόμενη (δηλαδή για τους οδηγούς άνω των 25) οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία.
- ii. Την αμέσως μεγαλύτερη επιρροή στον λογάριθμο της ταχύτητας φαίνεται να παρουσιάζουν οι μεταβλητές «Διαφορά ταχυτήτων οδήγησης χωρίς και με ομιλία», «Φύλο», «Συνθήκες οδήγησης», «Εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία».
- iii. Η μεταβλητή **«τυπική απόκλιση επιβράδυνσης» παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή** συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της ταχύτητας. Έχει 13 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την «ηλικία» και 11, 3 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές «εμπλοκή σε ατύχημα με ομιλία», «συνθήκες οδήγησης» οι οποίες έρχονται στη δεύτερη και τρίτη σειρά επιρροής αντίστοιχα.
- iv. Η μεταβλητή **«συνθήκες οδήγησης»** επηρεάζει σημαντικά την μεταβλητή της μέσης ταχύτητας και μάλιστα κατά 5 φορές περισσότερο από τη μεταβλητή «ηλικία». Επίσης, επηρεάζει 1.5 φορές περισσότερο το μοντέλο τόσο από την μεταβλητή «φύλο» όσο και από τη «διαφορά ταχυτήτων».

6. Επισημαίνεται ότι εξετάστηκαν **αρκετές επιπλέον μεταβλητές** που ανακτήθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων αλλά τελικώς **δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές** ώστε να περιληφθούν στο μοντέλο. Μερικές από αυτές είναι ο αριθμός μετακινήσεων εβδομαδιαία και τα χιλιόμετρα οδήγησης, οι ημέρες οδήγησης για εργασία και ψυχαγωγία και η αλλαγή οδικής συμπεριφοράς στην οδήγηση με ομιλία με τον συνεπιβάτη.

7. Υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας και για περιοχές εκτός από την περιοχή έρευνας, ώστε να αξιοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες οδήγησης αλλά και στις πηγές απόσπασης της προσοχής του οδηγού.



### 7.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

1. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε σαφώς **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 συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.
2. Είναι αποδεδειγμένο πως οι νεότεροι οδηγοί είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με τα τεχνολογικά επιτεύγματα με αποτέλεσμα να οδηγούν ευκολότερα στο ηλεκτρονικό περιβάλλον προσομοίωσης. Ένα πείραμα, λοιπόν, με συμμετέχοντες **διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**, ίσως καθιστούσε εφικτή τη εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων κατά τη συγκριτική ανάλυση της συμπεριφοράς του συνόλου των οδηγών στις δύο συνθήκες οδήγησης καθώς και ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες.
3. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εφαρμογή άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, οι οποίες θα ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα.
4. Ενδιαφέρουσα, επίσης, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσας, η οποία θα πραγματοποιηθεί σε **διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την **επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών** για παράδειγμα υπό βροχή ή υπό ομίχλη.
5. Απαραίτητο κρίνεται σε επόμενες μελέτες να γίνει χρήση **πιο σύγχρονων μέσων τεχνολογίας** επί του οχήματος, όπως ακριβέστερων μηχανημάτων GPS, ραντάρ μέτρησης της πλευρικής θέσης οχήματος, της ταχύτητας αντίδρασης και της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, καθώς και η **περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων με σύγχρονες μεθόδους**, όπως η πολύπλοκη τοπογραφική διαδικασία της διόρθωσης συντεταγμένων των GPS, ώστε να καταστεί δυνατή η συλλογή ακριβέστερων στοιχείων και παραμέτρων οδικής ασφάλειας. Τέτοιες μεταβλητές μπορεί να είναι η παρέκκλιση του οχήματος από την πορεία του, ο χρόνος αντίδρασης και η απόσταση από το μπροστινό όχημα.
6. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία μελέτη **συγκριτικής ανάλυσης** των χαρακτηριστικών οδικής συμπεριφοράς μεταξύ **αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος** αξιοποιώντας και τα στοιχεία από τα ήδη υπάρχοντα πειράματα.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γκαρτζονίκας Χ. (Ιούλιος 2012) "*Επιρροή των γραπτών μηνυμάτων στην κυκλοφορία και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αυτοκινητόδρομους με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης*", ΕΜΠ.
2. Γκέμου Μ., (Μάιος 2013) "*Μοντελοποίηση συμπεριφοράς οδηγού σε προσομοιωτή οδήγησης και συσχέτιση με πραγματικές συνθήκες*".
3. Ελληνική Αστυνομία, [www.astynomia.gr](http://www.astynomia.gr)
4. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)
5. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ. (Δεκέμβριος 2008) "*Σημειώσεις ειδικών θεμάτων σχεδιασμού οδών*".
6. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Δραγομάνοβιτς Α., Λαΐου Α., (Πάτρα, 2005), "*Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2010*", 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο συνέδριο οδικής ασφάλειας.
7. Μπαϊράμης Χ., Σκλιάς Β., (Οκτώβριος 2010) "*Διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά του οδηγού και στην πιθανότητα ατυχήματος σε ορεινή οδό με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης*", ΕΜΠ.
8. Παπαθανασίου Ε., Ποστταντζή Ε., ( Μάρτιος 2011) "*Η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με χρήση προσομοιωτή οδήγησης*", ΕΜΠ.
9. Παπαντωνίου Π., Πετρέλης Ν., (Ιούλιος 2008) "*Χρήση κινητού τηλεφώνου και χαρακτηριστικά κυκλοφορίας*", ΕΜΠ.
10. Χριστοφόρου Χ., (Ιούλιος 2012) "*Προσομοίωση των επιπτώσεων των γραπτών μηνυμάτων στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστική και επαρχιακή οδό*", ΕΜΠ.
11. Blana, E. (1996). "*Driving Simulator Validation Studies: A Literature Review.*" Institute of Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 480.
12. Blana, E. and Golias, J. (2002). "**Differences between vehicle lateral displacement on the road and in a fixed-base simulator**". Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol. 44, No.2, pp. 303-313.
13. Godley, S. T., Triggs, T. J. Fildes, B. N. (2002). "*Driving simulator validation for speed research*". Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, pp. 589-600.
14. Hirata, T., Yai, T. and Takagawa, T. (2007). "*Development of the Driving Simulation System MOVIC-T4 and Its Validation Using Field Driving Data*". Tsinghua Science & Technology, Vol. 12, No. 2, pp. 141-150.
15. Kaptein, N. A., Horst, A. R. and Hoekstra, W. (1996). "*The Effect of Field of View and Scene Content on the Validity of a Driving Simulator for Behavioral Research*" (No. TNO-TM-96-A022). HUMAN FACTORS RESEARCH INST TNO SOESTERBERG (NETHERLANDS).

16. Kendall, I.R. and Jones, R.P. (1999). *“An investigation into the use of hardware-in-the-loop simulation testing for automotive electronic control systems”*. *Control Engineering Practice*, Vol. 7, No. 11, pp. 1343-1356.
17. Miyajima, C., Nishiwaki, Y., Ozawa, K., Wakita, T., Itou, K. and Takeda, K. (2006). *“Cepstral analysis of driving behavioral signals for driver identification”*. In Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal, Vol. 5, pp. 921-924.
18. Riener, A. (2010). *“Assessment of Simulator Fidelity and Validity in Simulator and On-the-road Studies”*. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*, Vol. 3, No. 3&4, pp. 110-124.
19. Stutts, J.C., et al. (2003). *“Distractions in everyday driving”*. Report prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington D.C., United States
20. Yannis G., Papadimitriou E. , (April 2012 ) “Road Safety in Greece”.
21. Young, K.L., Regan, M. A. and Lee, J.D. (2009). *“Measuring the Effects of Driver Distraction: Direct Driving Performance Methods and Measures”*. Chapter in *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation*, pp. 85–105, CRC Press, ISBN: 978-0-8493-7426-5.
22. Science Direct, <http://www.sciencedirect.com/>
23. Ntua Road Safety Observatory, [www.nrso.ntua.gr](http://www.nrso.ntua.gr)
24. European Transport Safety Council, 2012, [www.etsc.eu](http://www.etsc.eu)
25. Foerst Driving Simulators, [www.drfoerst.de](http://www.drfoerst.de) , [www.simulators.gr](http://www.simulators.gr)
26. National Safety Council, [www.nsc.org/](http://www.nsc.org/)
27. <https://itunes.apple.com/us/app/gps-stone-gpx-trip-tracking/id441456344?mt=8>
28. <http://gps.motionx.com/>
29. <http://www.google.com/earth/>