

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

Π. Παπαντωνίου<sup>1</sup>, Δ. Βουτσινά<sup>2</sup>, Γ. Γιαννής<sup>3</sup>, Δ. Παύλου<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Διδάκτωρ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, pparant@central.ntua.gr

<sup>2</sup> Ερευνήτρια, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, danai.vou@gmail.com

<sup>3</sup> Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, geyannis@central.ntua.gr

<sup>4</sup> Διδάκτωρ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, dpavlou@central.ntua.gr

### Περίληψη

Η παρούσα μελέτη 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.

**Λέξεις κλειδιά:** Προσομοιωτής οδήγησης, έρευνα πεδίου, κινητό τηλέφωνο, αστικό περιβάλλον, νέοι οδηγοί

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 (2001), η καταλληλότητα ενός προσομοιωτή οδήγησης κρίνεται, ανεξαρτήτως πεδίου εφαρμογής, από την τεχνική του πιστότητα (fidelity) καθώς και την αξιοπιστία του (validity).

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. 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.

Ο Lee et al. (2008) 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).

Ο Riener (2010) 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). 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 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, ακολουθήση 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).

Με βάση την βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα που αποτελούν τους ερευνητικούς στόχους της παρούσας μελέτης. Στις περισσότερες έρευνες, οι συμμετέχοντες που συμμετείχαν στο δρόμο και στον προσομοιωτή δεν ήταν οι ίδιοι. Σε κάποιες δεν είναι καν 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. Παράλληλα, 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 ψυχροσύνθεση των συμμετεχόντων, που μπορεί να επηρεάσει με τη σειρά του τα αποτελέσματα.

Με βάση τα παραπάνω, στόχος της μελέτης είναι 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). Επιμέρους στόχο της μελέτης 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.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1 Δείγμα

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, αναπτύχθηκε και συμπληρώθηκε από τους οδηγούς ένα ειδικό ερωτηματολόγιο που αφορούσε βασικά χαρακτηριστικά τους. Θεωρήθηκε σκόπιμη η συγκεκριμένη στελέχωση του δείγματος ώστε να κατηγοριοποιηθούν οι συμμετέχοντες σε κάτω των 25 (άπειροι) και άνω των 25(πιο έμπειροι) οδηγοί. Όλοι τους είχαν δίπλωμα οδήγησης και στην πλειοψηφία τους ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου.

### 2.2 Πείραμα σε Προσομοιωτή Οδήγησης

Το πείραμα αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί στον προσομοιωτή (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. 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.



Σχήμα 1 : Προσομοιωτής οδήγησης

Η διάρκεια της διαδρομής σε κάθε φάση επιλέχθηκε να είναι περίπου δύομισι 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.



Σχήμα 2: Σενάριο αστικής οδού – διαδρομή

### **2.3 Πείραμα σε Πραγματικές συνθήκες**

Στη συνέχεια επιλέχθηκε η διαδρομή σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης όπου και 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)



Σχήμα 2 : Σκαρίφημα επιλεχθείσας αστικής οδού

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 στην εικόνα 2 η κατεύθυνση των μετρήσεων επιλέχθηκε να είναι μία (με κίτρινο χρώμα έχει σχεδιαστεί το μήκος του μονόδρομου),

οπότε μεταξύ των πειραμάτων του ίδιου οδηγού περιλαμβάνεται και διάλειμμα πέντε λεπτών έως ότου επιστρέψει το όχημα στην θέση εκκίνησης.

## **2.4 Πειραματική Διαδικασία**

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 ποια 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.

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. 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 συνήθειες τους κατά την οδήγηση.

## **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

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.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας σύγκρισης τιμών των μεγεθών μεταξύ Οδού – Προσομοιωτή ανά χαρακτηριστικό ομαδοποίησης των μετρήσεων



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

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα , η συγκριτική ανάλυση των τιμών των μεγεθών της οδού με τα αντίστοιχα του προσομοιωτή οδήγησε σε ιδιαίτερα αξιολογικά 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.

Στη συνέχεια, το δεύτερο μέρος της ανάλυσης λαμβάνει χώρα που αφορά την ανάπτυξη ενός μοντέλου της γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα οδήγησης. Οι τιμές των παραμέτρων που συμμετέχουν στο μοντέλο παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 2. Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

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

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι 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. Παράλληλα, 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.

Επίσης, 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: 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. 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».

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. 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».

Συμπερασματικά, 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.

Σε επόμενο βήμα, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε 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

#### Βιβλιογραφία

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.

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.

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.

Blaauw, G.J., 1982. Driving experience and task demands in simulator and instrumented car: a validation study, *Human Factors* 24, 473-486.

Jamson, A.H., 2001. Image characteristics and their effect on driving simulator validity. *Proceedings of the first international driving symposium on human factors in driver assessment, training and vehicle design* (pp.190-195). Aspen, CO.

Lee, J.D., Young, K.L., Regan, M.A., 2008. *Driver Distraction, Theory, Effects and Mitigation*, CRC Press, Taylor and Francis Group.