

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

*Διπλωματική Εργασία*

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΥΠΝΗΛΙΑΣ ΣΤΗΝ  
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ:  
ΜΕΛΕΤΗ ΣΕ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ**

υπό

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ–ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΘΕΟΥ**

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

2020

© 2020 Κωνσταντίνα-Δέσποινα Θέου

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

## **Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής (Συν-επιβλέπων) Δρ. Ιωάννης Αδάμος  
Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς  
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Κυκλοφορίας, Μεταφορών και Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με επιβλέποντες καθηγητές τη Δρα. Ευτυχία Ναθαναήλ και τον Δρα. Ιωάννη Αδάμο, τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη βοήθεια, τη στήριξη και την καθοδήγησή τους κατά τη διεξαγωγή της εργασίας, όπως και για την εμπιστοσύνη, την υπομονή και την επιμονή τους. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα. Παντελεήμονα Κοπελιά, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας και τις πολύτιμες υποδείξεις του.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους βοήθησαν στην οργάνωση του πειράματος και όσους συνέβαλαν στην έρευνα με την πολύτιμη συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία.

Τέλος, θα ήθελα μέσα από την καρδιά μου, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και κυρίως στους πολυαγαπημένους μου γονείς, οι οποίοι αποτέλεσαν το στήριγμά μου όλα αυτά τα χρόνια και με βοήθησαν να ξεπεράσω κάθε δυσκολία, δείχνοντας την εμπιστοσύνη, την αγάπη και την ενθάρρυνσή τους σε κάθε μου βήμα.

Κωνσταντίνα-Δέσποινα Θέου

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΥΠΝΗΛΙΑΣ ΣΤΗΝ  
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ:  
ΜΕΛΕΤΗ ΣΕ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ**

Κωνσταντίνα-Δέσποινα Θέου

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2020

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ευτυχία Ναθαναήλ, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Συν-επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Αδάμος, Διδάσκων

**Περίληψη**

Η κόπωση και η υπνηλία κατά τη διάρκεια της οδήγησης αποτελεί ένα συχνό φαινόμενο που σχετίζεται σε μεγάλο ποσοστό με την πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων, τα οποία, συχνά, είναι θανατηφόρα. Η παρούσα έρευνα εξετάζει την επίδραση της ποιότητας ύπνου και της υπνηλίας στην οδήγηση, με τη βοήθεια πειραμάτων σε προσομοιωτή οδήγησης. Ζητήθηκε από ένα δείγμα 60 ατόμων, ύστερα από καταγραφή των συνηθειών του ύπνου τους για μια εβδομάδα, να οδηγήσουν για 30 λεπτά σε έναν πλήρως εξοπλισμένο προσομοιωτή οδήγησης, με ταυτόχρονη καταγραφή των κινήσεων των βλεφάρων των ματιών τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι η υπνηλία επηρεάζει την οδηγική συμπεριφορά, διαμορφώνοντας τον τρόπο και τα χαρακτηριστικά οδήγησής τους.

**ASSESSING THE EFFECTS OF SLEEPINESS ON DRIVING  
PERFORMANCE AND BEHAVIOR: A DRIVING SIMULATION  
STUDY**

Konstantina-Despoina Theou

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2020

Thesis supervisor: Eftihia Nathanail, Associate Professor

Thesis co-supervisor: Ioannis Adamos, Adjunct Lecturer

**Abstract**

Driver fatigue and drowsiness is a common phenomenon that is largely associated with causing road accidents, a high proportion of which are fatal. The present study investigates the effects of sleep quality and drowsiness on driving, through experiments on a driving simulator. A sample of 60 people were recruited, after recording their sleeping habits for a week, to drive for 30 minutes on a fully equipped driving simulator, detecting at the same time eyes' closure duration and microsleeps. The findings of the research reveal that drivers' sleepiness affects driving behavior by influencing driving style and characteristics.

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Κεφάλαιο 1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1	Ερευνητική περιοχή .....	1
1.2	Κίνητρο - Στόχος .....	2
1.3	Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	3
<b>Κεφάλαιο 2</b>	<b>Μεθοδολογία.....</b>	<b>4</b>
<b>Κεφάλαιο 3</b>	<b>Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....</b>	<b>7</b>
3.1	Επισκόπηση βιβλιογραφίας.....	7
3.2	Επισκόπηση τροχαίων ατυχημάτων .....	12
3.3	Ο ανθρώπινος έλεγχος στην οδήγηση .....	13
3.3.1	Ποικιλομορφία χρηστών .....	14
3.3.2	Στοιχεία συμπεριφοράς .....	14
3.3.3	Υπνηλία και οδήγηση.....	16
3.4	Προγενέστερες έρευνες για την οδηγική ικανότητα και τη συμπεριφορά των χρηστών .....	18
3.4.1	Μεθοδολογικές προσεγγίσεις.....	18
3.4.2	Τρόποι ανάλυσης δεδομένων .....	20
3.5	Προσομοιωτές οδήγησης .....	21
3.5.1	Ιστορική εξέλιξη .....	22
3.5.2	Χρήση προσομοιωτών σε έρευνες οδικής ασφάλειας .....	23
3.5.3	Προγενέστερες έρευνες με χρήση προσομοιωτών για την υπνηλία/κόπωση κατά την οδήγηση και την οδηγική συμπεριφορά .....	23
3.6	Σύνοψη Κεφαλαίου 3 .....	26
<b>Κεφάλαιο 4</b>	<b>Σχεδιασμός και υλοποίηση έρευνας.....</b>	<b>28</b>
4.1	Καθορισμός δείγματος.....	28
4.2	Παρακολούθηση και καταγραφή συνηθειών ύπνου .....	29
4.3	Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος προσομοίωσης.....	30
4.4	Περιβάλλον πειράματος .....	34
4.5	Συλλογή δεδομένων.....	35
4.6	Υλοποίηση πειράματος .....	37
4.7	Σύνοψη Κεφαλαίου 4 .....	38
<b>Κεφάλαιο 5</b>	<b>Αποτελέσματα.....</b>	<b>39</b>
5.1	Μέθοδοι ανάλυσης .....	39

<b>5.2</b>	<b>Περιγραφή δείγματος.....</b>	<b>40</b>
<b>5.3</b>	<b>Περιγραφική στατιστική.....</b>	<b>45</b>
<b>5.4</b>	<b>Επαγωγική στατιστική.....</b>	<b>54</b>
5.4.1	Μέση ταχύτητα.....	55
5.4.2	Μέση επιτάχυνση.....	62
5.4.3	Πλευρική ταχύτητα.....	65
5.4.4	Πλευρική απόσταση.....	68
5.4.5	Γωνία στροφής τιμονιού.....	76
<b>5.5</b>	<b>Μοντέλα πρόβλεψης συμπεριφοράς.....</b>	<b>84</b>
<b>5.6</b>	<b>Σύνοψη Κεφαλαίου 5.....</b>	<b>89</b>
<b>Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....</b>		<b>90</b>
<b>6.1</b>	<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>90</b>
<b>6.2</b>	<b>Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....</b>	<b>92</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>		<b>94</b>



## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3-1: Συγκεντρωτικός πίνακας άρθρων.....	7
Πίνακας 3-2: Διαχωρισμός άρθρων σε θεματικές ενότητες.....	11
Πίνακας 4-1: Ερωτήσεις ημερολογίου ύπνου.....	30
Πίνακας 4-2: Μεταβλητές καταγραφής του προσομοιωτή οδήγησης Carnetsoft.....	33
Πίνακας 4-3: Μεταβλητές καταγραφής του λογισμικού DSS.....	34
Πίνακας 4-4: Πεδία ερωτηματολογίου.....	36
Πίνακας 5-1: Κατηγορίες ΔΜΣ (World Health Organization, 2019).....	42
Πίνακας 5-2: Κλίμακα υπνηλίας Epworth.....	51
Πίνακας 5-3: Αποτελέσματα Κλίμακας Υπνηλίας Epworth (Πηγή: <a href="https://epworthsleepinessscale.com">https://epworthsleepinessscale.com</a> ).....	52
Πίνακας 5-4: Επισκόπηση τιμών εξαρτημένων μεταβλητών.....	55
Πίνακας 5-5: Σύνοψη μοντέλου πρόβλεψης των microsleeps.....	85
Πίνακας 5-6: Μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης των microsleeps.....	85
Πίνακας 5-7: Σύνοψη μοντέλου πρόβλεψης της προσοχής εκτός δρόμου.....	86
Πίνακας 5-8: Μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης της προσοχής εκτός δρόμου.....	87
Πίνακας 5-9: Σύνοψη μοντέλου πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής.....	87
Πίνακας 5-10: Μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής.....	88

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2-1: Μεθοδολογική προσέγγιση διπλωματικής εργασίας.....	4
---	---

Σχήμα 4-1: Περιβάλλον προσομοιωτή οδήγησης. ....	31
Σχήμα 5-1: Φύλο συμμετεχόντων. ....	41
Σχήμα 5-2: Ηλικία συμμετεχόντων. ....	41
Σχήμα 5-3: Κατανομή δείγματος σύμφωνα με τον Δείκτη Μάζας Σώματος. ....	42
Σχήμα 5-4: Απασχόληση. ....	43
Σχήμα 5-5: Επίπεδο εκπαίδευσης. ....	43
Σχήμα 5-6: Μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα. ....	43
Σχήμα 5-7: Τόπος διαμονής. ....	44
Σχήμα 5-8: Συχνότητα άθλησης (1), φυσική κατάσταση (2) και κατάσταση υγείας (3) για κάθε ηλικιακή ομάδα. ....	45
Σχήμα 5-9: Κατανομή δείγματος ανάλογα με την οδηγική εμπειρία. ....	46
Σχήμα 5-10: Συχνότητα οδήγησης σε αστικό δίκτυο. ....	47
Σχήμα 5-11: Συχνότητα οδήγησης σε υπεραστικό δίκτυο. ....	47
Σχήμα 5-12: Κατανομή απαντήσεων στο ημερολόγιο ύπνου με βάση την ηλικία. ....	48
Σχήμα 5-13: Μέση ταχύτητα (m/s) για κάθε ηλικιακή ομάδα. ....	49
Σχήμα 5-14: Χρόνος που διασχίζει το όχημα την οριογραμμή (sec) για κάθε ηλικιακή ομάδα. .....	49
Σχήμα 5-15: Λάθη στην οδήγηση για κάθε ηλικιακή ομάδα. ....	50
Σχήμα 5-16: Απαντήσεις Κλίμακας Υπνηλίας Erworth με βάση την ηλικία. ....	51
Σχήμα 5-17: Βαθμολογία Κλίμακας Υπνηλίας Erworth για κάθε ηλικιακή ομάδα. ....	53

Σχήμα 5-18: Βαθμολογία Κλίμακας Υπνηλίας Erworth για τις κατηγορίες ΔΜΣ.....	53
Σχήμα 5-19: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth.....	56
Σχήμα 5-20: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τον Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI).....	57
Σχήμα 5-21: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με την ποιότητα ύπνου. ....	57
Σχήμα 5-22: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα. ....	58
Σχήμα 5-23: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με την εμφάνιση MICROSLEEP. ....	59
Σχήμα 5-24: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα και το φύλο. ....	60
Σχήμα 5-25: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με την ποιότητα ύπνου και το φύλο. ....	61
Σχήμα 5-26: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth και την ηλικία.....	62
Σχήμα 5-27: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης (m/s <sup>2</sup> ) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth. ....	63
Σχήμα 5-28: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης (m/s <sup>2</sup> ) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα. ....	63

Σχήμα 5-29: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης (m/s <sup>2</sup> ) με την εμφάνιση MICROSLEEP.....	64
Σχήμα 5-30: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης (m/s <sup>2</sup> ) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth και την ηλικία. ....	65
Σχήμα 5-31: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth. ....	66
Σχήμα 5-32: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας (m/s) με την ποιότητα ύπνου.....	66
Σχήμα 5-33: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth και το φύλο. ....	67
Σχήμα 5-34: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth. ....	68
Σχήμα 5-35: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με τον Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI).....	69
Σχήμα 5-36: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ποιότητα ύπνου. ....	70
Σχήμα 5-37: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα. ....	70
Σχήμα 5-38: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την εμφάνιση MICROSLEEP. ....	71
Σχήμα 5-39: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου.....	72

Σχήμα 5-40: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής.....	72
Σχήμα 5-41: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ποιότητα ύπνου και το φύλο.....	73
Σχήμα 5-42: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου και την ηλικία.....	74
Σχήμα 5-43: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου και το φύλο.....	74
Σχήμα 5-44: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής και την ηλικία. ....	75
Σχήμα 5-45: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής και το φύλο.....	75
Σχήμα 5-46: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth. ....	76
Σχήμα 5-47: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με τον Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI).....	77
Σχήμα 5-48: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ποιότητα ύπνου.....	78
Σχήμα 5-49: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα. ....	78
Σχήμα 5-50: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου.....	79

Σχήμα 5-51: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής. ....	80
Σχήμα 5-52: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την εμφάνιση MICROSLEEP και το φύλο. ....	81
Σχήμα 5-53: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων εκτός δρόμου και το φύλο. ....	82
Σχήμα 5-54: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων εκτός δρόμου και την ηλικία. ....	82
Σχήμα 5-55: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη απόσπασης της προσοχής και το φύλο. ....	83
Σχήμα 5-56: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη απόσπασης της προσοχής και την ηλικία. ....	84

## **Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή**

Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με την περιοχή της έρευνας, το κίνητρο και τον στόχο υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας και γίνεται σύντομη περιγραφή των βασικών ενοτήτων που ακολουθούν.

### **1.1 Ερευνητική περιοχή**

Η κόπωση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που προκαλούν ατυχήματα (Adamos & Nathanail, 2019; McCartt et al., 1996; Sagberg et al., 2004; Scott et al., 2007; Williamson et al., 2001). Η υπνηλία σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την οδική ασφάλεια καθώς, σύμφωνα με έρευνες, περίπου το 20% των σοβαρών ή θανατηφόρων ατυχημάτων οφείλεται στην υπνηλία των εμπλεκόμενων οδηγών (Connor et al., 2002; Kecklund et al., 2012). Ειδικά σε αυτοκινητοδρόμους, ο ύπνος στο τιμόνι αποτελεί σημαντική αιτία πρόκλησης ατυχημάτων (Horne et al., 1995; Philip et al., 1996, 1999, 2001; Sagberg, 1999; Garbarino et al., 2001; Sagaspe et al., 2008). Η κόπωση είναι πιθανόν να εμφανιστεί ύστερα από πολύωρη οδήγηση με απαίτηση συνεχούς προσοχής από τον οδηγό (Lal et al., 2001; Thiffault et al., 2003; Ting et al, 2008) και αποδεικνύεται πως επηρεάζει αρνητικά την οδηγική ικανότητα κατά τη διάρκεια μεγάλων και μονότονων δρομολογίων (Lal et al., 2001; Sagaspe et al., 2008).

Ακόμη και εάν η κόπωση και η υπνηλία προκαλούνται από διαφορετικούς παράγοντες και επηρεάζονται από διαφορετικούς μηχανισμούς, στον τομέα των μεταφορών αντιμετωπίζονται με κοινό τρόπο, καθώς συνδέονται στενά και κατ' επέκταση επηρεάζουν με παρόμοιο τρόπο την οδηγική ικανότητα (Vanlaar et al., 2008).

Το Σύνδρομο Αποφρακτικών Απνοιών κατά τον Ύπνο (ΣΑΑΥ), με τα επαναλαμβανόμενα επεισόδια νυχτερινής υποξαιμίας και διακοπής του ύπνου, αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές διαταραχές που προκαλεί υπνηλία και αυξάνει τον κίνδυνο της κόπωσης, η οποία με τη σειρά της αυξάνει τον βαθμό απόσπασης της προσοχής των οδηγών και τους κινδύνους στους δρόμους (George, 2007; Krieger, 2007). Ο αυξημένος κίνδυνος που προκαλεί το ΣΑΑΥ έχει αναγνωριστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τη Διεύθυνση Μεταφορών και Κινητικότητας και έχει οδηγήσει στη σύσταση μιας ομάδας εργασίας για το συγκεκριμένο θέμα με στόχο την αναθεώρηση του Παραρτήματος III της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τις άδειες οδήγησης. Σύμφωνα με την αναθεώρηση, οι οδηγοί (ασθενείς) με μέτριο ή έντονο ΣΑΑΥ που σχετίζεται με σημαντική υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας, θα πρέπει να μην επιτρέπεται να οδηγούν, μέχρι να συσταθεί αποτελεσματική θεραπεία (Commission Directive 2014/85/EU).

## **1.2 Κίνητρο - Στόχος**

Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η αξιολόγηση των επιπτώσεων της υπνηλίας στην ικανότητα οδήγησης και την οδηγική συμπεριφορά. Ορισμένες ομάδες ατόμων φαίνονται να είναι περισσότερο επιρρεπείς στην εμφάνιση υπνηλίας κατά την οδήγηση και συνεπώς, αυτές οι ομάδες παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμπλοκής σε ατύχημα. Οι ομάδες των οδηγών αυτών είναι οι νέοι οδηγοί (κάτω των 25 ετών), οι επαγγελματίες οδηγοί, οι οδηγοί που διανύουν μεγάλες αποστάσεις, οι εργαζόμενοι σε βάρδιες και οι οδηγοί που



πάσχουν από διαταραχές ύπνου. Η τελευταία ομάδα αποτέλεσε το κίνητρο διεξαγωγής της παρούσας έρευνας καθώς, σε σύγκριση με έναν μέσο υγιή άνθρωπο, οι οδηγοί που πάσχουν από το σύνδρομο αποφρακτικών απνοιών κατά τον ύπνο, παρουσιάζουν έξι φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε τροχαίο ατύχημα που σχετίζεται με την υπνηλία.

### **1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας**

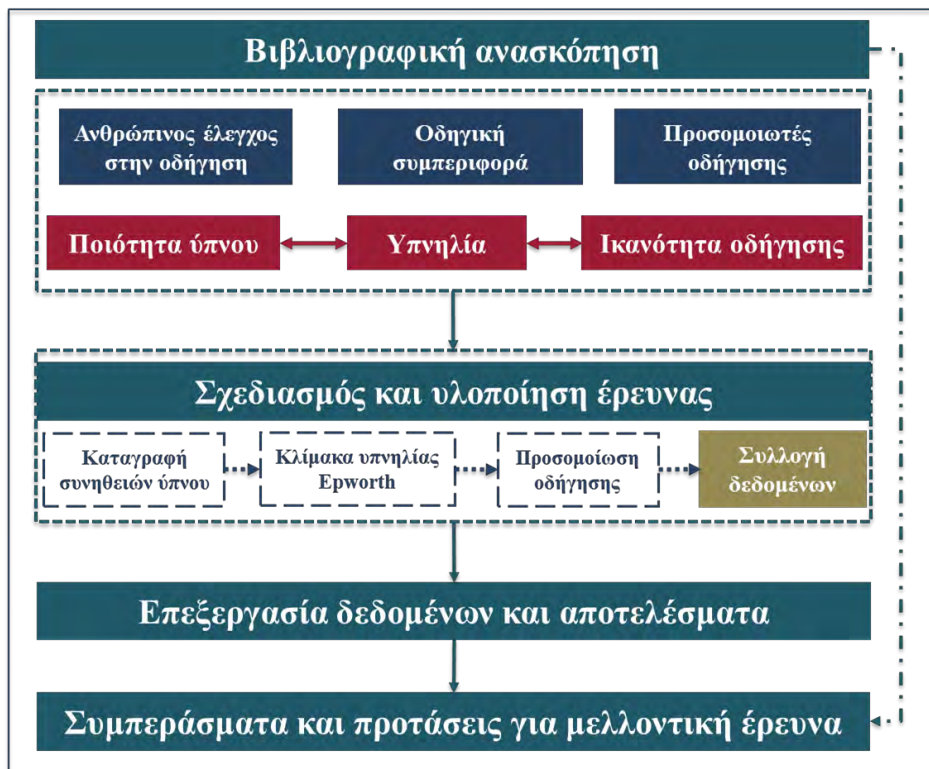
Το παρόν Κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας. Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο ακολουθεί η περιγραφή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας, περιλαμβάνοντας τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης, την ανάλυση των δεδομένων, όπως και τη συστηματική ανασκόπηση σε προγενέστερες έρευνες.

Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, γίνεται αναφορά σε έναν μεγάλο αριθμό ερευνών και μελετών που έχουν δημοσιευθεί και σχετίζονται με την υπνηλία και την κόπωση και την επίδρασή τους στην οδήγηση. Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά ο σχεδιασμός καταγραφής και παρακολούθησης του ύπνου των συμμετεχόντων, καθώς και η υλοποίηση των πειραμάτων στον προσομοιωτή οδήγησης.

Στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα του έρευνας μετά την επεξεργασία και ανάλυσή τους. Έπειτα, στο Κεφάλαιο 6 ακολουθούν τα συμπεράσματα και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων που εξάγονται από το πείραμα, καθώς και προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Τέλος, ακολουθεί η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

## Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία

Στο παρόν Κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τη διεκπεραίωση της διπλωματικής εργασίας. Στην εργασία εξετάζεται η επίδραση της ποιότητας ύπνου και κατά συνέπεια της υπνηλίας στην ικανότητα οδήγησης, με διεξαγωγή πειραμάτων σε προσομοιωτή οδήγησης. Η δομή της εργασίας χωρίζεται σε δύο τμήματα, το πρώτο από τα οποία είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Το δεύτερο τμήμα αποτελεί ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της έρευνας. Η μεθοδολογική προσέγγιση απεικονίζεται γραφικά στο Σχήμα 2-1 που ακολουθεί.



Σχήμα 2-1: Μεθοδολογική προσέγγιση διπλωματικής εργασίας.

Για τη συγγραφή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης μελετήθηκαν εκτενώς άρθρα που σχετίζονται με το θέμα της παρούσας έρευνας στις ηλεκτρονικές βάσεις «Science Direct» και «Google Scholar», όπως και άρθρα δημοσιευμένα σε πρακτικά συνεδρίων και σε επιστημονικά περιοδικά, με σκοπό την πλήρη κατανόηση του θεωρητικού υποβάθρου του θέματος της κόπωσης και της υπνηλίας στην οδηγική ικανότητα και τη μελέτη των αποτελεσμάτων των ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί έως σήμερα. Για την αναζήτηση σχετικών άρθρων χρησιμοποιήθηκαν λέξεις-κλειδιά, όπως: «driving simulator», «sleep quality», «sleepiness», «sleep apnoea», «fatigue», «driver's fatigue», «driving behavior», κτλ. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν σε πιθανούς παράγοντες που συμβάλλουν στην ποιότητα ύπνου και την επίδρασή της στην οδήγηση, τους τύπους χρηστών που επηρεάζονται από το συγκεκριμένο πρόβλημα, όπως και τη διαδικασία που ακολουθείται για τη διερεύνηση του παρόντος θέματος.

Η μελέτη της βιβλιογραφίας αποτέλεσε βάση για τη δομή της εργασίας. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της παρούσας έρευνας έγινε σύμφωνα με παρόμοιες μελέτες που έχουν δημοσιευθεί προγενέστερα. Την επιλογή του δείγματος ακολούθησε η καταγραφή των συνηθειών ύπνου. Για την καταγραφή αυτή, χρησιμοποιήθηκε ημερολόγιο ύπνου, το οποίο ζητήθηκε να συμπληρώνεται κάθε πρωί για επτά ημέρες από τους χρήστες. Έπειτα, ακολούθησαν η συμπλήρωση της κλίμακας υπνηλίας Epworth, η διεξαγωγή του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης και η συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου με ερωτήσεις σχετικές με τα χαρακτηριστικά του οδηγού. Τέλος, τα δεδομένα επεξεργάστηκαν κατάλληλα και προέκυψαν χρήσιμα αποτελέσματα.

Για την ανάλυση των δεδομένων δημιουργήθηκαν βάσεις δεδομένων στο υπολογιστικό πρόγραμμα του Microsoft EXCEL και στο IBM SPSS Statistics, και προέκυψαν τα αποτελέσματα για την περιγραφική και επαγωγική στατιστική, αντίστοιχα.

Στην περιγραφική στατιστική γίνεται ανάλυση των χαρακτηριστικών του δείγματος, όπως η ηλικία, το φύλο, ο δείκτης μάζας σώματος, κτλ. Επιπλέον, αναλύονται τα δεδομένα που προέρχονται από τον προσομοιωτή οδήγησης, όπως η μέση ταχύτητα και ο συσχετισμός της με το φύλο, την ηλικία, την εμπειρία οδήγησης και άλλους παράγοντες. Στην περιγραφική στατιστική πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS, Ανάλυση Διασποράς (One-Way και Two-Way ANOVA). Οι έλεγχοι One-Way ANOVA εφαρμόστηκαν για καθεμία από τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά οδήγησης και την κατάσταση των οδηγών, όπως για παράδειγμα ο συσχετισμός της μέσης ταχύτητας με τις διάφορες κατηγορίες του δείκτη μάζας σώματος. Για τον έλεγχο συσχετισμών δύο παραγόντων (Two-Way ANOVA) σε σχέση με τη συμπεριφορά οδήγησης των οδηγών, διερευνήθηκε, ενδεικτικά, ο βαθμός επίδρασης της ποιότητας ύπνου και του φύλου στη μέση τιμή τους ταχύτητας. Τέλος, με τη χρήση της λογιστικής παλινδρόμησης, αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα πρόβλεψης της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων σε σχέση με την εμφάνιση microsleeps, την έλλειψη προσοχής στον δρόμο και την απόσταση προσοχής. Για τις αναλύσεις, θεωρήθηκε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και διάστημα εμπιστοσύνης 5%.

## Κεφάλαιο 3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στο παρόν Κεφάλαιο ακολουθεί αναδρομή σε προγενέστερες έρευνες που έχουν δημοσιευθεί και σχετίζονται με το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, ακολουθεί παράθεση ερευνών που αφορούν στην υπνηλία και την κόπωση των οδηγών, καθώς και στη χρήση προσομοιωτών οδήγησης.

### 3.1 Επισκόπηση βιβλιογραφίας

Στον Πίνακα 3-1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα 81 άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης σε αύξοντα αριθμό, με βάση την ημερομηνία δημοσίευσής τους, ενώ στον Πίνακα 3-2 τα άρθρα διαχωρίζονται σε θεματικές ενότητες, ανάλογα με το περιεχόμενό τους. Ο μεγαλύτερος αριθμός των άρθρων σχετίζεται με το βασικό θέμα τους παρούσας εργασίας, δηλαδή την υπνηλία και τους προσομοιωτές οδήγησης.

Πίνακας 3-1: Συγκεντρωτικός πίνακας άρθρων.

A/A	Τίτλος άρθρου	Συγγραφείς	Έτος
1	The driving simulator - a research tool.	Wojcik, C. & Hulbert, S.	1965
2	Driving simulator.	Beinke, R., Williams, J.	1968
3	Simulation and measurement of driver vehicle handling performance.	Lincke, W., et al.	1973
4	The known risks we run: the highway.	Sabey, B-E & Taylor, H.	1980

A/A	Τίτλος άρθρου	Συγγραφείς	Έτος
5	A study of pre-crash factors involved in traffic accidents.	Treat, J-R.	1980
6	The Daimler-Benz driving simulator a tool for vehicle development.	Drosdol, J., Panik, F.	1985
7	A moving base driving simulator with wide angle vision system.	Nordmark et al.	1985
8	The Daimler-Benz driving simulator - presentation of selected experiments.	Hahn, S., Käding, W.	1988
9	The basic driver error: late detection.	Rumar, K.	1990
10	Accidents, mileage and the exaggeration of risk.	Janke, M.	1991
11	Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: An examination of methods and findings.	Elander, et al.	1993
12	Highway crash rates and age-related driver limitations: literature review and evaluation of databases.	Hu et al.	1993
13	The Pittsburgh sleep diary.	Monk et al.	1994
14	Driver fatigue.	Brown, I.	1994
15	Driver sleepiness.	Horne, J. & Reyner, L.	1995
16	The advanced Daimler-Benz driving simulator.	Käding, W.	1995
17	A survey screen for prediction of apnea.	Maislin et al.	1995
18	Simulator and field measures of driver age differences in left-turn gap judgements.	Staplin, L.	1995
19	An overview of the DRI driving simulator.	Weir, D., Bourne, S.	1995
20	Driving simulator validation studies: a literature review.	Blana, E.	1996
21	The scope and nature of the drowsy driving problem in New York state.	McCartt et al.	1996
22	Determinants of sleepiness in automobile drivers.	Philip et al	1996
23	The national advanced driving simulator: potential applications to ITS and AHS research.	Stall, D., Bourne, S.	1996
24	Daytime sleepiness: an epidemiological study of young adults.	Breslau et al.	1997
25	Sleepiness, driving and motor vehicle crashes.	Lyznicki et al.	1998
26	Identification and evaluation of driver Errors: Task C report, driver error taxonomy development.	Hankey et al.	1999

A/A	Τίτλος άρθρου	Συγγραφείς	Έτος
27	Vehicle accidents related to sleep: a review.	Horne, J. & Reyner, L.	1999
28	Preliminary validation of driving simulator based on forward speed.	Klee et al.	1999
29	Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged and older drivers.	McGwin, G. & Brown, D-B.	1999
30	Long distance driving and self-induced sleep deprivation among automobile drivers.	Philip et al	1999
31	Road accidents caused by drivers falling asleep.	Sagberg, F.	1999
32	Relations among chronic medical conditions, medications, and automobile crashes in the elderly: A population-based case-control study.	McGwin et al.	2000
33	The contributing role of sleepiness in highway vehicle accidents.	Garbarino et al.	2001
34	A critical review of psychophysiology of driver fatigue.	Lal, S-K. & Craig, A.	2001
35	Fatigue, alcohol, and serious road crashes in France: factorial study of national data.	Philip et al	2001
36	Developing measures of fatigue using an alcohol comparison to validate the effects of fatigue on performance.	Williamson et al.	2001
37	Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population-based case control study.	Connor et al.	2002
38	Driving simulator validation for speed research.	Godley et al.	2002
39	The effect of lateral motion cues during simulated driving.	Greenberg et al.	2003
40	Factors associated with young drivers' car crash injury: comparisons among learner, provisional, and full licensees.	Lam, L.	2003
41	The hazards and prevention of driving while sleepy.	MacLean et al.	2003
42	Driving experience, crashes and traffic citations of teenage beginning drivers.	McCartt et al.	2003
43	Monotony of road environment and driver fatigue.	Thiffault, P. & Bergeron, J.	2003
44	Occupational screening for obstructive sleep apnoea in commercial drivers.	Gurubhagavatula et al.	2004
45	Fatigue, sleepiness and reduced alertness as risk factors in driving.	Sagberg et al.	2004
46	Cognitive, sensory, and physical factors enabling driving safety in older adults.	Anstey et al.	2005
47	Validation of a driving simulator for work zone design.	Bella, F.	2005

A/A	Τίτλος άρθρου	Συγγραφείς	Έτος
48	Student drivers: A study of fatal motor vehicle crashes involving 16-year-old drivers.	Gonzales et al.	2005
49	Contributions of driving simulators to enhance real world safety.	Breuer, J., Kaeding, W.	2006
50	Development of ADAS by means of driving simulation.	Huesmann, et al.	2006
51	Sleep apnoea and driving: how can this be dealt with?	Krieger, J.	2007
52	The relationship between nurse work schedules, sleep duration, and drowsy driving.	Scott et al.	2007
53	Driving simulator for speed research on two-lane rural roads.	Bella, F.	2008
54	Problem driving behavior and psychosocial maturation in young adulthood.	Bingham et al.	2008
55	Risk and severity of motor vehicle crashes in patients with obstructive sleep apnea hypopnea.	Mulgrew et al.	2008
56	Extended driving impairs nocturnal driving performances.	Sagaspe et al.	2008
57	Driver fatigue and highway driving: a simulator study.	Ting et al.	2008
58	Sleep disorders and accidental risk in a large group of regular registered highway drivers.	Philip et al.	2010
59	Continuous positive airway pressure reduces risk of motor vehicle crash among drivers with obstructive sleep apnea: systematic review and meta-analysis.	Tregear et al.	2010
60	Analysis of driver task-related fatigue using driving simulator experiments.	Rossi et al.	2011
61	The nature of errors made by drivers.	Salmon et al.	2011
62	Driving simulator performance remains impaired in patients with severe OSA after CPAP treatment.	Vakulin et al.	2011
63	Reliability of simulator driving tool for evaluation of sleepiness, fatigue and driving performance.	Davenne et al.	2012
64	Sleepiness and the risk of car crash: a case-control study.	Kecklund et al.	2012
65	Driving behaviour modelling system based on graph construction.	Chen et al.	2013
66	Objective and subjective measures of sleepiness, and their associations with on-road driving events in shift workers.	Ftouni et al.	2013
67	The study of driving simulator validation for physiological signal measures.	Li et al.	2013
68	Short and long sleep duration and risk of drowsy driving and the role of subjective sleep insufficiency.	Maia et al.	2013
69	The distribution of sleepiness, sleep and work hours during a long-distance morning trip: a comparison between night- and non-night workers.	Di Milia, L., Kecklund, G.	2013



A/A	Τίτλος άρθρου	Συγγραφείς	Έτος
70	Assessment of driving simulator studies on driver distraction.	Papantoniou et al.	2013
71	Sleepiness: how a biological drive can influence other risky road user behaviours.	Watling et al.	2013
72	Risk taking differences across the adult lifespan: A question of age and domain.	Rolison et al.	2014
73	Are drivers aware of sleepiness and increasing crash risk while driving?	Williamson et al.	2014
74	Sleep apnoea and driving risk: the need for regulation.	McNicholas, W. & Rodenstein, D.	2015
75	Subjective perception of sleepiness in a driving simulator is different from that in the maintenance of wakefulness test.	Schreier et al.	2015
76	Which are the critical measures to assess the driving performance of drivers with brain pathologies?	Pavlou et al.	2016
77	Sleepiness, driving, and motor vehicle accidents: A questionnaire-based survey.	Zwahlen et al.	2016
78	The impact of short-time naps on performance, sleepiness and mood during a simulated night shift.	Centofanti et al.	2016
79	Drowsiness and driving performance on commuter trips.	Caponecchia, C., Williamson, A.	2018
80	Sleepiness and the risk of road traffic accidents: A systematic review and meta-analysis of previous studies.	Moradi et al.	2018
81	Study on drowsy driving behavior from driver steering pattern and lane offset using driving simulator.	Noomwongs, N., Somboon, P.	2019

Πίνακας 3-2: Διαχωρισμός άρθρων σε θεματικές ενότητες.

Θέμα	Άρθρα
Τροχαία ατυχήματα	4, 5, 13, 27, 29, 32, 40, 42, 46, 48, 61, 68, 70, 71, 72, 81
Υπνηλία και οδήγηση	14, 24, 25, 58, 81
Σύνδρομο Αποφρακτικής Υπνικής Άπνοιας	44, 51, 55, 59, 62, 74
Προσομοιωτές οδήγησης	1, 2, 3, 6, 7, 8, 16, 18, 19, 20, 23, 28, 38, 39, 47, 49, 50, 53, 57, 60, 62, 63, 67, 70, 75, 78, 79, 80, 81
Προσομοιωτές οδήγησης και οδική ασφάλεια	17, 18, 20, 28, 38, 44, 47, 53, 60, 73, 75, 78, 81
<i>Σημείωση: Κάποια άρθρα ταξινομήθηκαν σε περισσότερες από μια θεματικές ενότητες.</i>	

### 3.2 Επισκόπηση τροχαίων ατυχημάτων

Σύμφωνα με Ομοσπονδιακά δεδομένα, ποσοστό 15% έως 30% των θανατηφόρων ατυχημάτων που καταγράφηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής πιθανόν οφείλεται σε οδηγούς που αισθάνονται υπνηλία (Maia et al., 2013). Το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Οδικής Ασφάλειας (European Road Safety Observatory) υποδεικνύει την κόπωση ως έναν σημαντικό παράγοντα πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων, σε ποσοστό που κυμαίνεται από 10% έως 20% (ERSO, 2008).

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 4.600 συμμετέχοντες στο Ηνωμένο Βασίλειο υπέδειξε πως το 29% των ερωτηθέντων σχεδόν αποκοιμήθηκε κατά την οδήγηση μέσα στο προηγούμενο έτος και ποσοστό 17,9% ενεπλάκη σε ατύχημα τα τελευταία 3 έτη, εκ των οποίων περίπου το 15% σχετιζόταν με τροχαία ατυχήματα λόγω υπνηλίας (Horne & Reyner, 1999). Αντίστοιχη μελέτη στη Γερμανία έδειξε πως το 35% των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σε εθνικές οδούς της Βαυαρίας οφείλονταν σε οδήγηση με μειωμένα αντανακλαστικά λόγω απόσπασης της προσοχής και της κόπωσης (Monk et al., 1994).

Τα τροχαία ατυχήματα οφείλονται κατά κύριο λόγο στον συνδυασμό πολλών παραγόντων και η υπνηλία μπορεί, σε συνδυασμό με μια ριψοκίνδυνη οδηγική συμπεριφορά, να οδηγήσει στην πρόκληση αυτών (Watling et al., 2013). Στους παράγοντες πρόκλησης συγκρούσεων συγκαταλέγονται η ικανότητα οδήγησης (McGwin & Brown, 1999), η έλλειψη εμπειρίας (McCartt et al., 2003), η ριψοκίνδυνη οδήγηση (Rolison et al., 2014), η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας (Gonzales et al., 2005; Lam, 2003), καθώς και η σωματική κατάσταση των οδηγών, όπως για παράδειγμα η ύπαρξη καρδιακού νοσήματος ή συμβάντος εγκεφαλικού επεισοδίου (Anstey et al., 2005; McGwin et al., 2000). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή

Επιτροπή, η Ελλάδα για το έτος 2018 κατέχει την 22<sup>η</sup> θέση σε επίπεδο θνησιμότητας λόγω τροχαίων ατυχημάτων (<https://ec.europa.eu/eurostat>).

### **3.3 Ο ανθρώπινος έλεγχος στην οδήγηση**

Η ασφαλής οδήγηση επιτυγχάνεται μέσω της αφοσίωσης και προσήλωσης του οδηγού στη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Ο οδηγός είναι υπεύθυνος για τον συνεχή έλεγχο και την παρακολούθηση όλων των παραμέτρων που σε περίπτωση λανθασμένης κρίσης είναι πιθανόν να προκαλέσουν ένα τροχαίο ατύχημα. Ο άνθρωπος ευθύνεται για την πρόκληση ποσοστού 65-95% των τροχαίων ατυχημάτων (Sabey and Taylor, 1980; Salmon et al., 2011; Treat, 1980). Στους παράγοντες πρόκλησης ατυχημάτων συγκαταλέγονται επίσης το περιβάλλον του οδικού δικτύου (σχεδιασμός, πινακίδες, καιρικές συνθήκες, κτλ.), η κατάσταση των εμπλεκόμενων οχημάτων (εξοπλισμός, συντήρηση, κτλ.), καθώς και ο συνδυασμός της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διάφορων παραγόντων (Papantoniou et al., 2013).

Σε κάθε περίπτωση, η οδήγηση θεωρείται μια πολύπλοκη διαδικασία, η οποία απαιτεί επαρκείς γνωστικές, οπτικές και κινητικές δεξιότητες. Οι οδηγοί οφείλουν να έχουν εξαιρετικά υψηλές δεξιότητες όσον αφορά στην ταχύτητα, τον συντονισμό, τη συγκέντρωση, την προσοχή, αλλά και τη διορατικότητα, τη σωστή κρίση και τη μνήμη. Κρίνεται απαραίτητη επίσης η ικανότητα του οδηγού να λαμβάνει πληθώρα πληροφοριών, να τις επεξεργάζεται και να λαμβάνει τις κατάλληλες αποφάσεις την κατάλληλη χρονική στιγμή. Η στρατηγική και η διαχείριση ριψοκίνδυνων καταστάσεων είναι απαραίτητες δεξιότητες για την οδήγηση, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας επεξεργασίας πολλαπλών ταυτόχρονων περιβαλλοντικών ενδείξεων, ώστε να λαμβάνονται γρήγορες, ακριβείς και ασφαλείς αποφάσεις (Pavlou et al., 2016).

### **3.3.1 Ποικιλομορφία χρηστών**

Οι χρήστες ποικίλλουν ως προς τα χαρακτηριστικά τους και κατά συνέπεια υπάρχουν διαφορές στην κρίση και τον τρόπο αντιμετώπισης κρίσιμων καταστάσεων. Το φύλο, η ηλικία, η οδηγική εμπειρία, η σωματική κατάσταση, όπως και η καθημερινότητα των ατόμων έχουν μεγάλο αντίκτυπο στον τρόπο οδήγησής τους. Η συμπεριφορά στην οδήγηση διαμορφώνεται από τον συνδυασμό δύο παραγόντων, της οδηγικής ικανότητας του εκάστοτε οδηγού και του τρόπου οδήγησης (Elander et al., 1993).

Η ικανότητα αφορά στη στάση και τον χαρακτήρα του οδηγού. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας κάθε οδηγού θα μπορούσαν να είναι καθοριστικοί παράγοντες της οδηγικής συμπεριφοράς. Ο τρόπος οδήγησης σχετίζεται με τον τρόπο που ο κάθε οδηγός επιλέγει να οδηγεί και αντικατοπτρίζει τις προσωπικές του οδηγικές συνήθειες. Συνεπώς, διαφορετικοί οδηγοί παρουσιάζουν διαφορετικό τρόπο οδήγησης (Chen et al., 2013).

### **3.3.2 Στοιχεία συμπεριφοράς**

Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των οδηγών δεν αποτελούν τη μοναδική παράμετρο που επηρεάζει την οδηγική συμπεριφορά. Πλήθος εξωτερικών παραγόντων μπορούν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους να οδηγήσουν στην πρόκληση σοβαρού ή ακόμη και θανατηφόρου ατυχήματος. Σύμφωνα με αρχεία καταγραφής συγκρούσεων, τα ατυχήματα που προκαλούνται από νέους οδηγούς συνδέονται συνήθως με υπέρβαση του επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας (Gonzales et al., 2005; Lam, 2003), απρόσεκτη οδήγηση (Lam, 2003), παραβατική συμπεριφορά (Gonzales et al., 2005), καθώς και με κατανάλωση αλκοόλ και ναρκωτικών ουσιών (Bingham et al., 2008). Αντίστοιχα, τα

ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας συνδέονται με την ύπαρξη μειωμένης όρασης, νοητικών ή κινητικών προβλημάτων (Hu et al., 1993; Janke, 1991).

Δεδομένης της αύξησης κατά 60% στους αναμενόμενους τραυματισμούς λόγω τροχαίων ατυχημάτων και του γεγονότος ότι ο ανθρώπινος παράγοντας συνεισφέρει σημαντικά στην πρόκληση αυτών (World Health Organization, 2013), ο στόχος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μείωση του αριθμού των θανάτων στις οδούς, καθιστά την επίτευξή του επιτακτική (European Commission, 2001).

Η επικίνδυνη οδήγηση συνδέεται στενά με την ακατάλληλη οδηγική συμπεριφορά και αναγνωρίζεται ως ένας σημαντικός παράγοντας πρόκλησης οδικών ατυχημάτων, ενώ μεταξύ των σημαντικότερων επικίνδυνων συμπεριφορών σχετιζόμενων με την οδήγηση είναι η ταχύτητα, η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, η μη χρήση ζώνης ασφαλείας και η οδήγηση υπό συνθήκες κόπωσης/υπνηλίας. Η κόπωση του οδηγού, η οποία μεταξύ άλλων, είναι πιθανό να προκαλέσει ύπνο στο τιμόνι, θεωρείται κύριος παράγοντας των ατυχημάτων στις μεταφορές παγκοσμίως, αποτελώντας το 20% του συνόλου των ατυχημάτων που σχετίζονται με την κόπωση (MacLean et al., 2003), καθώς και ποσοστό 16-23% των ατυχημάτων με αιτία την υπνηλία (Horne et al., 1995). Μια πολύ πρόσφατη έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2019, εξετάζει την κόπωση στη συμπεριφορά των οδηγών συγκρίνοντας τη γωνία στροφής του τιμονιού και τη θέση του οχήματος στη λωρίδα, πραγματοποιώντας πειράματα σε προσομοιωτή οδήγησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποδεικνύουν πως η κόπωση επηρεάζει αρνητικά την επίδοση των οδηγών και ως εκ τούτου μειώνεται η οδηγική τους ικανότητα (Noomwongs et al., 2019).

### 3.3.3 Υπνηλία και οδήγηση

Η υπνηλία προσδιορίζεται από επεισόδια ύπνου που συμβαίνουν σε ακατάλληλο χρόνο ή υπό ακατάλληλες συνθήκες και αποτελεί ένα κοινό σύμπτωμα που επηρεάζει περίπου το 10% των ενηλίκων (Breslau et al., 1997). Η υπνηλία και η κόπωση επηρεάζουν την απόδοση στην εκτέλεση μιας εργασίας προκαλώντας μειωμένα αντανακλαστικά, μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης, προβλήματα μνήμης, μειωμένο ψυχομετρικό συντονισμό και κακή κρίση στην επεξεργασία πληροφοριών (Lyznicki et al., 1998). Όσον αφορά στον συνδυασμό υπνηλίας και οδήγησης, η υπνηλία επιφέρει σταδιακή απόσπαση της προσοχής του οδηγού από τον δρόμο και την κυκλοφορία και κατά συνέπεια μειωμένη ικανότητα οδήγησης (Brown, 1994). Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε οδηγούς, το 57,3% των Γάλλων και το 64% των Αμερικάνων οδηγών είχαν βιώσει το αίσθημα της υπνηλίας εν ώρα οδήγησης τους τελευταίους 12 μήνες πριν από την περίοδο διεξαγωγής των ερευνών (Philip et al., 2010).

Το Σύνδρομο Αποφρακτικών Απνοιών κατά τον Ύπνο (ΣΑΑΥ) αποτελεί μια χρόνια αναπνευστική πάθηση με ασθενείς κυρίως ενήλικες άνδρες σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10%. Το πιο κοινό σύμπτωμα του συγκεκριμένου συνδρόμου είναι η υπερβολική αίσθηση υπνηλίας, η οποία σε ορισμένες καταστάσεις μπορεί να οδηγήσει πράγματι σε υπνηλία, ενώ ο ασθενής βρίσκεται στο τιμόνι και αυτό συμβάλλει στον αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων (McNicholas et al., 2015). Το ΣΑΑΥ χαρακτηρίζεται από επανειλημμένα επεισόδια διακοπής της αναπνοής κατά τη διάρκεια του ύπνου που προκαλούνται από τη σύγκλιση των ανώτερων αεραγωγών στην περιοχή του φάρυγγα. Είναι ένα σύνδρομο το οποίο λόγω της συνεχούς διακοπής του ύπνου των ασθενών κατά τη διάρκεια της νύχτας, αποτελεί μία από τις επικρατέστερες παθήσεις που προκαλούν υπνηλία και αυξάνουν σημαντικά το αίσθημα της κόπωσης. Αυτό το γεγονός συνεπάγεται τον κίνδυνο

πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων λόγω απόσπασης της προσοχής των οδηγών (Krieger, 2007).

Σύμφωνα με την Εθνική Διοίκηση Κυκλοφορίας σε Αυτοκινητοδρόμους των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής υπολογίζεται ότι υπάρχουν ετησίως 56.000 ατυχήματα στις ΗΠΑ, τα οποία σχετίζονται με την υπνηλία, εκ των οποίων, στα 40.000 προκαλούνται τραυματισμοί και τα 1.550 οδηγούν σε θανάτους (National Highway Traffic Safety Administration, 2003). Πλήθος ερευνών υποστηρίζουν πως οι ασθενείς που πάσχουν από το ΣΑΑΥ βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο όσον αφορά στην εμπλοκή τους σε τροχαίο ατύχημα και επιπλέον η μη θεραπευμένη αυτή ασθένεια συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην ύπαρξη συγκρούσεων στους αυτοκινητοδρόμους (Tregear et al., 2010). Λόγω της έλλειψης αντίδρασης από τον οδηγό, τα ατυχήματα που σχετίζονται με την υπνηλία είναι συχνά πιο σοβαρά από αυτά που προκαλούνται από άλλες αιτίες (Mulgrew et al., 2008).

Βάσει όλων των ερευνών και των στατιστικών στοιχείων σχετικά με τα τροχαία ατυχήματα και τις αιτίες που τα προκάλεσαν, κρίνεται απαραίτητη η αντιμετώπιση του συνδρόμου αυτού (ΣΑΑΥ). Ο πλέον ενδεδειγμένος και αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισής του είναι η χρήση της θεραπείας Σταθερής Θετικής Πίεσης Αεραγωγών (CPAP). Η συγκεκριμένη θεραπεία περιλαμβάνει τη χρήση θετικής πίεσης αέρα, μέσω της μύτης, για να διατηρείται ανοιχτή η ανώτερη αναπνευστική οδός (Tregear et al., 2010). Είναι αποδεδειγμένο πως η επιτυχημένη θεραπεία της συγκεκριμένης ασθένειας μπορεί να μειώσει την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος, σε επίπεδο ανάλογο με του υπόλοιπου πληθυσμού (Tregear et al., 2010).

### **3.4 Προγενέστερες έρευνες για την οδηγική ικανότητα και τη συμπεριφορά των χρηστών**

Η οδηγική ικανότητα και η συμπεριφορά των χρηστών κατά την οδήγηση έχει αποτελέσει κύριο θέμα ενός μεγάλου αριθμού ερευνών που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια. Ένα από τα βασικότερα ζητήματα που απασχολεί τους ερευνητές είναι η αιτία πρόκλησης των τροχαίων ατυχημάτων. Καθώς αυτή η αιτία εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό και συγκεκριμένα στο 75%, από τον ανθρώπινο παράγοντα (Hankey et al., 1999), οι ερευνητές εξετάζουν εκτενώς την ύπαρξη του ανθρώπινου λάθους στην οδήγηση.

Σύμφωνα με έρευνες τα ανθρώπινα λάθη στην οδήγηση που συμβάλλουν στην πρόκληση ατυχημάτων χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: λάθη αναγνώρισης (ανεπαρκής εποπτεία, απόσπαση προσοχής), λάθη απόφασης (υπερβολική ταχύτητα, παράνομοι ελιγμοί, επιθετική οδήγηση), λάθη που σχετίζονται με τις επιδόσεις (κακός έλεγχος προσανατολισμού) και λάθη που δεν σχετίζονται με τις επιδόσεις (κόπωση, υπνηλία, σωματική αναπηρία) (Rumar, 1990; Treat, 1980).

#### **3.4.1 Μεθοδολογικές προσεγγίσεις**

Σε κάθε έρευνα που πραγματοποιείται χρησιμοποιείται η κατάλληλη μεθοδολογία για την εξαγωγή ενός βέβαιου συμπεράσματος. Κάποιες έρευνες βασίζονται στη συλλογή δεδομένων που προϋπάρχουν από παλαιότερες έρευνες και με τη χρήση της μεθόδου μετα-ανάλυσης εξάγουν ένα συμπέρασμα. Μια πρόσφατη έρευνα που έκανε χρήση της παρούσας μεθόδου εξέταζε το ρόλο της υπνηλίας στα τροχαία ατυχήματα, αναζητώντας στοιχεία από έρευνες που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί και άρθρα που έχουν δημοσιευθεί από τον Ιανουάριο του 1980 έως και τον Σεπτέμβριο του 2016. Το αποτέλεσμα που προέκυψε



επιβεβαιώνει τη συσχέτιση της υπνηλίας κατά την οδήγηση με την πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων και προτείνει την αντιμετώπιση αυτής ως ένα μέτρο μείωσης των ατυχημάτων (Moradi et al., 2018).

Μια διαφορετική προσέγγιση για τη διεκπεραίωση μιας έρευνας είναι η συλλογή των δεδομένων που απαιτούνται από τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων προσαρμοσμένα στις ανάγκες της κάθε μελέτης. Για την πραγματοποίηση αυτών των ερευνών, απαιτείται ο σχεδιασμός ενός ή περισσότερων ερωτηματολογίων που σκοπό έχουν να παρέχουν στους ερευνητές τα απαραίτητα δεδομένα που χρειάζονται για περαιτέρω ανάλυση και διεξαγωγή αποτελεσμάτων. Τον Οκτώβριο του 2016 δημοσιεύθηκε στην Ελβετία μια μελέτη συσχέτισμού της υπνηλίας με τα τροχαία ατυχήματα. Πιο συγκεκριμένα, επαγγελματίες και ερασιτέχνες οδηγοί καλούνταν να απαντήσουν μια σειρά από ερωτήσεις, συμπεριλαμβανομένης της Κλίμακας Epworth και του ερωτηματολογίου του Βερολίνου, με σκοπό την ανάλυση και αξιολόγηση των απαντήσεών τους (Zwahlen et al., 2016).

Ορισμένες έρευνες συλλέγουν δεδομένα από προσωπικές ή τηλεφωνικές συνεντεύξεις που πραγματοποιούν οι ερευνητές. Μια σχετική έρευνα, η οποία δημοσιεύθηκε το 2013, αξιολογεί την επίδραση της υπνηλίας και του ωραρίου εργασίας σε άτομα που εργάζονται σε βάρδιες και πραγματοποιούν πρωινές μετακινήσεις με το αυτοκίνητό τους. Δείγμα της έρευνας αυτής αποτέλεσαν όσοι οδηγούσαν μεταξύ 08:00 και 10:00 το πρωί σε τρεις εθνικές οδούς της Αυστραλίας, συμμετέχοντας σε τηλεφωνικές συνεντεύξεις (Di Milia et al., 2013).

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών που σχετίζονται με την οδηγική συμπεριφορά κάνει χρήση προσομοιωτών οδήγησης για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν μελέτες στις οποίες πραγματοποιούνται πειράματα υπό πραγματικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας αληθινά οχήματα. Το 2012, δημοσιεύθηκε μια μελέτη σχετική με την αξιοπιστία της χρήσης του προσομοιωτή οδήγησης αξιολογώντας την υπνηλία και την

κόπωση των οδηγών (Davenne et al., 2012). Για τη συλλογή δεδομένων οι ερευνητές χρησιμοποίησαν προσομοιωτή οδήγησης, διαμορφωμένο με σενάριο οδήγησης πραγματικών συνθηκών που αποτέλεσε αντικείμενο προγενέστερης έρευνας (Sagaspe et al., 2008).

### 3.4.2 Τρόποι ανάλυσης δεδομένων

Το 2013, πραγματοποιήθηκε έρευνα σχετική με υποκειμενικές και αντικειμενικές μετρήσεις της υπνηλίας, καθώς και συσχετισμός τους με τον τρόπο οδήγησης των εργαζομένων σε βάρδιες (Ftouni et al., 2013). Για τη διεξαγωγή του πειράματος συμμετείχαν νοσηλευτές που εργάζονταν μόνιμα σε νυχτερινές βάρδιες, αλλά και νοσηλευτές με κυκλικό πρόγραμμα βαρδιών. Η συλλογή δεδομένων όσον αφορά στην ποιότητα ύπνου των συμμετεχόντων επιτεύχθηκε μέσω ειδικών ρολογιών καταγραφής ύπνου που τους δόθηκαν και μέσω εντύπων που συμπλήρωναν οι συμμετέχοντες κάθε μέρα περιγράφοντας τον ύπνο τους. Οι συμμετέχοντες επίσης, καλούνταν να συμπληρώσουν ένα έντυπο περιγραφής της οδήγησής τους, αλλά και την κλίμακα ύπνου Karolinska. Επίσης, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των κινήσεων των ματιών τους για την αξιολόγηση του επιπέδου κόπωσης με τη χρήση του συστήματος Optalert (Johns et al., 2007). Η ανάλυση των δεδομένων σχετικά με τον ύπνο έγινε με την εφαρμογή ανάλυσης διασποράς (ANOVA). Οι βαθμολογίες από την κλίμακα ύπνου και την κλίμακα κόπωσης (Johns Drowsiness Scale), όπως προέκυψε από την καταγραφή της κίνησης των ματιών, ομαδοποιήθηκαν και αναλύθηκαν με τη χρήση του ελέγχου Chi-Square ( $X^2$ ). Για όλους τους παραπάνω ελέγχους χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS.

Μια πιο πρόσφατη έρευνα δημοσιεύθηκε το 2018 και εξετάζει την επίδραση της κόπωσης στην οδήγηση σε δρομολόγια που πραγματοποιούνται τακτικά (Caronecchia et al., 2018). Για το συγκεκριμένο πείραμα, οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα

με τις ώρες στέρησης ύπνου τους (0 ώρες, 2 ώρες, 4 ώρες στέρησης ύπνου) και καλούνταν να οδηγήσουν για 45 λεπτά στον προσομοιωτή οδήγησης το πρωί και το απόγευμα. Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης γινόταν καταγραφή των κινήσεων των ματιών με το σύστημα Smart Eye Pro. Επιπλέον, 24 ώρες πριν την οδήγηση, οι συμμετέχοντες έκαναν χρήση ενός ειδικού ρολογιού καταγραφής ύπνου. Οι εξαρτημένες μεταβλητές προέκυψαν από τον προσομοιωτή οδήγησης. Έπειτα, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι ANOVA για να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ωρών ύπνου που έχουν στερηθεί οι εξεταζόμενοι οδηγοί και της ώρας οδήγησής τους (πρωί-απόγευμα).

Μια έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2011 χρησιμοποιεί έναν διαφορετικό τρόπο ανάλυσης δεδομένων (Rossi et al., 2011). Η συγκεκριμένη έρευνα αξιολογεί την κόπωση των οδηγών με τη διεξαγωγή πειραμάτων σε προσομοιωτή οδήγησης. Τα δεδομένα, σε αντίθεση με άλλες παρόμοιες έρευνες, αναλύονται με τη χρήση του μοντέλου πολλαπλών επιδράσεων (Mixed-Effects Model), θεωρώντας τους οδηγούς ως τυχαίες επιδράσεις (Random Effects). Τα μοντέλα πολλαπλών επιδράσεων αντιπροσωπεύουν μια γενική περίπτωση των μοντέλων σταθερών επιδράσεων (Fixed Effects) και τυχαίων επιδράσεων (Random Effects).

### **3.5 Προσομοιωτές οδήγησης**

Με το πέρασμα των χρόνων η τεχνολογία των προσομοιωτών οδήγησης έχει εξελιχθεί. Το εικονικό περιβάλλον των προσομοιωτών είναι δυνατόν να αναβαθμισθεί σύμφωνα με τις δυνατότητες του υπολογιστή που χρησιμοποιείται. Τα τελευταία χρόνια, ένας μεγάλος αριθμός ερευνών έχει επιβεβαιώσει πως η χρήση προσομοιωτών μπορεί να αντικαταστήσει τις μετρήσεις υπό κανονικές συνθήκες για τις ανάγκες των μελετών.

Στα πλεονεκτήματα των προσομοιωτών οδήγησης συγκαταλέγονται η υψηλή αποδοτικότητα, τα χαμηλά έξοδα, η ασφάλεια, η ευκολία συλλογής δεδομένων και η

δυνατότητα άμεσης επέμβασης από τον ερευνητή. Όλα αυτά καθιστούν τον προσομοιωτή οδήγησης ένα αποτελεσματικό εργαλείο που διαδραματίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στις έρευνες σχετικές με την οδική ασφάλεια, περιλαμβάνοντας την οδηγική συμπεριφορά, τα χαρακτηριστικά των οδηγών, την αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας, όπως και τη διαχείριση της κυκλοφορίας (Li et al., 2013). Χαρακτηριστική ιδιότητα των προσομοιωτών είναι η επίτευξη παρόμοιων συνθηκών μέτρησης για όλους τους συμμετέχοντες.

### **3.5.1 Ιστορική εξέλιξη**

Η ανάπτυξη και η χρήση των προσομοιωτών οδήγησης έχει μια ιστορία που ξεκινά από τα μέσα της δεκαετίας του 1960. Πρόωρες συσκευές προσομοιωτών κάνουν εμφάνιση σε εταιρείες όπως οι UCLA, GM Styling Staff, Cornell Aerolabs και Volkswagen (Beinke et al., 1968; Lincke et al., 1973; Wojcik et al., 1965), οι οποίες ήταν ερευνητικές, αλλά σε μεγάλο βαθμό ακατάλληλες για την υποστήριξη της έρευνας και ανάπτυξης οχημάτων.

Κατά τη δεκαετία του 1970 και στις αρχές του 1980 υπήρξαν βελτιωμένες εκδόσεις σε Ινστιτούτα, όπως το National Road and Transport Research (VTI) στη Σουηδία (Nordmark et al., 1985), στο οποίο οι συσκευές μπορούσαν να καταγράψουν με επιτυχία τη συμπεριφορά των οδηγών, αλλά και πάλι η εφαρμογή τους στο σύστημα διεπαφής ανθρώπου-μηχανής ήταν περιορισμένη.

Κατά τις δεκαετίες του 1980 και 1990 γίνεται εμφάνιση της τρέχουσας γενιάς των προσομοιωτών οδήγησης με μεσαίου έως υψηλού επιπέδου εφαρμογές στην εταιρεία Daimler Benz στο Βερολίνο (Drosdol et al., 1985; Hahn et al., 1988; Käding, W., 1995), αλλά και με περαιτέρω βελτιώσεις σε άλλους προσομοιωτές όπως στο VTI της Σουηδίας (Weir et al., 1995). Αυτές οι νέες συσκευές ήταν επαρκώς καλές και ευέλικτες, ώστε να υποστηρίξουν

αποτελεσματικά, τόσο τις μελέτες έρευνας και ανάπτυξης οχημάτων, όσο και τις μελέτες συμπεριφοράς των οδηγών (Stall et al., 1996).

Πρόσφατα, ορισμένες από τις μεγάλες εταιρείες αυτοκινήτων έχουν αναπτύξει πιο περίπλοκους και εξελιγμένους προσομοιωτές με εικόνα υψηλής αξιοπιστίας, δυνατότητα εκτεταμένης κίνησης και φορτωτές καλής ποιότητας ελέγχου. Ορισμένα παραδείγματα εταιρειών που χρησιμοποιούν τους αναβαθμισμένους αυτούς προσομοιωτές αποτελούν οι Daimler Benz (Breuer et al., 2006), Vertex στη Ford (Greenberg et al., 2003), BMW (Huesmann et al., 2006) και πολλές ακόμα.

### **3.5.2 Χρήση προσομοιωτών σε έρευνες οδικής ασφάλειας**

Με την ευρεία χρήση των προσομοιωτών σε έρευνες οδικής ασφάλειας προκύπτουν ζητήματα εγκυρότητας των αποτελεσμάτων τους. Σε μια μελέτη που διεξήχθη το 2005 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις υπό πραγματικές, αλλά και υπό εικονικές συνθήκες για να εξετασθεί εάν υπάρχει απόκλιση στην ταχύτητα που αποκτούν οι συμμετέχοντες στο περιβάλλον του προσομοιωτή σε σχέση με την παρατηρούμενη ταχύτητα στην πραγματική οδήγηση. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ταχυτήτων (Bella, 2005). Σε συνέχεια της προηγούμενης μελέτης διεξήχθη το 2008 άλλη μια έρευνα εγκυρότητας με επίκεντρο τους προσομοιωτές οδήγησης στις λωρίδες επιβράδυνσης στους αυτοκινητοδρόμους, στην οποία καταγράφηκαν επίσης ίδια επίπεδα ταχύτητας (Bella, 2008).

### **3.5.3 Προγενέστερες έρευνες με χρήση προσομοιωτών για την υπνηλία/κόπωση κατά την οδήγηση και την οδηγική συμπεριφορά**

Οι προσομοιωτές οδήγησης χρησιμοποιούνται ευρέως σε πειράματα, καθώς επιτρέπουν την αξιολόγηση της συμπεριφοράς, των δεξιοτήτων και της προσοχής του οδηγού

κατά την οδήγηση σε ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον, συνεισφέροντας με αυτό τον τρόπο στην διεξαγωγή ερευνών.

Στον τομέα των μεταφορών έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικές με την οδική ασφάλεια και τη συμπεριφορά των οδηγών, εκτελώντας πειράματα σε προσομοιωτές οδήγησης. Η συλλογή δεδομένων σχετικών με την κόπωση κατά την οδήγηση μπορεί να επιτευχθεί επιτυχημένα μέσω της χρήσης ειδικά σχεδιασμένων προσομοιωτών οδήγησης, οι οποίοι αποτελούν αποτελεσματικό εργαλείο αξιολόγησης της οδήγησης υπό διαφορετικές συνθήκες και για διαφορετικούς σκοπούς (Bella, 2008; Blana, 1996; Godley et al., 2002; Klee et al., 1999; Rossi et al., 2011; Staplin, 1995).

Μια έρευνα δημοσιεύθηκε το 2016 και ερευνούσε την επίδραση του σύντομου βραδινού ύπνου στις επιδόσεις στην οδήγηση με τη βοήθεια πειραμάτων σε προσομοιωτή οδήγησης (Centofanti et al., 2016).

Μια επίσης πρόσφατη έρευνα, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης, αξιολογεί την υποκειμενική αντίληψη της αίσθησης υπνηλίας σε σχέση με τα αποτελέσματα από το Τεστ Ελέγχου Εγρήγορης (Maintenance of Wakefulness Test) (Schreier et al., 2015). Οι συμμετέχοντες στο πείραμα καλούνταν να ακολουθήσουν συγκεκριμένες οδηγίες για τις ώρες ύπνου λίγες ημέρες πριν την προσομοίωση. Κατά τη διάρκεια της οδήγησης, η οποία διαρκούσε 60 λεπτά σε ένα μονότονο σενάριο, ζητούνταν να πιέσουν ένα κουμπί όποια στιγμή ένιωθαν συμπτώματα κόπωσης ή υπνηλίας.

Δεδομένου ότι οι οδηγοί οφείλουν να διακόπτουν την οδήγηση, όταν αισθάνονται κόπωση ή υπνηλία, είναι απαραίτητο να εξετάζεται εάν υπάρχει η δυνατότητα αντίληψης αυτών των καταστάσεων από τους ίδιους. Αυτό το ζήτημα αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης ερευνητών ενός Πανεπιστημίου της Αυστραλίας, οι οποίοι πραγματοποιώντας πειράματα σε

προσομοιωτή οδήγησης με 90 συμμετέχοντες χωρισμένους σε τρεις ομάδες ελέγχου, επιβεβαίωσαν πως οι οδηγοί έχουν επίγνωση της κατάστασής τους κατά τη διάρκεια της οδήγησης και αντιλαμβάνονται ότι είναι πιθανόν να αποκοιμηθούν στο τιμόνι ή ακόμη και να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα (Williamson et al., 2014). Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων αυτών, οι συμμετέχοντες οδήγησαν για 30 λεπτά στον προσομοιωτή μια ημέρα πριν το πείραμα για να εξοικειωθούν μαζί του. Έπειτα, τους δόθηκαν ειδικά σχεδιασμένα ρολόγια ύπνου και τους ζητήθηκε να μειώσουν τη διάρκεια του ύπνου τους κατά 5 ώρες για το συγκεκριμένο βράδυ. Την ημέρα της εξέτασης, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο με δημογραφικά στοιχεία, την καθημερινή τους ρουτίνα και την κατάσταση της υγείας τους. Στο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνονταν ερωτήσεις για το ύψος και το βάρος των συμμετεχόντων, με σκοπό τον υπολογισμό του Δείκτη Μάζας Σώματος (Body Mass Index-BMI), έναν από τους δείκτες πιθανής ύπαρξης άπνοιας (Gurubhagavatula et al., 2004; Maislin et al., 1995), καθώς και την κλίμακα ύπνου Epworth (Johns, 1991) για την εκτίμηση ύπαρξης διαταραχών του ύπνου.

Μια ακόμη έρευνα που δημοσιεύθηκε στην Αυστραλία αφορούσε θεραπευμένα άτομα από το Σύνδρομο Αποφρακτικών Απνοιών κατά τον Ύπνο και μέσω προσομοιωτή οδήγησης σύγκρινε τις διαφορές στην οδήγησή τους ύστερα από τρεις μήνες λήψης της θεραπείας CPAP (Vakulin et al., 2011). Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν συμμετέχοντες που έπασχαν από το συγκεκριμένο σύνδρομο και ήταν διατεθειμένοι να ακολουθήσουν την θεραπεία CPAP, καθώς και μια ομάδα ελέγχου υγιών ατόμων. Για όλα τα άτομα ήταν γνωστά τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά, όπως επίσης και στοιχεία σχετικά με τον δείκτη μάζας σώματος και τις συνήθειες ύπνου. Αποτέλεσμα της έρευνας ήταν πως οι δεξιότητες στην οδήγηση χειροτερεύουν σε άτομα που πάσχουν από ΣΑΑΥ, ενώ βελτιώνονται ύστερα από τη λήψη της απαραίτητης θεραπείας CPAP. Στην Πάντοβα της Ιταλίας πραγματοποιήθηκε

έρευνα με χρήση προσομοιωτή οδήγησης για την αξιολόγηση της κόπωσης των οδηγών, διεξάγοντας πειράματα με 17 συμμετέχοντες που κλήθηκαν να οδηγήσουν σε μονότονα και ποικιλόμορφα σενάρια κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες, και ακόμη συμμετείχαν σε μια συνέντευξη σχετική με τα χαρακτηριστικά και τη λεπτομερή κατάσταση του κάθε οδηγού (Rossi et al., 2011).

### **3.6 Σύνοψη Κεφαλαίου 3**

Συνοψίζοντας, από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που παρουσιάστηκε στο παρόν Κεφάλαιο, προκύπτει ότι η κόπωση αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων. Έρευνες που αναλύθηκαν ανωτέρω, όπως και πλήθος άλλων ερευνών υποστηρίζουν πως η υπνηλία και η κόπωση σχετίζονται με τον αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων. Η κατάσταση κόπωσης/υπνηλίας οδηγεί αναπόφευκτα σε μειωμένες επιδόσεις στην οδήγηση, μειωμένους χρόνους αντίδρασης, λανθασμένη κρίση και κατά συνέπεια σε πιθανές συγκρούσεις.

Το Σύνδρομο Αποφρακτικών Απνοιών κατά τον Ύπνο περιγράφεται από τη σύντομη διακοπή της αναπνοής λόγω απόφραξης του ανώτερου αεραγωγού ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια του ύπνου με αποτέλεσμα τις συνεχείς αφυπνίσεις του ασθενούς. Τα κύρια συμπτώματα αυτού του συνδρόμου είναι το έντονο ροχαλιτό, η ημερήσια υπνηλία και το αίσθημα κούρασης κατά τη διάρκεια της ημέρας. Βάσει ερευνών, το συγκεκριμένο σύνδρομο αφορά τουλάχιστον στο 2-4% του ενήλικου πληθυσμού και επισημαίνεται πως τα άτομα με αναπνευστική διαταραχή παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα να προκαλέσουν τροχαίο ατύχημα σε σύγκριση με τα υγιή άτομα.

Για τη μελέτη της επίδρασης της υπνηλίας στην οδήγηση πραγματοποιούνται έρευνες παγκοσμίως χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους. Μία από τις πιο αποτελεσματικές και



ρεαλιστικές μεθόδους αξιολόγησης της οδηγικής συμπεριφοράς αποτελεί η χρήση των προσομοιωτών οδήγησης. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την ανάπτυξη των προσομοιωτών, επιτυγχάνεται η όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική εκτίμηση των χαρακτηριστικών και του τρόπου συμπεριφοράς των οδηγών, υπό τις εκάστοτε συνθήκες που απαιτούνται για τις ανάγκες κάθε έρευνας.

## **Κεφάλαιο 4 Σχεδιασμός και υλοποίηση έρευνας**

Στο Κεφάλαιο αυτό περιγράφονται λεπτομερώς όλα τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της παρούσας έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, παρατίθενται όλες οι ενέργειες που σχετίζονται με την κατάστρωση και την πραγματοποίηση του πειράματος και οι προ-απαιτούμενες ενέργειες.

### **4.1 Καθορισμός δείγματος**

Η οργάνωση της έρευνας βασίστηκε αρχικά στον καθορισμό του δείγματος. Ύστερα από εκτενή μελέτη της βιβλιογραφίας, επιλέχθηκαν 60 άτομα για την πραγματοποίηση των πειραμάτων, ομαδοποιημένα σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την ηλικία, κάτω και άνω των 25 ετών. Για να θεωρείται ικανοποιητικό το δείγμα στατιστικά, επιλέχθηκαν 30 άτομα ηλικίας μικρότερης των 25 ετών και αντίστοιχα 30 άτομα άνω των 25 ετών.

Η προσέγγιση των συμμετεχόντων έγινε μέσω της ενημέρωσης σχετικά με το πείραμα σε φοιτητές του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, φίλους και συγγενείς, οι οποίοι είχαν τη δυνατότητα να βρίσκονται στην πόλη του Βόλου τη χρονική περίοδο υλοποίησης του πειράματος προσομοίωσης.

Για τη συλλογή των αντικειμενικών δεδομένων πραγματοποιήθηκαν πειράματα σε προσομοιωτή οδήγησης, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο Εργαστήριο Κυκλοφορίας, Μεταφορών και Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Επιπλέον, έγινε καταγραφή της ποιότητας ύπνου των

συμμετεχόντων μέσω ημερολογίου ύπνου, το οποίο προηγήθηκε του πειράματος προσομοίωσης. Πριν την έναρξη της προσομοίωσης, οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο περιείχε μια κλίμακα υπνηλίας, καθώς και ερωτήσεις σχετικές με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των οδηγών. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης, οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο σχετικό με την εμπειρία τους από τον προσομοιωτή.

Σημειώνεται ότι το Εργαστήριο Κυκλοφορίας, Μεταφορών και Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (TTLog) είναι σύμφωνο με τον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (GDPR) και σέβεται την ιδιωτικότητα των συμμετεχόντων προστατεύοντας τα προσωπικά τους δεδομένα. Σε κάθε έναν από τους συμμετέχοντες δόθηκε ένα διακριτικό συμμετοχής για να διασφαλιστεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων τους.

## **4.2 Παρακολούθηση και καταγραφή συνηθειών ύπνου**

Η παρούσα έρευνα εξετάζει την επίδραση της υπνηλίας και της κόπωσης των οδηγών στην οδήγηση. Για την υλοποίηση των πειραμάτων κρίθηκε απαραίτητη η παρακολούθηση και καταγραφή του ύπνου των συμμετεχόντων επτά ημέρες πριν την πραγματοποίηση του πειράματος. Το ημερολόγιο ύπνου δημιουργήθηκε σύμφωνα με αντίστοιχα ημερολόγια που έχουν συμπληρωθεί σε προγενέστερες έρευνες, προσαρμοσμένο στις ανάγκες της παρούσας εργασίας.

Οι ερωτήσεις του ημερολογίου ύπνου φαίνονται στον Πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4-1). Για τη διευκόλυνση των συμμετεχόντων στο πείραμα, το ημερολόγιο δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα του Survey Monkey (<https://www.surveymonkey.com/>) και ήταν σε ηλεκτρονική μορφή. Για μια εβδομάδα πριν την προγραμματισμένη ημέρα του

πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης, οι συμμετέχοντες λάμβαναν κάθε πρωί με ηλεκτρονική αλληλογραφία (e-mail) την ηλεκτρονική διεύθυνση του ημερολογίου ύπνου για να το απαντήσουν με βάση τις συνθήκες του ύπνου τους το προηγούμενο βράδυ. Ύστερα από την ολοκλήρωση των πειραμάτων, οι απαντήσεις των ημερολογίων ύπνου συλλέχθηκαν από την πλατφόρμα του Survey Monkey και δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων στο υπολογιστικό πρόγραμμα του Excel με τις απαντήσεις όλων των συμμετεχόντων για τις επτά ημέρες που το συμπλήρωνε ο καθένας.

Πίνακας 4-1: Ερωτήσεις ημερολογίου ύπνου.

<b>Ημερολόγιο Ύπνου</b>					
Τι ώρα ξαπλώσατε χθες το βράδυ;					
Τι ώρα προσπαθήσατε να αποκοιμηθείτε;					
Πόση ώρα πέρασε μέχρι να αποκοιμηθείτε (σε λεπτά);					
Τι ώρα ξυπνήσατε;					
Ξυπνήσατε από:					
<i>Ξυπνητήρι</i>	<i>Κάποιον/α που του/της ζητήσατε να σας ξυπνήσει</i>	<i>Θόρυβο</i>	<i>Απλώς ξυπνήσατε</i>		
Αφού αποκοιμηθήκατε, πόσες φορές ξυπνήσατε κατά τη διάρκεια της νύχτας;					
<i>Καμία</i>	<i>1 φορά</i>	<i>2 φορές</i>	<i>3 φορές</i>	<i>4 φορές</i>	<i>5 ή περισσότερες φορές</i>
Συνολικά πόση ώρα παραμείνατε ξύπνιος/α (σε λεπτά);					
Πόσες φορές ξυπνήσατε:					
<i>Για να χρησιμοποιήσετε την τουαλέτα;</i>	<i>Λόγω φασαρίας/παιδιού/συντρόφου;</i>	<i>Επειδή αισθανόσασταν άβολα ή είχατε κάποια σωματική ενόχληση;</i>			
Παρακαλώ βαθμολογήστε την ποιότητα του ύπνου σας.					
Παρακαλώ αξιολογήστε τη διάθεσή σας κατά το πρωινό ξύπνημα.					

### 4.3 Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος προσομοίωσης

Το TTLog είναι εξοπλισμένο πλήρως με προσομοιωτή οδήγησης που αποτελείται από ενσωματωμένη καμπίνα οδηγού, συμπεριλαμβανομένου του αγωνιστικού καθίσματος, του τιμονιού, κιβωτίου ταχυτήτων, ηχείων και τριών οθονών μεγέθους 43” (Σχήμα 4.1). Υπάρχουν εγκατεστημένα δύο λογισμικά στον προσομοιωτή οδήγησης του εργαστηρίου: Ο

προσομοιωτής οδήγησης CARNETSOFT Research Driving Simulator (<https://www.rijschoolsimulator.nl/research-driving-simulator/>) και το σύστημα καταγραφής κινήσεων των ματιών Seeing Machines Driver State Tensor (DSS) (<https://www.seeingmachines.com/>).



Σχήμα 4-1: Περιβάλλον προσομοιωτή οδήγησης.

Το πρώτο λογισμικό παρέχει έναν πλήρως διαδραστικό προσομοιωτή οδήγησης με γραφικά 210 μοιρών περιφερειακά υψηλής ευκρίνειας αποδίδοντας πάνω από 6 κανάλια: αριστερή, κεντρική και δεξιά άποψη και τρεις καθρέπτες, έναν σε καθεμία από τις οθόνες. Το λογισμικό επιτρέπει τη μελέτη ενός ευρέως φάσματος μεταβλητών, όπως για παράδειγμα την επίδραση της κόπωσης και της υπνηλίας του οδηγού στον χρόνο αντίδρασης ελέγχου του τιμονιού, τις επιπτώσεις της απόσπασης της προσοχής στον χρόνο αντίδρασης φρεναρίσματος, κτλ.

Το λογισμικό DSS αποτελεί μια ισχυρή, αυτόματη πλατφόρμα αισθητήρων που χρησιμοποιεί τεχνικές ανίχνευσης προσώπου για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την κόπωση και την απόσπαση της προσοχής του οδηγού. Χρησιμοποιεί την τεχνολογία επεξεργασίας βίντεο και καταγράφει σε επίπεδο τριών διαστάσεων (3-D) την ακριβή θέση

του κεφαλιού, το βλέμμα και την κίνηση των βλεφάρων των ματιών του οδηγού, παρέχοντας δύο μετρήσεις σχετικές με την κόπωση: την ανίχνευση γεγονότος MICROSLEEP και την μέτρηση PERCLOS.

Ως MICROSLEEP ορίζεται ένα προσωρινό επεισόδιο ύπνου ή υπνηλίας που μπορεί να διαρκέσει από ένα κλάσμα του ενός δευτερολέπτου ή μέχρι 30 δευτερόλεπτα, κατά τα οποία ένα άτομο δεν ανταποκρίνεται σε κάποια αυθαίρετη αισθητική εισροή (Poudel et al., 2012). Στο λογισμικό DSS, η ελάχιστη διάρκεια κλεισίματος των βλεφάρων για την καταγραφή των συμβάντων MICROSLEEP ορίστηκε στα 1,5 δευτερόλεπτα.

Το PERCLOS είναι ένα μέτρο ανίχνευσης υπνηλίας, αναφερόμενο ως το ποσοστό του κλεισίματος των βλεφάρων πάνω από την κόρη του ματιού με την πάροδο του χρόνου, αντανακλώντας το αργό κλείσιμο των βλεφάρων σε αντίθεση με το ανοιγοκλείσιμο που συμβαίνει φυσιολογικά (Federal Highway Administration, 1998). Στο λογισμικό DSS, το 0% χαρακτηρίζει τα κλειστά βλέφαρα και το 100% τα πλήρως ανοιχτά βλέφαρα. Για την καταγραφή της μέτρησης PERCLOS, τα βλέφαρα θεωρούνται κλειστά, όταν το ποσοστό που καταγράφεται είναι μικρότερο του 35%.

Στους Πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι μεταβλητές που καταγράφηκαν από τον προσομοιωτή οδήγησης (Πίνακας 4-2) και από το σύστημα καταγραφής κινήσεων των ματιών (Πίνακας 4-3) αντίστοιχα, για κάθε έναν από τους συμμετέχοντες στο πείραμα.

Πίνακας 4-2: Μεταβλητές καταγραφής του προσομοιωτή οδήγησης Carnetsoft.

<i>VARIABLE</i>	<i>Μεταβλητή</i>	<i>Μονάδες</i>	<i>Περιγραφή</i>
VELOCITY	Ταχύτητα	m/s	Ταχύτητα κίνησης του οχήματος.
ACCELERATION	Επιτάχυνση	m/s <sup>2</sup>	Θετικές τιμές - επιτάχυνση: ρυθμός αύξησης της ταχύτητας, Αρνητικές τιμές - επιβράδυνση: ρυθμός μείωσης της ταχύτητας.
LATERAL VELOCITY	Πλευρική ταχύτητα	m/s	Πλευρική ταχύτητα του οχήματος - θετικές τιμές: το όχημα κινείται προς τα αριστερά, αρνητικές τιμές: το όχημα κινείται προς τα δεξιά.
LATERAL DISTANCE	Πλευρική απόσταση	m	Είναι η πλευρική απόσταση μεταξύ του κέντρου του μπροστινού προφυλακτήρα του οχήματος και της κεντρικής γραμμής της δεξιάς λωρίδας. Εάν το κέντρο του μπροστινού προφυλακτήρα είναι αριστερά της κεντρικής γραμμής, τότε οι τιμές είναι θετικές. Εάν είναι δεξιά της κεντρικής γραμμής, τότε οι τιμές είναι αρνητικές.
STEERING WHEEL ANGLE	Γωνία στροφής τιμονιού	degrees	Γωνία τιμονιού - θετικές τιμές: στροφή τιμονιού προς τα αριστερά, αρνητικές τιμές: στροφή τιμονιού προς τα δεξιά.
TIME TO LINE CROSSING TO THE LANE EDGELINE	Χρόνος στη γραμμή που διασχίζει το όχημα την οριογραμμή	secs	Θετικές τιμές: όταν το όχημα κινείται προς την αριστερή οριογραμμή. Αρνητικές τιμές: όταν το όχημα κινείται προς τη δεξιά οριογραμμή.
TIME TO COLLISION	Χρόνος πριν τη σύγκρουση	secs	Χρόνος πριν τη σύγκρουση σε seconds, ανάμεσα στο προπορευόμενο όχημα και το όχημα που μελετάται στην ίδια λωρίδα κυκλοφορίας.

Πίνακας 4-3: Μεταβλητές καταγραφής του λογισμικού DSS.

<i>VARIABLE</i>	<i>Μεταβλητή</i>	<i>Εύρος τιμών</i>	<i>Περιγραφή</i>
PERCLOS	PERCLOS	0 έως 1	Μέτρο κόπωσης του οδηγού.
MICROSLEEP	MICROSLEEP	0 ή 1	Υποδεικνύει την ανίχνευση συμβάντος MICROSLEEP. Για την τιμή «0» δεν ανιχνεύεται κανένα συμβάν.
ATTENTION OFF ROAD	Προσοχή εκτός δρόμου	0 ή 1	Υποδεικνύει εάν η προσοχή του οδηγού είναι εκτός δρόμου. Για την τιμή «0» ο οδηγός κοιτάζει τον δρόμο, ενώ για την τιμή «1», ο οδηγός κοιτάζει εκτός δρόμου.
DISTRACTION	Απόσπαση προσοχής	0 ή 1	Υποδεικνύει εάν ανιχνεύεται συμβάν απόσπασης της προσοχής. Για την τιμή «0», δεν ανιχνεύεται κανένα συμβάν.

Διευκρινίζεται πως η διαφορά μεταξύ των παραμέτρων «ATTENTION OFF ROAD» και «DISTRACTION» είναι πως η πρώτη περιέχει στιγμιαία δεδομένα (μόλις το κεφάλι του οδηγού στραφεί εκτός δρόμου), ενώ η δεύτερη εμφανίζει την τιμή «1» μόνο εάν η προσοχή εκτός δρόμου υπερβαίνει τον χρόνο που έχει δηλωθεί στο λογισμικό, ήτοι 2 δευτερόλεπτα.

#### 4.4 Περιβάλλον πειράματος

Για τις ανάγκες της έρευνας, το περιβάλλον του πειράματος αποφασίσθηκε να αποτελείται από ένα μονότονο σενάριο οδήγησης μεγάλης διάρκειας, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα δεδομένα και να εξαχθούν σωστά και βάσιμα συμπεράσματα από την ανάλυση αυτών. Για τον λόγο αυτόν, το περιβάλλον του προσομοιωτή που επιλέχθηκε ήταν ένα υπεραστικό δίκτυο διπλής κατεύθυνσης με δύο λωρίδες σε κάθε ρεύμα κυκλοφορίας. Οι καιρικές συνθήκες ήταν καλές, ο δρόμος διέθετε ορισμένες καμπύλες, διασταυρώσεις και υπήρχαν οχήματα που προσέγγιζαν και προσπερνούσαν το όχημα, χωρίς όμως να υπάρχουν εμπόδια που να αναγκάσουν τον οδηγό να φρενάρει απότομα ή να αλλάξει κατεύθυνση. Η



διάρκεια οδήγησης του συγκεκριμένου σεναρίου ήταν 30 λεπτά, για οδήγηση με μέση ταχύτητα τα 80km/h. Ωστόσο, ο χρόνος οδήγησης μεταβαλλόταν σύμφωνα με την ταχύτητα που αποκτούσαν οι εκάστοτε οδηγοί. Η μικρότερη διάρκεια οδήγησης που καταγράφηκε για το συγκεκριμένο πείραμα ήταν 17 λεπτά, ενώ η μεγαλύτερη 40 λεπτά.

#### **4.5 Συλλογή δεδομένων**

Τα πειράματα στον προσομοιωτή οδήγησης ξεκίνησαν τη Δευτέρα 27 Μαΐου 2019 και ολοκληρώθηκαν την Παρασκευή 5 Ιουλίου 2019. Τα ημερολόγια ύπνου συμπληρώνονταν κάθε πρωί για επτά ημέρες πριν την προγραμματισμένη συνάντηση για την οδήγηση στον προσομοιωτή και επομένως για κάθε συμμετέχοντα οι ημερομηνίες συμπλήρωσης των ημερολογίων ήταν διαφορετικές.

Την ημέρα του πειράματος, πριν την έναρξη της προσομοίωσης, ο οδηγός έπρεπε να συμπληρώσει ένα ερωτηματολόγιο (Πίνακας 4-4), το οποίο περιείχε ερωτήσεις για τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, ορισμένες ερωτήσεις σχετικές με την εμπειρία και την συχνότητα οδήγησης, όπως και την κλίμακα υπνηλίας του Epworth (Johns, 1990-97).

Στο τέλος του πειράματος, οι συμμετέχοντες ζητούνταν να απαντήσουν ένα πολύ σύντομο ερωτηματολόγιο για να εκφράσουν την εμπειρία τους από τον προσομοιωτή οδήγησης και να περιγράψουν τις όποιες δυσκολίες αντιμετώπισαν.

Πίνακας 4-4: Πεδία ερωτηματολογίου.

<b>Ερωτηματολόγιο</b>				
<b>Μέρος Α: Κλίμακα υπνηλίας Epworth (ESS)</b>				
<p>Πόσο πιθανό είναι να μισοκοιμηθείτε ή να κοιμηθείτε στις παρακάτω καταστάσεις, σε αντίθεση με το να νιώθετε απλώς κουρασμένοι; Αυτό αφορά στον συνηθισμένο τρόπο ζωής σας τον τελευταίο καιρό. Ακόμα και εάν δεν κάνατε κάποιο από αυτά τα πράγματα πρόσφατα, προσπαθήστε να εκτιμήσετε πώς θα σας είχαν επηρεάσει.</p> <p>Παρακαλώ, χρησιμοποιήστε την παρακάτω κλίμακα για να επιλέξετε τον πιο κατάλληλο βαθμό για την κάθε κατάσταση:</p>				
<i>0-Δεν θα μισοκοιμόσασταν ποτέ</i>	<i>1-Μικρή πιθανότητα να μισοκοιμηθείτε</i>	<i>2-Μέτρια πιθανότητα να μισοκοιμηθείτε</i>	<i>3-Υψηλή πιθανότητα να μισοκοιμηθείτε</i>	
Κάθεστε και διαβάζετε				
Βλέπετε τηλεόραση				
Κάθεστε, αδρανής σ' έναν δημόσιο χώρο (π.χ. θέατρο, κινηματογράφο ή συγκέντρωση)				
Ως επιβάτης, σ' ένα αυτοκίνητο για μια ώρα χωρίς διακοπή				
Ξαπλώνετε για να ξεκουραστείτε το μεσημέρι, όταν οι περιστάσεις το επιτρέπουν				
Κάθεστε και μιλάτε σε κάποιον				
Κάθεστε ήσυχα μετά από ένα μεσημεριανό γεύμα χωρίς αλκοόλ				
Μέσα σ' ένα αυτοκίνητο, ενώ είναι σταματημένο για μερικά λεπτά μέσα στην κίνηση				
<b>Μέρος Β: Δημογραφικά χαρακτηριστικά</b>				
Φύλο				
<i>Ανδρας</i>		<i>Γυναίκα</i>		
Ηλικία				
<i>18-25</i>	<i>26-40</i>	<i>41-65</i>	<i>&gt;66</i>	
Ύψος (εκατοστά)				
Βάρος (σε κιλά)				
Κατά μέσο όρο, πόσο συχνά μέσα στην εβδομάδα, κάνετε γυμναστική ή αθλητισμό;				
<i>Σχεδόν ποτέ</i>	<i>Μια ημέρα την εβδομάδα</i>	<i>Τουλάχιστον 2 ημέρες την εβδομάδα</i>	<i>Τουλάχιστον 3 ημέρες την εβδομάδα</i>	<i>Καθημερινά</i>
Πώς θα χαρακτηρίζατε συνολικά τη φυσική σας κατάσταση;				
<i>Κακή</i>	<i>Μέτρια</i>	<i>Καλή</i>	<i>Πολύ καλή</i>	<i>Άριστη</i>
Πώς θα χαρακτηρίζατε συνολικά την κατάσταση της υγείας σας;				
<i>Κακή</i>	<i>Μέτρια</i>	<i>Καλή</i>	<i>Πολύ καλή</i>	<i>Άριστη</i>
Επίπεδο εκπαίδευσης:				
<i>Απολυτήριο Δημοτικού</i>	<i>Απολυτήριο Γυμνασίου</i>	<i>Απολυτήριο Λυκείου</i>	<i>Πτυχίο Ανώτατου/Ανώτερου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος</i>	

<b>Ερωτηματολόγιο</b>						
Απασχόληση:						
Μαθητής	Φοιτητής	Εργαζόμενος	Άνεργος	Συνταξιούχος	Οικιακά	Άλλο
Οδηγική εμπειρία:						
<5 έτη		5-10 έτη		>10 έτη		
Συχνότητα οδήγησης μέσα στην πόλη:						
Καθόλου	Σπάνια	Μερικές φορές τον μήνα	Μερικές φορές την εβδομάδα	Καθημερινά		
Συχνότητα οδήγησης σε υπεραστικό δίκτυο:						
Καθόλου	Σπάνια	Μερικές φορές τον μήνα	Μερικές φορές την εβδομάδα	Καθημερινά		
Μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα (μη υποχρεωτικό πεδίο):						
< 1.000 €		1.001 € – 1.500 €		> 1.501 €		
Τόπος διαμονής						

#### 4.6 Υλοποίηση πειράματος

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, στον χώρο του προσομοιωτή οδήγησης ήταν παρόντες ο ερευνητής και ο/η συμμετέχων/ουσα στο πείραμα. Αρχικά, προκειμένου να εξοικειωθεί ο οδηγός με τον προσομοιωτή πραγματοποιούσε μια δοκιμαστική διαδρομή διάρκειας περίπου 10 λεπτών, ώστε να συνηθίσει ο οδηγός το τιμόνι, το φρένο και γενικότερα το περιβάλλον του προσομοιωτή. Έπειτα, ξεκινούσε η προσομοίωση, κατά την οποία παρέχονταν συγκεκριμένες οδηγίες σχετικά με τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει ο οδηγός, όπως και με τους κανόνες κυκλοφορίας που πρέπει να τηρούνται, δηλαδή τα όρια ταχύτητας και την πλευρική θέση του οχήματος. Κατά τη διάρκεια του πειράματος στον προσομοιωτή, γινόταν ταυτόχρονα καταγραφή των κινήσεων των ματιών των συμμετεχόντων με τη βοήθεια του συστήματος DSS και τα δεδομένα του συστήματος αυτού συλλέγονταν στο τέλος κάθε προσομοίωσης μαζί με τα δεδομένα του προσομοιωτή CARNETSOFT.

Μετά τη λήξη των 60 πειραμάτων, στα αρχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή και από το σύστημα καταγραφής της κίνησης των βλεφάρων έγιναν οι

κατάλληλες μετατροπές και ύστερα συγκεντρώθηκαν στο πρόγραμμα Excel, δημιουργώντας 60 διαφορετικά λογιστικά φύλλα, ένα για κάθε συμμετέχοντα στο πείραμα.

#### **4.7 Σύνοψη Κεφαλαίου 4**

Στο παρόν Κεφάλαιο έγινε αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας των πειραμάτων προσομοίωσης. Συνοπτικά, η διαδικασία περιγράφεται ως εξής:

1. Καθορισμός δείγματος και συμφωνία με τον κάθε συμμετέχοντα για την ακριβή ημερομηνία διεξαγωγής του πειράματος.
2. Συμπλήρωση ημερολογίου ύπνου επτά ημέρες πριν την οδήγηση στον προσομοιωτή.
3. Συμπλήρωση ερωτηματολογίου με δημογραφικά χαρακτηριστικά και την κλίμακα υπνηλίας του Epworth, πριν την έναρξη του πειράματος.
4. Οδήγηση στον προσομοιωτή για 30 λεπτά σε υπεραστικό δίκτυο δύο λωρίδων για κάθε κατεύθυνση και ταυτόχρονη καταγραφή της κίνησης των βλεφάρων των ματιών του οδηγού.
5. Συμπλήρωση ερωτηματολογίου σχετικό με την εμπειρία που απέκτησαν οι συμμετέχοντες από την οδήγηση στον προσομοιωτή.

## **Κεφάλαιο 5 Αποτελέσματα**

Στο παρόν Κεφάλαιο ακολουθεί η παρουσίαση των μεθόδων ανάλυσης των αποτελεσμάτων του πειράματος, η περιγραφή του δείγματος μέσω περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής, καθώς και η αξιολόγηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων στο πείραμα.

### **5.1 Μέθοδοι ανάλυσης**

Η ανάλυση των δεδομένων βασίζεται στην έννοια της περιγραφικής (π.χ. περιγραφή ποσοτικών δεικτών) και της επαγωγικής (π.χ. συσχετίσεις παραμέτρων) στατιστικής (Πετρίδης, 2000).

Στην παρούσα εργασία τα δεδομένα αναλύθηκαν και με τους δύο τρόπους στατιστικής για την απεικόνιση των χαρακτηριστικών του δείγματος μέσω της περιγραφικής στατιστικής, όπως και για τη διαμόρφωση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών της οδηγικής συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών των οδηγών μέσω της επαγωγικής στατιστικής.

Οι στατιστικές διαδικασίες είναι αυτές που καθορίζουν το είδος του στατιστικού ελέγχου που θα χρησιμοποιηθεί, σύμφωνα με τις ανάγκες της εκάστοτε έρευνας, και είναι οι εξής (Montgomery, 1996):

- Η μη παραμετρική στατιστική διαδικασία, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί η πιθανή αλληλεξάρτηση στις κατανομές δύο ονομαστικών

χαρακτηριστικών (οι τιμές αναφέρονται μόνο σε κατηγορίες, π.χ. φύλο) ενός πληθυσμού ή δείγματος (έλεγχος προσαρμογής  $\chi^2$ ).

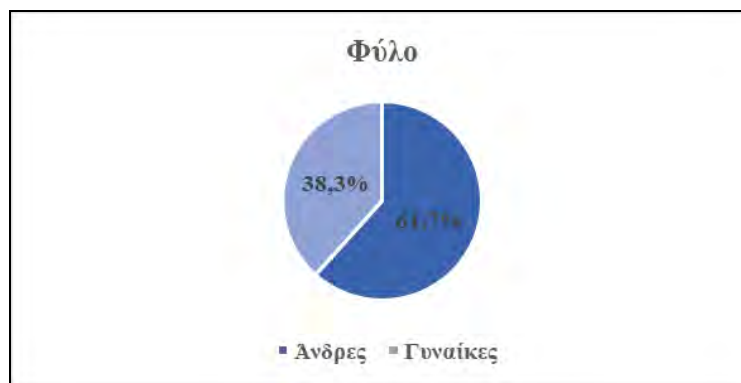
- Η παραμετρική στατιστική διαδικασία, η οποία ελέγχει εάν οι μέσοι όροι των τιμών που προέρχονται από δύο δείγματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (ANOVA, t-test, κτλ.).

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας κρίθηκε καταλληλότερη η χρήση της παραμετρικής στατιστικής διαδικασίας για την ανάλυση των δεδομένων και πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη μοντέλων με τη μέθοδο ανάλυσης διακύμανσης με έναν και δύο παράγοντες, δηλαδή One-Way ANOVA και Two-Way ANOVA, αντίστοιχα.

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) είναι μια από τις πλέον χρήσιμες τεχνικές της στατιστικής, με πολλές εφαρμογές σε προβλήματα, στα οποία εμπλέκονται δύο ή και περισσότερες μεταβλητές (Ταγαράς, 2010).

## 5.2 Περιγραφή δείγματος

Στο πείραμα της παρούσας έρευνας συμμετείχαν 60 άτομα, χωρισμένα ισομερώς σε δύο ηλικιακές ομάδες, δηλαδή 30 άτομα κάτω των 25 ετών και 30 άνω των 25 ετών αντίστοιχα. Για τη διαφύλαξη των προσωπικών δεδομένων των συμμετεχόντων, σε κάθε έναν δόθηκε ένα διακριτικό συμμετοχής και πιο συγκεκριμένα, ένας αριθμός από το 1 έως το 60. Στα παρακάτω Σχήματα 5-1 και 5-2 φαίνεται η κατανομή του δείγματος με βάση το φύλο και την ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκουν.



Σχήμα 5-1: Φύλο συμμετεχόντων.

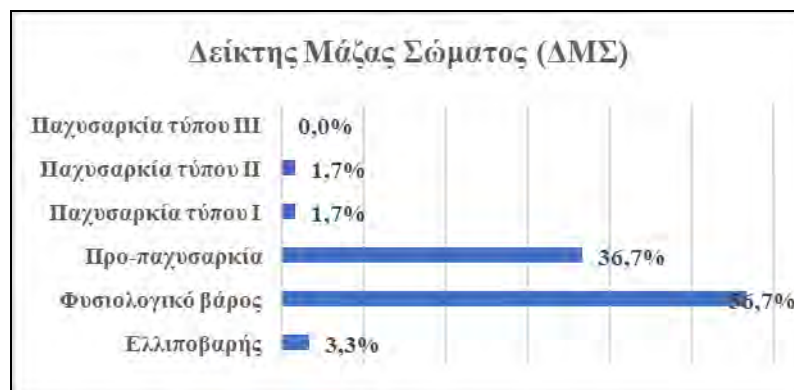


Σχήμα 5-2: Ηλικία συμμετεχόντων.

Από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων, όσον αφορά στο ύψος και το βάρος τους υπολογίσθηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) ( $\text{Βάρος}/\text{Υψος}^2$ ) και τα άτομα ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες, σύμφωνα με τον Πίνακα 5-1 (World Health Organization, 2019). Στο Σχήμα 5-3 παρατίθεται η κατανομή του δείγματος στις κατηγορίες σύμφωνα με τον προαναφερόμενο Πίνακα. Το 56,7% του δείγματος φαίνεται να έχει φυσιολογικό βάρος, ενώ το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό (36,7%) ανήκει στην κατηγορία της προ-παχυσαρκίας.

Πίνακας 5-1: Κατηγορίες ΔΜΣ (World Health Organization, 2019).

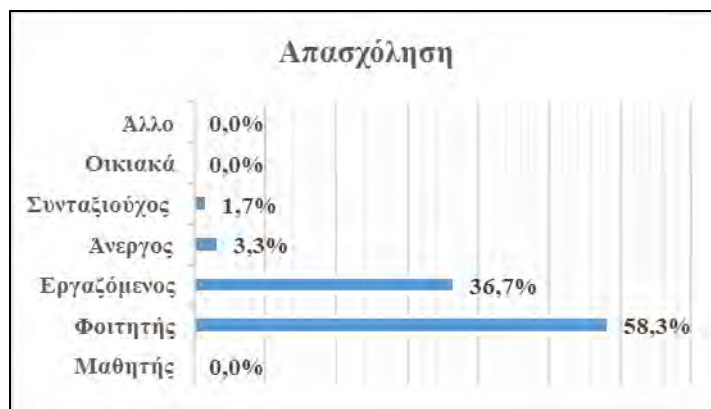
<i>Διατροφική κατάσταση</i>	<i>Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ)</i>
Ελλιποβαρής	<18,5
Φυσιολογικό βάρος	18,5-24,9
Προ-παχυσαρκία	25,0-29,9
Παχυσαρκία τύπου I	30,0-34,9
Παχυσαρκία τύπου II	35,0-39,9
Παχυσαρκία τύπου III	>40



Σχήμα 5-3: Κατανομή δείγματος σύμφωνα με τον Δείκτη Μάζας Σώματος.

Στα Σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι κατανομές των συμμετεχόντων με βάση τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα, στο Σχήμα 5-4 φαίνεται η κατανομή του δείγματος με βάση την απασχόλησή τους και στα Σχήματα 5-5, 5-6 και 5-7 το επίπεδο εκπαίδευσης, το μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα και ο τόπος διαμονής, αντίστοιχα. Παρατηρείται πως το 58,3% των συμμετεχόντων είναι φοιτητές και το 36,7% είναι εργαζόμενοι, ενώ δεν υπάρχουν καθόλου μαθητές, αφού το δείγμα αποτελείται μόνο από άτομα που έχουν στην κατοχή τους δίπλωμα οδήγησης Ι.Χ. οχήματος. Όσον αφορά στον τόπο διαμονής του δείγματος, το 60% κατοικεί στον Βόλο, ενώ σε πολύ μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται πόλεις όπως η Λάρισα, η Λαμία και άλλες.





Σχήμα 5-4: Απασχόληση.



Σχήμα 5-5: Επίπεδο εκπαίδευσης.

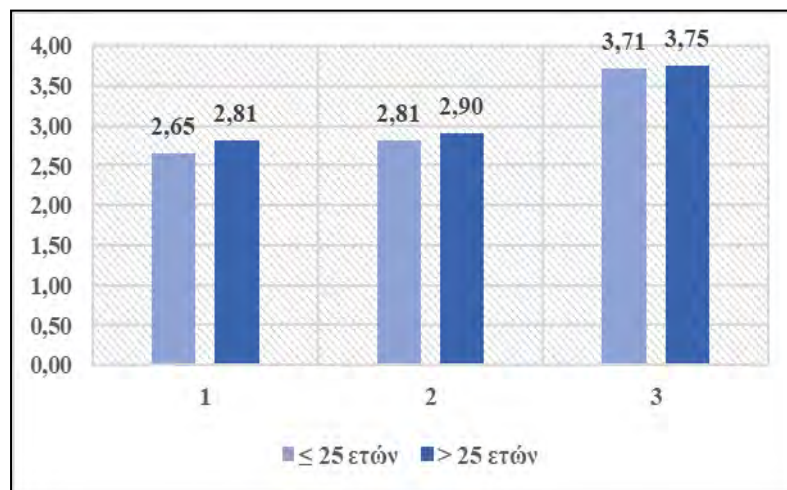


Σχήμα 5-6: Μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα.



Σχήμα 5-7: Τόπος διαμονής.

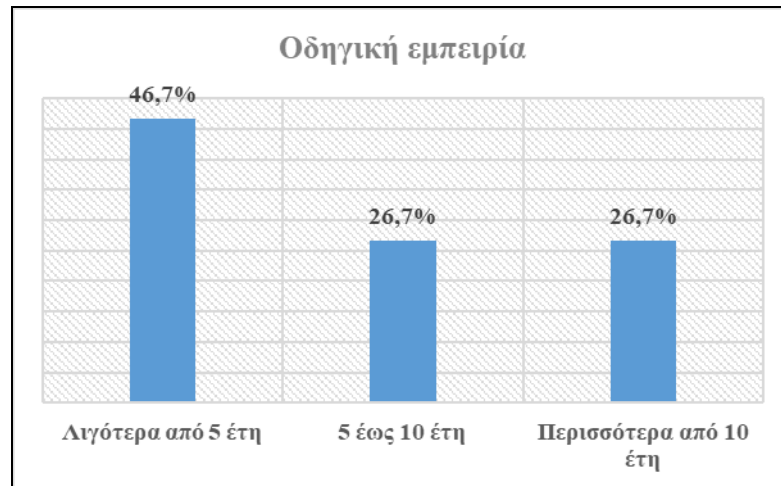
Στο ερωτηματολόγιο που καλούνταν να απαντήσουν όσοι έλαβαν μέρος στο πείραμα, υπήρχαν ορισμένες ερωτήσεις σχετικές με τη φυσική κατάσταση των συμμετεχόντων. Στο Σχήμα 5-8 φαίνεται ο μέσος όρος των απαντήσεων των ατόμων ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκουν. Η στήλη με τον αριθμό 1 αφορά στη συχνότητα άθλησης με απαντήσεις από το 1 έως το 5 (1=Σχεδόν ποτέ, 2=Μια ημέρα την εβδομάδα, 3=Τουλάχιστον 2 ημέρες την εβδομάδα, 4=Τουλάχιστον 3 ημέρες την εβδομάδα, 5=Καθημερινά), ενώ οι στήλες 2 και 3 αφορούν στην εκτίμηση της φυσικής κατάστασης και της κατάστασης της υγείας των ερωτηθέντων με απαντήσεις από το 1 έως το 5, με το 1 να αντιστοιχεί σε κακή και το 5 σε άριστη κατάσταση.



Σχήμα 5-8: Συχνότητα άθλησης (1), φυσική κατάσταση (2) και κατάσταση υγείας (3) για κάθε ηλικιακή ομάδα.

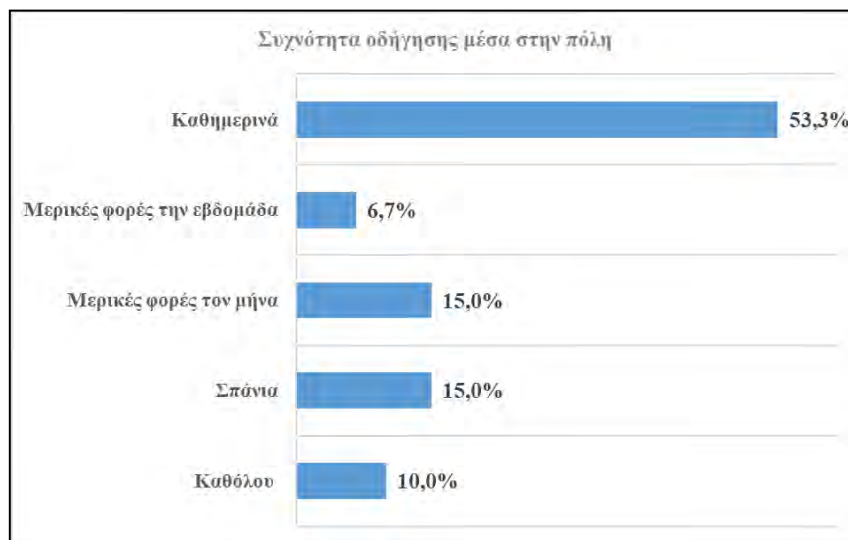
### 5.3 Περιγραφική στατιστική

Η παρούσα έρευνα στηρίζεται στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα πειράματα στον προσομοιωτή οδήγησης και για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η περιγραφή του δείγματος βάσει της οδηγικής εμπειρίας και της συχνότητας οδήγησής τους στο αστικό και υπεραστικό δίκτυο. Στο Σχήμα 5-9 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή του δείγματος ανάλογα με τα έτη εμπειρίας τους στην οδήγηση. Παρατηρείται πως το μεγαλύτερο ποσοστό (46,7%) έχει οδηγική εμπειρία μικρότερη από 5 έτη και αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι μεγάλο μέρος των συμμετεχόντων στο πείραμα είναι φοιτητές.



Σχήμα 5-9: Κατανομή δείγματος ανάλογα με την οδηγική εμπειρία.

Μια παράμετρος που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερος για τη διεξαγωγή των κατάλληλων συμπερασμάτων είναι η συχνότητα οδήγησης σε αστικό και υπεραστικό δίκτυο. Οι συμμετέχοντες απάντησαν σε αυτές τις ερωτήσεις με έναν αριθμό από το 1 έως το 5 (1=Καθόλου, 2=Σπάνια, 3=Μερικές φορές τον μήνα, 4=Μερικές φορές την εβδομάδα, 5=Καθημερινά). Σύμφωνα με τα Σχήματα στη συνέχεια, το 73,3% των οδηγών άνω των 25 ετών οδηγούν καθημερινά σε αστικό δίκτυο, ενώ σε ποσοστό 53,3% οδηγούν μερικές φορές τον μήνα σε υπεραστικό δίκτυο. Αντίστοιχα, για ηλικίες κάτω των 25 ετών, το 33% αυτών οδηγεί καθημερινά σε αστικό δίκτυο ενώ ποσοστό 46,7% οδηγεί σπάνια σε υπεραστικό.



Σχήμα 5-10: Συχνότητα οδήγησης σε αστικό δίκτυο.



Σχήμα 5-11: Συχνότητα οδήγησης σε υπεραστικό δίκτυο.

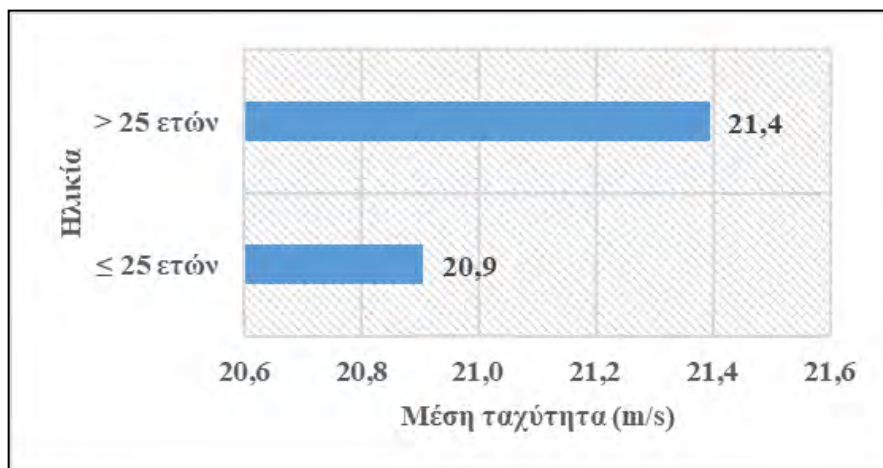
Όσον αφορά στο ημερολόγιο ύπνου που συμπληρώθηκε από τους συμμετέχοντες στο πείραμα, φαίνεται πως δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους όρους των απαντήσεών τους, συγκρίνοντας τις δύο ηλικιακές ομάδες που εξετάστηκαν. Στο Σχήμα 5-12, φαίνονται οι απαντήσεις στις ερωτήσεις του ημερολογίου. Η στήλη με τον αριθμό 1 αντιστοιχεί στην ερώτηση «Πόσες φορές ξυπνήσατε για να χρησιμοποιήσετε την τουαλέτα;», η στήλη 2 στην ερώτηση «Πόσες φορές ξυπνήσατε λόγω φασαρίας;», η στήλη 3 στην ερώτηση «Πόσες φορές

ξυπνήσατε λόγω κάποιας σωματικής ενόχλησης;», ενώ οι στήλες 4 και 5 αντιστοιχούν στην βαθμολόγηση της ποιότητας ύπνου και της διάθεσης κατά το πρωινό ξύπνημα αντίστοιχα.

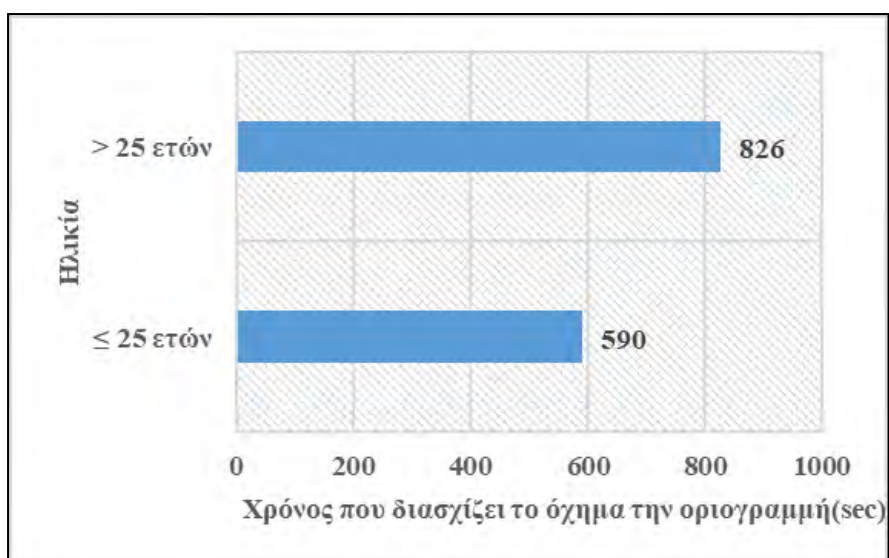


Σχήμα 5-12: Κατανομή απαντήσεων στο ημερολόγιο ύπνου με βάση την ηλικία.

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή οδήγησης προέκυψαν κάποια αποτελέσματα σχετικά με την οδήγηση του δείγματος. Πιο αναλυτικά, κατά μέσο όρο τα άτομα κάτω των 25 ετών κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης είχαν μέση ταχύτητα 20,9 m/s, ενώ οι οδηγοί άνω των 25 ετών οδηγούσαν με μέση ταχύτητα 21,4 m/s (Σχήμα 5-13). Επιπλέον, ο χρόνος για τον οποίο το όχημα διασχίζει την οριογραμμή του δρόμου είναι διαφορετικός για τις δύο ηλικιακές ομάδες και συγκεκριμένα ενώ για τις ηλικίες κάτω των 25 ετών είναι 590 δευτερόλεπτα, ο αντίστοιχος χρόνος για τα άτομα άνω των 25 είναι 826 δευτερόλεπτα, δηλαδή περίπου 1,4 φορές μεγαλύτερος (Σχήμα 5-14).



Σχήμα 5-13: Μέση ταχύτητα (m/s) για κάθε ηλικιακή ομάδα.

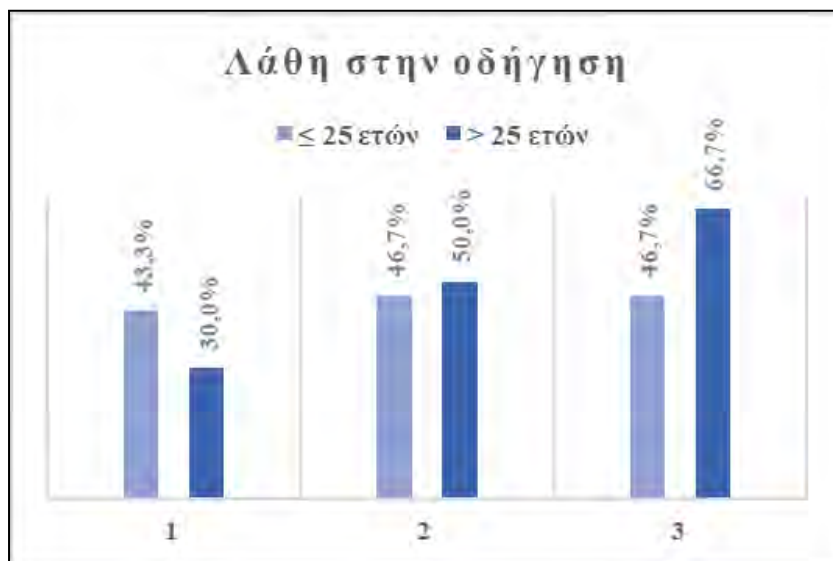


Σχήμα 5-14: Χρόνος που διασχίζει το όχημα την οριογραμμή (sec) για κάθε ηλικιακή ομάδα.

Από τα λάθη τα οποία παρατηρήθηκαν κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή επιλέχθηκαν να αναλυθούν τα πιο συχνά παρατηρούμενα. Αυτά ήταν τα εξής:

1. Η οδήγηση πολύ δεξιά.
2. Η μη τήρηση της απόστασης ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.
3. Η μη χρήση φλας.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5-15, οι οδηγοί κάτω των 25 ετών οδηγούν πολύ δεξιά σε ποσοστό 43,3%, δεν τηρούν τις προβλεπόμενες αποστάσεις ασφαλείας και επίσης δεν κάνουν χρήση των φλας σε ποσοστό 46,7%. Όσον αφορά στους μεγαλύτερους σε ηλικία οδηγούς, το 30% αυτών οδηγεί πολύ δεξιά, το 50% δεν τηρεί τις αποστάσεις ασφαλείας και τέλος, το 66,7% δεν χρησιμοποιεί τα φλας.



Σχήμα 5-15: Λάθη στην οδήγηση για κάθε ηλικιακή ομάδα.

Μετά τη διεξαγωγή του πειράματος, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν την Κλίμακα Υπνηλίας του Erworth (Johns, 1990-97), στην οποία καλούνταν να βαθμολογήσουν από το 0 έως το 3 πόσο πιθανό είναι να αποκοιμηθούν υπό κάποιες συνθήκες. Η ταξινόμηση των απαντήσεων ανά ηλικιακή ομάδα φαίνεται στο Σχήμα 5-16, ενώ το τί αντιπροσωπεύει κάθε στήλη του Σχήματος φαίνεται στον Πίνακα 5-2.



Πίνακας 5-2: Κλίμακα υπνηλίας Erworth.

<b>Κλίμακα υπνηλίας Erworth (ESS)</b>
<i>Πόσο πιθανό είναι να μισοκοιμηθείτε ή να κοιμηθείτε στις παρακάτω καταστάσεις, σε αντίθεση με το να νιώθετε απλώς κουρασμένοι;</i>
<i>Αυτό αφορά στον συνηθισμένο τρόπο ζωής σας τον τελευταίο καιρό.</i>
<i>Ακόμα και εάν δεν κάνατε κάποιο από αυτά τα πράγματα πρόσφατα, προσπαθήστε να εκτιμήσετε πώς θα σας είχαν επηρεάσει.</i>
<i>Παρακαλώ, χρησιμοποιήστε την παρακάτω κλίμακα για να επιλέξετε τον πιο κατάλληλο βαθμό για την κάθε κατάσταση:</i>
<b>0-Δεν θα μισοκοιμόσασταν ποτέ</b>
<b>1-Μικρή πιθανότητα να μισοκοιμηθείτε</b>
<b>2-Μέτρια πιθανότητα να μισοκοιμηθείτε</b>
<b>3-Υψηλή πιθανότητα να μισοκοιμηθείτε</b>
1. Κάθεστε και διαβάζετε.
2. Βλέπετε τηλεόραση.
3. Κάθεστε, αδρανής σ' έναν δημόσιο χώρο (π.χ. θέατρο, κινηματογράφο ή συγκέντρωση).
4. Ως επιβάτης, σ' ένα αυτοκίνητο για μία ώρα χωρίς διακοπή.
5. Ξαπλώνετε για να ξεκουραστείτε το μεσημέρι, όταν οι περιστάσεις το επιτρέπουν.
6. Κάθεστε και μιλάτε σε κάποιον.
7. Κάθεστε ήσυχα μετά από ένα μεσημεριανό γεύμα χωρίς αλκοόλ.
8. Μέσα σ' ένα αυτοκίνητο, ενώ είναι σταματημένο για μερικά λεπτά μέσα στην κίνηση.



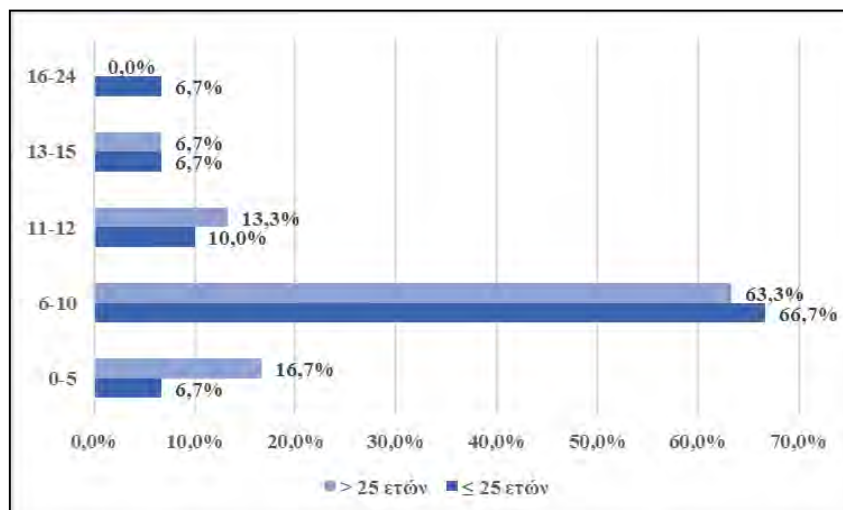
Σχήμα 5-16: Απαντήσεις Κλίμακας Υπνηλίας Erworth με βάση την ηλικία.

Στον Πίνακα 5-3 που ακολουθεί περιγράφονται τα αποτελέσματα της Κλίμακας Υπνηλίας του Epworth, όπως αυτά προκύπτουν από τη συνολική βαθμολογία των ερωτηθέντων. Από τον Πίνακα φαίνεται πως για βαθμολογίες ανώτερες του 11, κάνει εμφάνιση η υπερβολική υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ για βαθμολογίες 0-10 τα αποτελέσματα είναι φυσιολογικά. Στο Σχήμα 5-17 που παρατίθεται παρακάτω φαίνεται πως το 63,3% των ατόμων ηλικίας άνω των 25 και 66,7% άνω των 25 έλαβαν βαθμολογία 6-10 στην κλίμακα υπνηλίας, ενώ αντίστοιχα το 20% και 23,4% αυτών έχουν βαθμολογία μεγαλύτερη από 11, και συνεπώς έχουν αυξημένες πιθανότητες να πάσχουν από υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στο Σχήμα 5-18 ταξινομούνται οι βαθμολογίες της κλίμακας υπνηλίας με βάση την κατηγορία του ΔΜΣ των συμμετεχόντων. Βάσει αυτού, το 13,6% των οδηγών που ανήκουν στην κατηγορία της προ-παχυσαρκίας (ΔΜΣ 25,0-29,9) έλαβαν σκορ μεταξύ των 11 και 15 βαθμών. Επίσης, το 23,6% των ατόμων με φυσιολογικό βάρος έχει βαθμολογίες 11-12 (11,8%), 13-15 (5,9%) και 16-24 (5,9%).

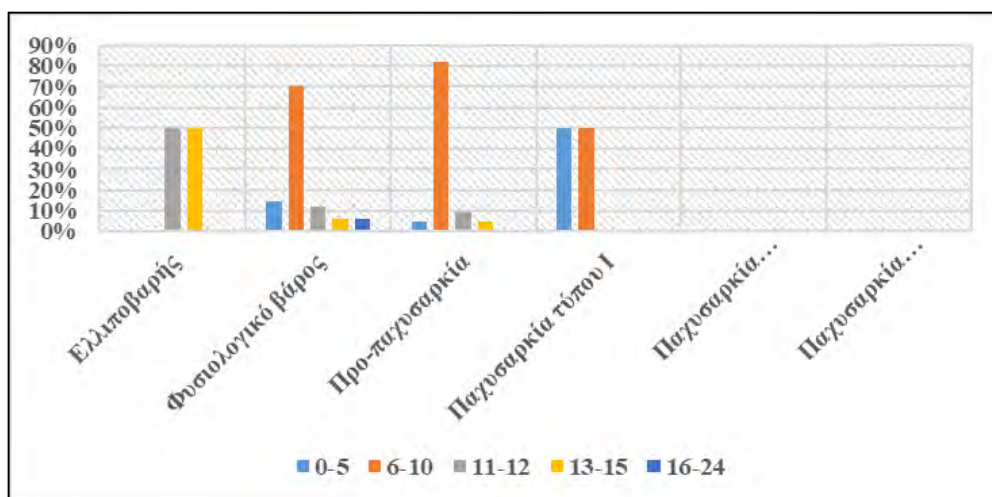
Πίνακας 5-3: Αποτελέσματα Κλίμακας Υπνηλίας Epworth (Πηγή:

<https://epworthsleepinessscale.com>).

<b><i>Epworth Sleepiness Scale SCORE</i></b>	
0-5	Lower Normal Daytime Sleepiness
6-10	Higher Normal Daytime Sleepiness
11-12	Mild Excessive Daytime Sleepiness
13-15	Moderate Excessive Daytime Sleepiness
16-24	Severe Excessive Daytime Sleepiness



Σχήμα 5-17: Βαθμολογία Κλίμακας Υπνηλίας Erworth για κάθε ηλικιακή ομάδα.



Σχήμα 5-18: Βαθμολογία Κλίμακας Υπνηλίας Erworth για τις κατηγορίες ΔΜΣ.

Τέλος, στους συμμετέχοντες στην πειραματική διαδικασία ζητήθηκε να συμπληρώσουν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο και να περιγράψουν την εμπειρία τους από τον προσομοιωτή. Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους, το 85% του δείγματος θεωρεί πολύ ενδιαφέρουσα την εμπειρία οδήγησης σε προσομοιωτή, ενώ το 15% την χαρακτήρισε ως μια μέτρια εμπειρία. Επίσης, το 77% θεωρεί πως η προσφορά των προσομοιωτών οδήγησης μπορεί να συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην έρευνα σχετικά με την οδική ασφάλεια και την οδηγική συμπεριφορά και το 98% των συμμετεχόντων θα επιθυμούσε να οδηγήσει ξανά στον

προσομοιωτή. Αξίζει να σημειωθεί πως ορισμένοι οδηγοί ένιωσαν ένα ελαφρύ αίσθημα ζαλάδας κατά τη διάρκεια της οδήγησής τους, ωστόσο κανένας από αυτούς δεν θέλησε να διακόψει τη διαδικασία του πειράματος.

## **5.4 Επαγωγική στατιστική**

Σε αυτήν την παράγραφο, αναλύονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τη μέθοδο της επαγωγικής στατιστικής που πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

Αρχικά, έγινε διαχωρισμός των μεταβλητών σε εξαρτημένες και ανεξάρτητες. Ως εξαρτημένες ορίζονται εκείνες οι μεταβλητές, η μέτρηση των οποίων προέκυψε από τον προσομοιωτή οδήγησής, ενώ ανεξάρτητες μεταβλητές αποτελούν διάφορα χαρακτηριστικά των οδηγών, όπως για παράδειγμα το φύλο, η ηλικία, ο ΔΜΣ, το επίπεδο εκπαίδευσης, κτλ.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την πραγματοποίηση αναλύσεων One-Way ANOVA για την ανάλυση μιας ανεξάρτητης και μιας εξαρτημένης μεταβλητής και Two-Way ANOVA για την ανάλυση δύο ανεξάρτητων και μιας εξαρτημένης μεταβλητής, αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι, η ανάλυση πραγματοποιήθηκε θεωρώντας επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Στον Πίνακα 5-4 φαίνεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για καθεμία από τις εξαρτημένες μεταβλητές για το σύνολο του δείγματος (60 άτομα).

Στις επόμενες παραγράφους, παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των εξεταζόμενων εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών.

Πίνακας 5-4: Επισκόπηση τιμών εξαρτημένων μεταβλητών.

Μεταβλητή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Μέση ταχύτητα (m/s)	21,15	3,91
Επιτάχυνση (m/s <sup>2</sup> )	0,03	0,03
Πλευρική ταχύτητα (m/s)	0,01	0,01
Πλευρική απόσταση (m)	0,58	0,67
Γωνία στροφής τιμονιού (degrees)	2,41	2,01

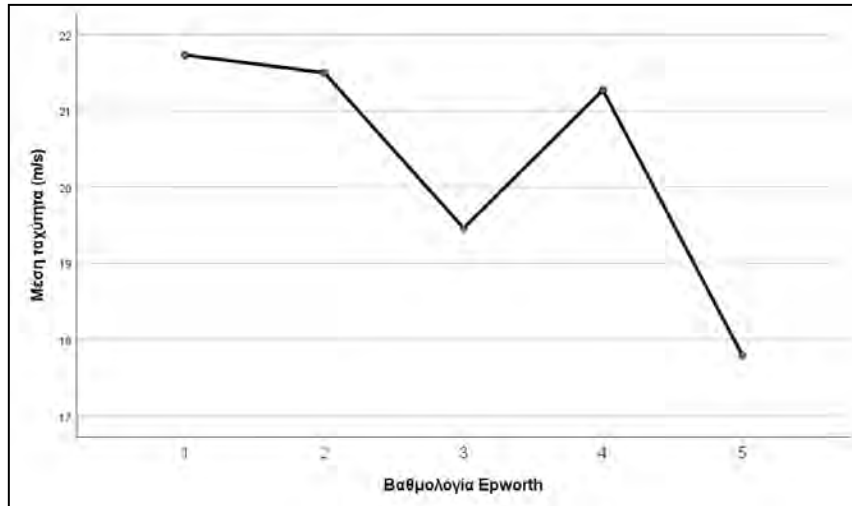
#### 5.4.1 Μέση ταχύτητα

Στα παρακάτω Σχήματα, η μέση ταχύτητα είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και εξετάζεται εάν υπάρχει συσχέτιση αυτής με διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως η βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth, ο ΔΜΣ, η ποιότητα ύπνου, η διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα και η εμφάνιση γεγονότων MICROSLEEP.

Στο Σχήμα 5-19 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης της μέσης ταχύτητας με τη βαθμολογία που έλαβαν οι συμμετέχοντες από τις απαντήσεις τους στην κλίμακα υπνηλίας Epworth. Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, οι βαθμολογίες χωρίζονται σε 5 ομάδες αυξανόμενης πιθανότητας ύπαρξης υπνηλίας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η ομάδα «1» περιλαμβάνει τις βαθμολογίες ατόμων με τη μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης υπνηλίας, ενώ όσο αυξάνεται ο αριθμός της ομάδας, αυξάνεται και η πιθανότητα ύπαρξης υπνηλίας.

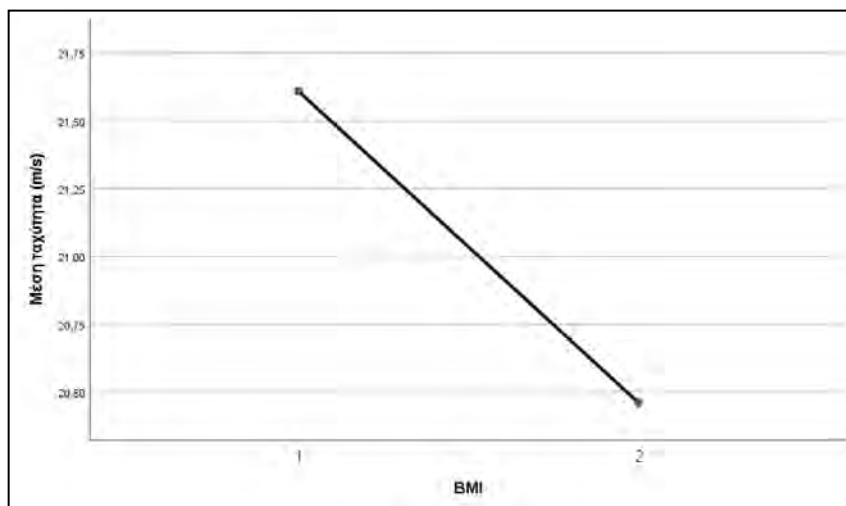
Τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της μέσης ταχύτητας και της βαθμολογίας Epworth ( $F=0,802$ ,  $p\text{-value}=0,529$ ). Ωστόσο, διακρίνεται πως οι ταχύτητες των ατόμων που ανήκουν στις ομάδες «1», «2» και «4» κυμαίνονται περίπου στα 21,5 m/s. Επίσης, παρατηρούνται χαμηλότερες τιμές στις μέσες

ταχύτητες των ατόμων με βαθμολογία «3» και «5» στην κλίμακα Erworth, συγκεκριμένα 19,5 m/s και περίπου 18 m/s, αντίστοιχα.



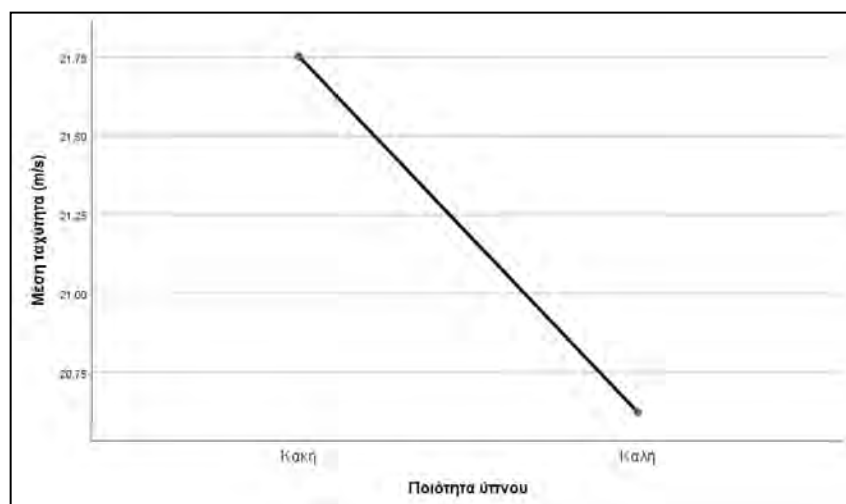
Σχήμα 5-19: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth.

Στο Σχήμα 5-20 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης της μέσης ταχύτητας με τον Δείκτη Μάζα Σώματος (ΔΜΣ). Οι τιμές με το διακριτικό «1» αφορούν σε ΔΜΣ που κυμαίνονται σε όρια φυσιολογικού βάρους. Αντίστοιχα, τιμές με το διακριτικό «2» αφορούν σε άτομα με ΔΜΣ ανώτερου του φυσιολογικού, δηλαδή με τάσεις παχυσαρκίας. Παρατηρείται πως τα άτομα με υψηλότερο ΔΜΣ έχουν μέση ταχύτητα περίπου 20,5 m/s, η οποία είναι χαμηλότερη από τη μέση ταχύτητα αυτών με φυσιολογικό ΔΜΣ (21,6 m/s). Δεν παρατηρούνται, ωστόσο, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών ( $F=1,245$ ,  $p\text{-value}=0,269$ ).



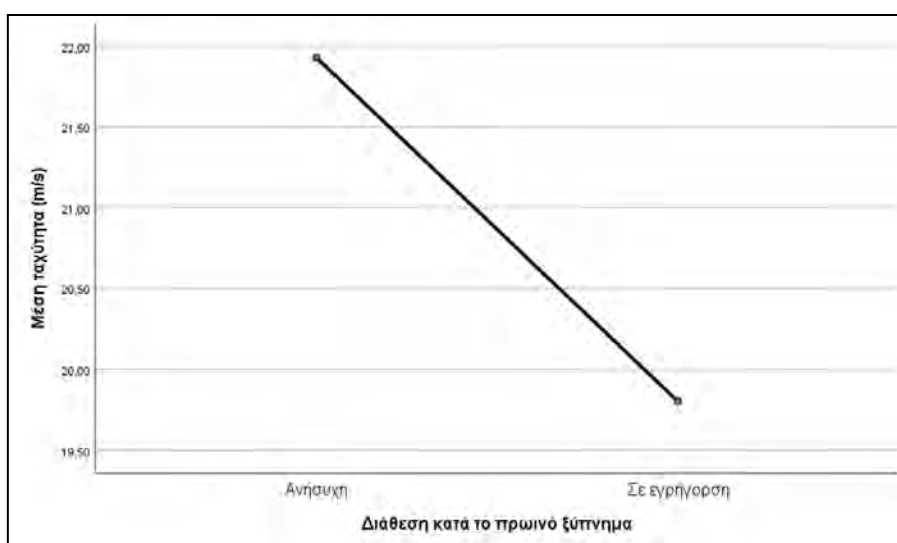
Σχήμα 5-20: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τον Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI).

Τα αποτελέσματα του ελέγχου ύπαρξης συσχέτισης της ποιότητας ύπνου με τη μέση ταχύτητα παρουσιάζονται στο Σχήμα 5-21. Διακρίνεται πως άτομα με κακή ποιότητα ύπνου οδηγούν με υψηλότερη μέση ταχύτητα (21,8 m/s), σε αντίθεση με τα άτομα που έχουν καλή ποιότητα ύπνου (20,5 m/s). Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στον έλεγχο αυτόν ( $F=1,248$ ,  $p\text{-value}=0,268$ ).



Σχήμα 5-21: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με την ποιότητα ύπνου.

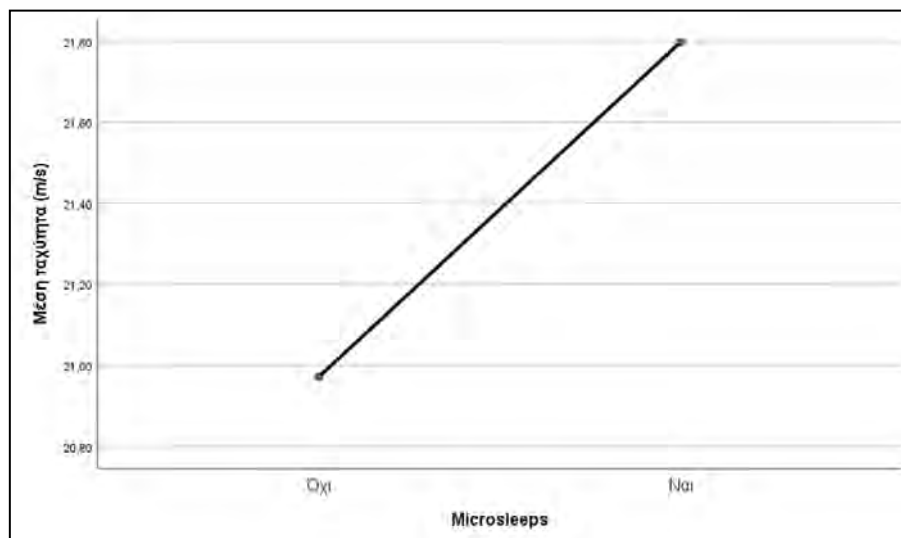
Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα του ελέγχου διακύμανσης της συσχέτισης της μέσης ταχύτητας με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα. Στον συγκεκριμένο έλεγχο παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβλητών αυτών ( $F=4,357$ ,  $p\text{-value}<5\%$ ). Όπως ήταν αναμενόμενο και φαίνεται στο Σχήμα 5-22, άτομα με ανήσυχη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα οδηγούν με μέση ταχύτητα περίπου 22 m/s, η οποία είναι υψηλότερη από τη μέση ταχύτητα των ατόμων που βρίσκονται σε εγρήγορση κατά το πρωινό ξύπνημα (19,7 m/s).



Σχήμα 5-22: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα.

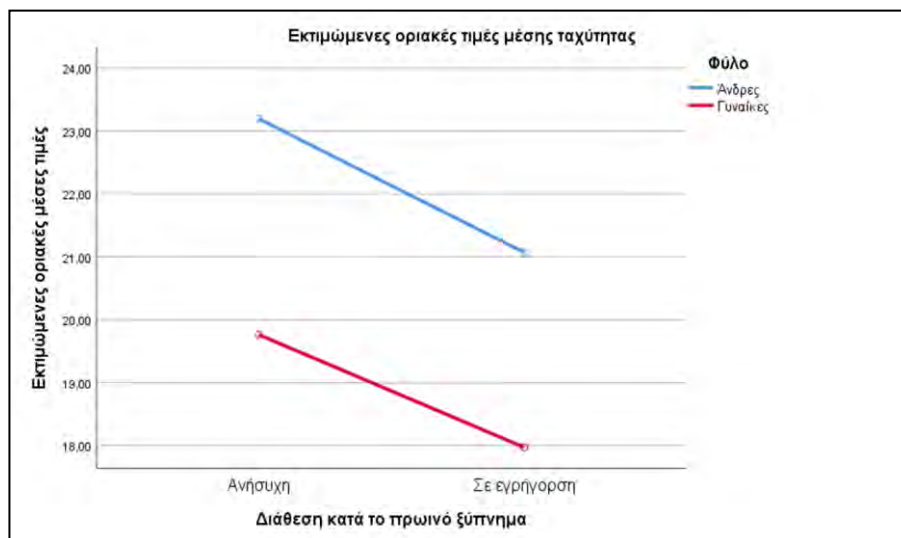
Μία ακόμη μεταβλητή για την οποία αναλύθηκε η συσχέτισή της με τη μέση ταχύτητα, είναι η εμφάνιση MICROSLEEP. Σύμφωνα με το Σχήμα 5-23, η εμφάνιση MICROSLEEP συνοδεύεται από μια μικρή αύξηση στη μέση ταχύτητα των οδηγών (21,8 m/s), σε σχέση με τη μέση ταχύτητα όσων δεν εμφανίζουν γεγονότα MICROSLEEP (21 m/s). Στη συγκεκριμένη ανάλυση, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=0,451$ ,  $p\text{-value}=0,504$ ).





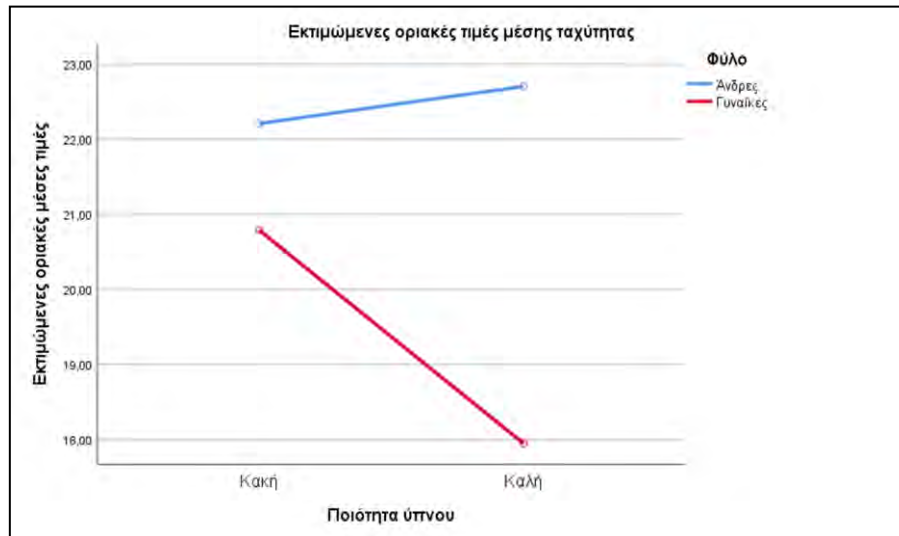
Σχήμα 5-23: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με την εμφάνιση MICROSLEEP.

Στην ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες εξετάζεται εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στη μέση ταχύτητα και στη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα, όπως και ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες. Αρχικά, από το Σχήμα 5-24 διακρίνεται πως στο σύνολό τους οι άνδρες έχουν μεγαλύτερες τιμές μέσης ταχύτητας, είτε πρόκειται για οδηγούς με ανήσυχη διάθεση, είτε για οδηγούς σε εγρήγορση, σε σχέση με τις μέσες ταχύτητες των γυναικών. Πιο συγκεκριμένα, όταν τα άτομα έχουν ανήσυχη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα, οι άνδρες έχουν μέση ταχύτητα 23,3 m/s και οι γυναίκες 19,8 m/s. Αντίστοιχα, όταν βρίσκονται σε εγρήγορση, και τα δύο φύλα εμφανίζουν μειωμένη τιμή της μέσης ταχύτητας, δηλαδή για τους άνδρες 21 m/s και για τις γυναίκες 18 m/s. Επίσης, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες ( $F=379,014$ ,  $p\text{-value}<5\%$ ). Στη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα και στον συνδυασμό των δύο μεταβλητών μεταξύ τους δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα:  $F=136,194$ ,  $p\text{-value}=0,054$ , διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα και φύλο:  $F=0,031$ ,  $p\text{-value}=0,862$ ).



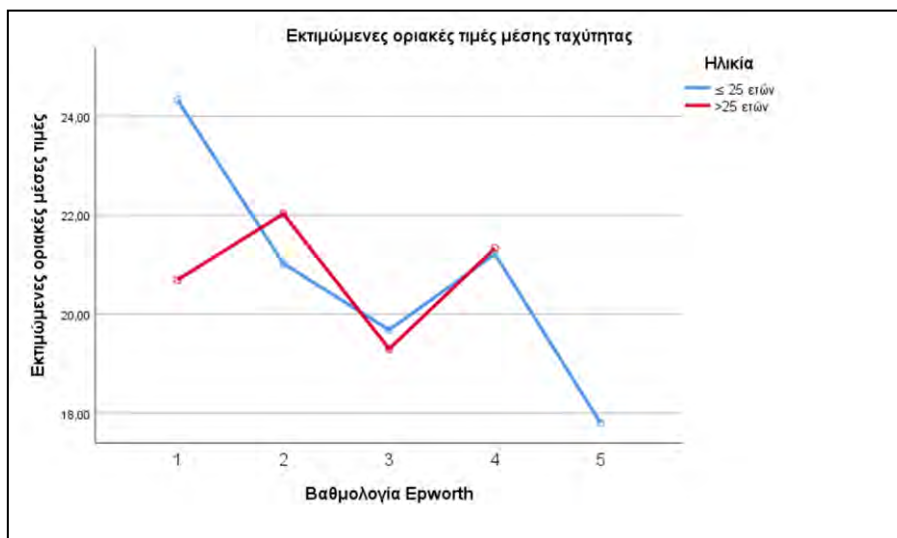
Σχήμα 5-24: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα και το φύλο.

Στον επόμενο έλεγχο ανάλυσης με δύο παράγοντες για άνδρες και γυναίκες εξετάζεται η αλληλεπίδραση της ποιότητας ύπνου με τη μέση ταχύτητα των οδηγών. Οι ταχύτητες των ανδρών φαίνεται να είναι υψηλότερες σε σχέση με των γυναικών και για τις δύο ποιότητες ύπνου (κακή-καλή). Επιπλέον, ενώ οι άνδρες με κακή ποιότητα ύπνου έχουν μέση ταχύτητα 22,1 m/s και η ταχύτητα αυτή αυξάνεται όταν η ποιότητα ύπνου είναι καλή (22,6 m/s), οι γυναίκες φαίνεται να αντιδρούν διαφορετικά, αφού για κακή ποιότητα ύπνου η μέση ταχύτητά τους (21 m/s) είναι υψηλότερη από την ταχύτητά τους, όταν έχουν καλή ποιότητα ύπνου (18 m/s). Στην ανάλυση αυτή, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, ή στον συνδυασμό αυτών (ποιότητα ύπνου:  $F=0,494$ ,  $p\text{-value}=0,610$ , φύλο:  $F=3,419$ ,  $p\text{-value}=0,316$ , ποιότητα ύπνου και φύλο:  $F=3,092$ ,  $p\text{-value}=0,084$ ).



Σχήμα 5-25: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με την ποιότητα ύπνου και το φύλο.

Στο Σχήμα 5-26 που ακολουθεί, εξετάζεται η επίδραση της βαθμολογίας Erworth και της ηλικίας των οδηγών στη μέση ταχύτητα. Διακρίνεται πως για την ομάδα «1», η ταχύτητα των οδηγών έως 25 ετών (24,5 m/s) είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μέση ταχύτητα των οδηγών άνω των 25 ετών (21 m/s). Στην ομάδα «2», η τιμή της μέσης ταχύτητας φαίνεται να μειώνεται για τα άτομα ηλικίας κάτω των 25 ετών (21 m/s), ενώ αντίθετα, για τους οδηγούς άνω των 25 ετών η ταχύτητα αυξάνεται (22 m/s). Στην ομάδα «3», η οποία αποτελεί και την πρώτη ομάδα εμφάνισης υπνηλίας, οι μέσες ταχύτητες και των δύο ηλικιακών ομάδων κυμαίνονται περίπου στα 19-20 m/s. Στην ομάδα «4» οι τιμές και των δύο ηλικιακών ομάδων αυξάνονται και έχουν την ίδια τιμή (21 m/s). Στην ομάδα «5» ανήκουν μόνο 2 άτομα, ηλικίας μικρότερης των 25 ετών, με τιμή μέσης ταχύτητας τα 18 m/s. Σε καμία από τις εξεταζόμενες μεταβλητές όμως, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (βαθμολογία Erworth:  $F=1,488$ ,  $p\text{-value}=0,347$ , ηλικία:  $F=0,321$ ,  $p\text{-value}=0,588$ , βαθμολογία Erworth και ηλικία:  $F=0,576$ ,  $p\text{-value}=0,633$ ).

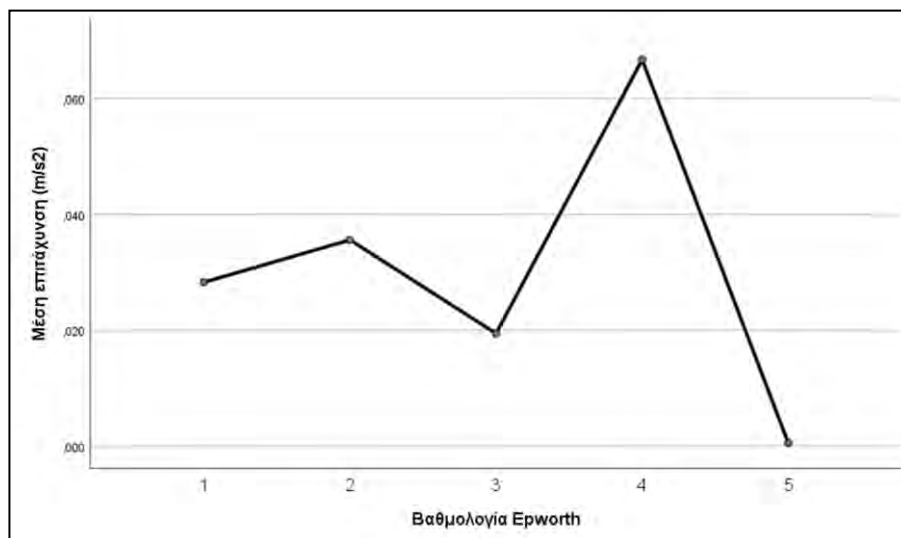


Σχήμα 5-26: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth και την ηλικία.

#### 5.4.2 Μέση επιτάχυνση

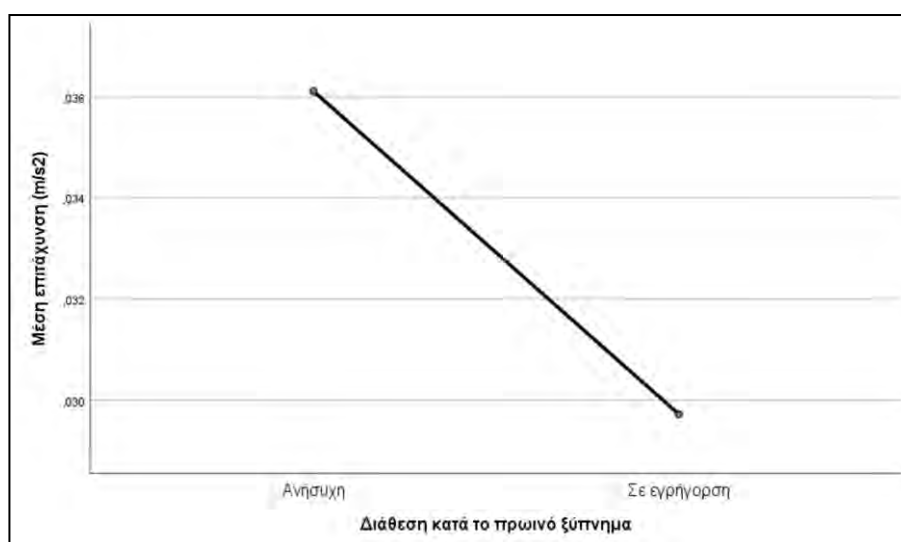
Στην παρούσα ενότητα, με εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση επιτάχυνση γίνονται έλεγχοι ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών της μέσης επιτάχυνσης, με ανεξάρτητες μεταβλητές τη βαθμολογία από την κλίμακα Epworth, τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα και την εμφάνιση MICROSLEEP. Η επιτάχυνση με θετικές τιμές υποδηλώνει τον ρυθμό αύξησης της ταχύτητας, ενώ οι αρνητικές τιμές δείχνουν τον ρυθμό επιβράδυνσης.

Στο Σχήμα 5-27, διακρίνεται μια αύξηση στην τιμή της μέσης επιτάχυνσης ( $0,065 \text{ m/s}^2$ ) για τα άτομα με πιθανή εμφάνιση υπνηλίας κατά τη διάρκεια της ημέρας (Ομάδα «4»), σε σχέση με τα άτομα που ανήκουν στις ομάδες «1» ( $0,030 \text{ m/s}^2$ ), «2» ( $0,038 \text{ m/s}^2$ ) και «3» ( $0,020 \text{ m/s}^2$ ). Για την ομάδα «5» η μέση επιτάχυνση εμφανίζεται μηδενική, αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο 2 άτομα έχουν λάβει τη συγκεκριμένη βαθμολογία στην κλίμακα υπνηλίας. Στον συγκεκριμένο έλεγχο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=1,459$ ,  $p\text{-value}=0,227$ ).



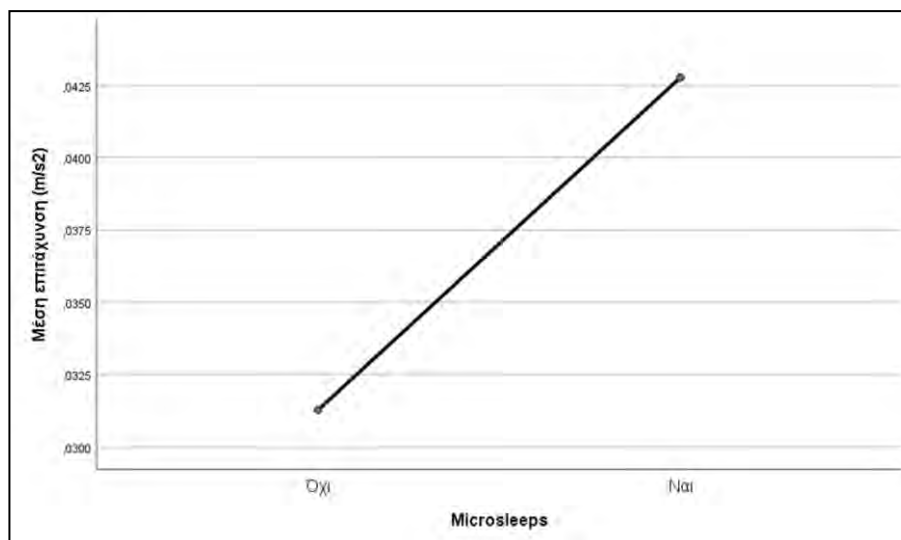
Σχήμα 5-27: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης ( $m/s^2$ ) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth.

Στο Σχήμα 5-28 που ακολουθεί, φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες με ανήσυχη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα παρουσιάζουν μεγαλύτερη τιμή μέσης επιτάχυνσης ( $0,036 m/s^2$ ), σε σχέση με όσους είναι σε εγρήγορση κατά το πρωινό ξύπνημα ( $0,030 m/s^2$ ). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ( $F=0,380$ ,  $p\text{-value}=0,540$ ).



Σχήμα 5-28: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης ( $m/s^2$ ) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα.

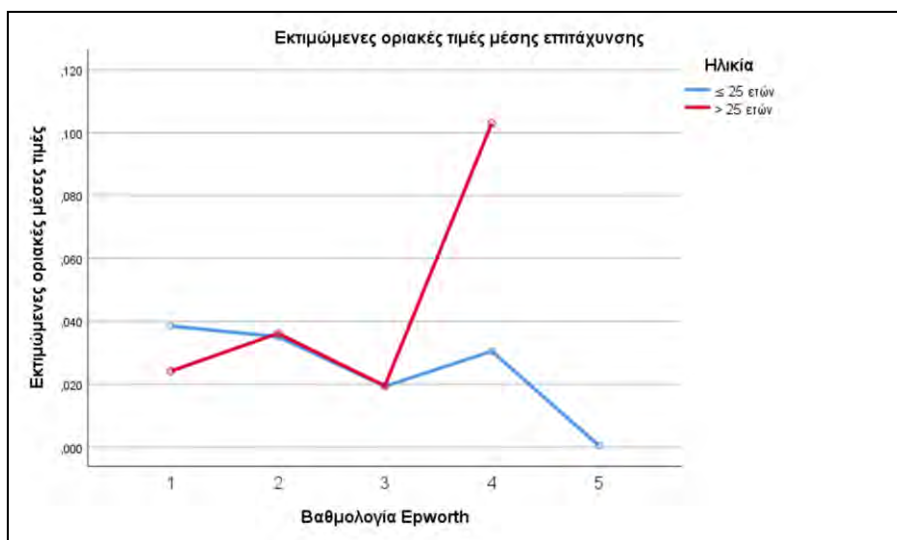
Σύμφωνα με το Σχήμα 5-29, παρατηρείται μεγαλύτερη μέση επιτάχυνση ( $0,043 \text{ m/s}^2$ ) για άτομα με εμφάνιση MICROSLEEP, ενώ η αντίστοιχη τιμή για άτομα που δεν εμφανίζουν MICROSLEEP είναι ( $0,033 \text{ m/s}^2$ ). Στον συγκεκριμένο έλεγχο δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=0,911$ ,  $p\text{-value}=0,344$ ).



Σχήμα 5-29: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης ( $\text{m/s}^2$ ) με την εμφάνιση MICROSLEEP.

Στην ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες που ακολουθεί, εξετάζεται εάν η τιμή της μέσης επιτάχυνσης επηρεάζεται από τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth για ηλικίες κάτω και άνω των 25 ετών. Για τα άτομα έως 25 ετών, δεν φαίνεται να υπάρχει διαφορά στις τιμές της μέσης επιτάχυνσης για τις διάφορες βαθμολογίες Epworth, καθώς οι τιμές τους κυμαίνονται από  $0,020$ - $0,038 \text{ m/s}^2$ . Να σημειωθεί ότι στην ομάδα «5» ανήκουν μόνο 2 άτομα και για τον λόγο αυτό η τιμή είναι μηδενική. Οι οδηγοί άνω των 25 ετών, ενώ για τις πρώτες 3 ομάδες βαθμολογίας εμφανίζουν τιμές μέσης επιτάχυνσης όμοιες με των μικρότερων σε ηλικία οδηγών, στην ομάδα «4» παρατηρείται μια μεγάλη αύξηση στην τιμή της μέσης επιτάχυνσης ( $0,1 \text{ m/s}^2$ ). Παρ' όλα αυτά, δεν φαίνεται να υπάρχει αλληλεπίδραση με στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές ξεχωριστά, ή στον συνδυασμό τους

(βαθμολογία Erworth:  $F=1,048$ ,  $p\text{-value}=0,491$ , ηλικία:  $F=0,882$ ,  $p\text{-value}=0,393$ , βαθμολογία Erworth και ηλικία:  $F=1,228$ ,  $p\text{-value}=0,309$ ).

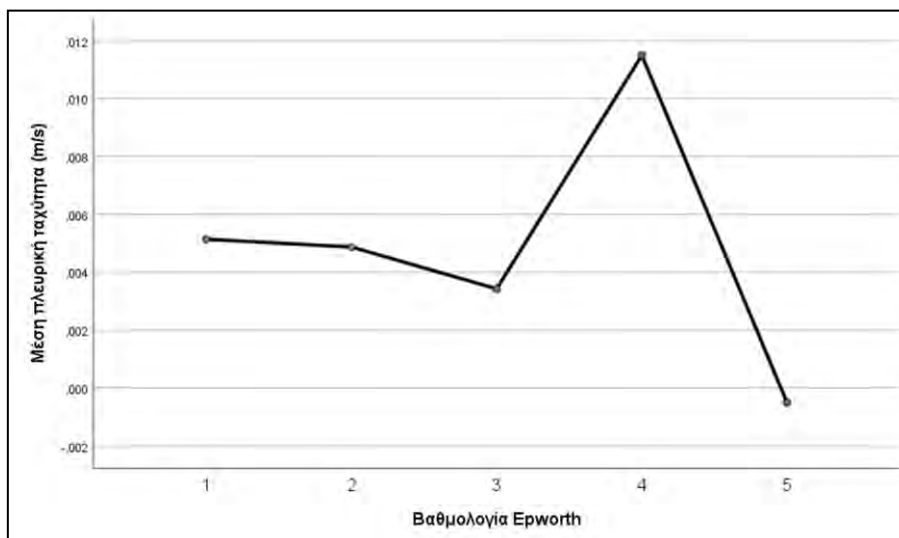


Σχήμα 5-30: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης επιτάχυνσης ( $m/s^2$ ) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth και την ηλικία.

### 5.4.3 Πλευρική ταχύτητα

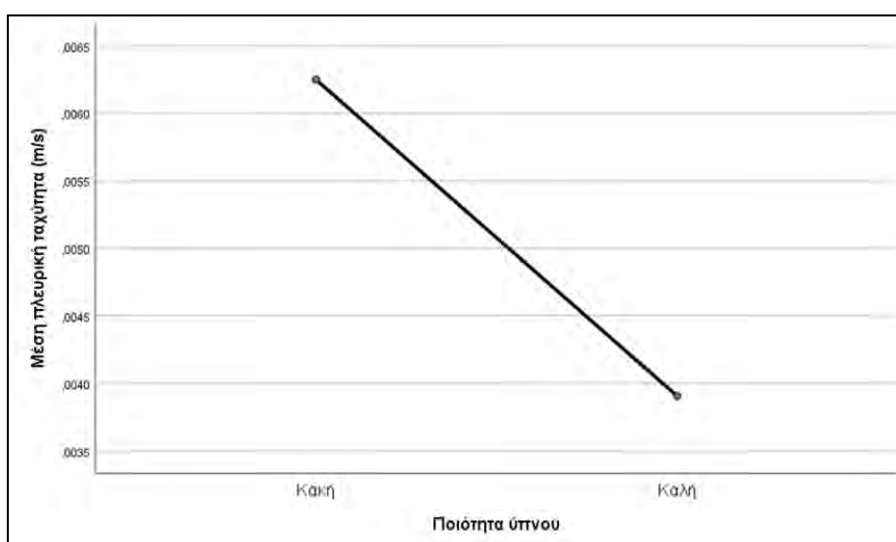
Ως πλευρική ταχύτητα ορίζεται η ταχύτητα που είναι κάθετη στην κατεύθυνση κίνησης του οχήματος. Με θετικές τιμές χαρακτηρίζεται η κίνηση του οχήματος προς τα αριστερά, ενώ με αρνητικές τιμές η κίνησή του προς τα δεξιά. Στη συνέχεια, ακολουθούν τα διαγράμματα ελέγχου ύπαρξης συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας με τις διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στο Σχήμα 5-31 που ακολουθεί διακρίνεται πως τα άτομα με μικρή πιθανότητα εμφάνισης υπνηλίας (ομάδες «1», «2») έχουν περίπου την ίδια μέση πλευρική ταχύτητα ( $0,006 m/s$ ), ενώ παρατηρείται αυξημένη μέση πλευρική ταχύτητα στα άτομα που ανήκουν στην ομάδα «4» ( $0,012 m/s$ ). Παρ' όλα αυτά, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβλητών αυτών ( $F=1,804$ ,  $p\text{-value}=0,141$ ).



Σχήμα 5-31: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth.

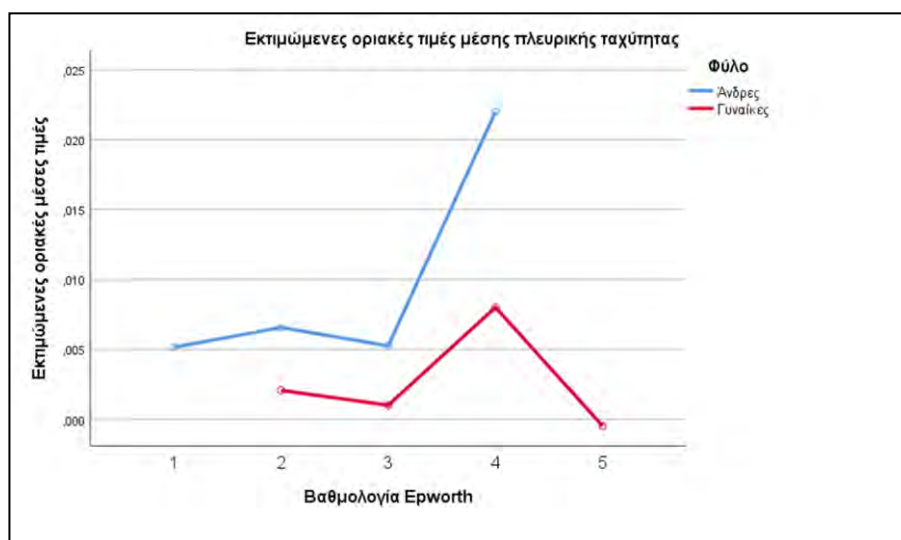
Η κακή ποιότητα ύπνου φαίνεται να προκαλεί αύξηση της μέσης πλευρικής ταχύτητας, αφού εμφανίζει τιμή (0,0062 m/s), ενώ για άτομα με καλή ποιότητα ύπνου, η τιμή είναι 0,0040 m/s αντίστοιχα. Δεν φαίνεται ωστόσο να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=2,319$ ,  $p\text{-value}=0,133$ ).



Σχήμα 5-32: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας (m/s) με την ποιότητα ύπνου.



Στην ανάλυση Two-Way ANOVA που ακολουθεί στο Σχήμα 5-33, φαίνεται πως για τους άνδρες, η τιμή της μέσης πλευρικής ταχύτητας για τις 3 πρώτες ομάδες βαθμολογιών Erworth είναι περίπου 0,005 m/s, ενώ στην ομάδα «4» η τιμή αυξάνεται (0,022 m/s). Για την ομάδα «5» δεν υπάρχουν δεδομένα, καθώς κανένας από τους άνδρες δεν έλαβε αυτή τη βαθμολογία στην κλίμακα υπνηλίας. Οι γυναίκες που ανήκουν στις 2 πρώτες ομάδες, έχουν παρόμοια πλευρική ταχύτητα, περίπου 0,002 m/s και σε αντιστοιχία με τους άνδρες, στην ομάδα «4» η μέση πλευρική ταχύτητα αυξάνεται σε 0,007 m/s. Στην ομάδα «5» η τιμή προσεγγίζει το «0», ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο 2 γυναίκες ανήκουν σε αυτή την ομάδα. Παρατηρείται ότι οι άνδρες κυμαίνονται σε μεγαλύτερες τιμές πλευρικών ταχυτήτων σε όλες τις ομάδες βαθμολογιών, σε σχέση με τις γυναίκες. Στον έλεγχο δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (βαθμολογία Erworth:  $F=2,899$ ,  $p\text{-value}=0,311$ , φύλο:  $F=8,181$ ,  $p\text{-value}=0,051$ , βαθμολογία Erworth και φύλο:  $F=1,097$ ,  $p\text{-value}=0,342$ ).

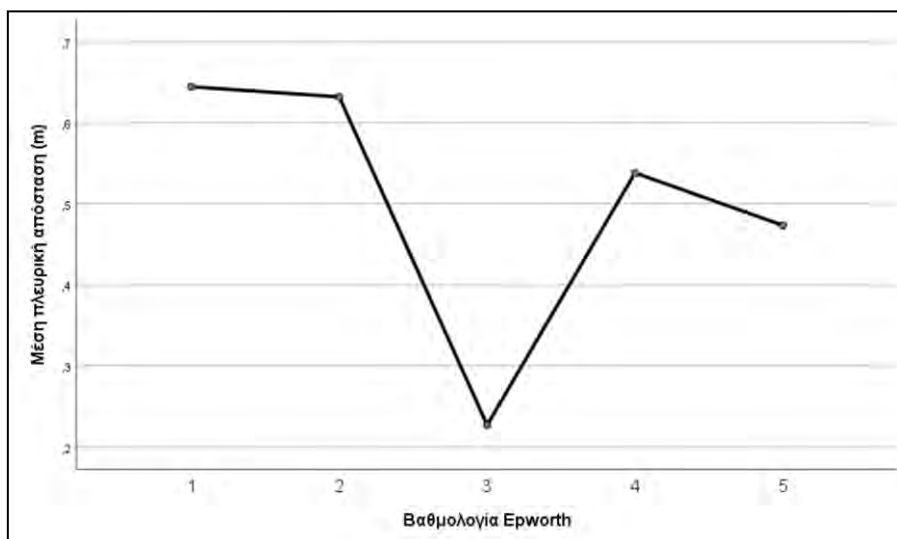


Σχήμα 5-33: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής ταχύτητας (m/s) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth και το φύλο.

#### 5.4.4 Πλευρική απόσταση

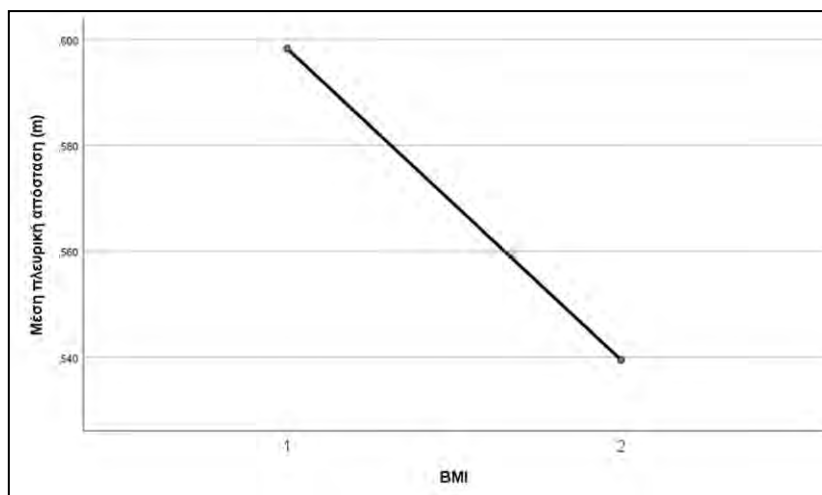
Η πλευρική απόσταση είναι η απόσταση μεταξύ του κέντρου του μπροστινού προφυλακτήρα του οχήματος και της κεντρικής γραμμής της δεξιάς λωρίδας. Εάν το κέντρο του μπροστινού προφυλακτήρα είναι αριστερά της κεντρικής γραμμής, τότε οι τιμές της πλευρικής απόστασης είναι θετικές. Εάν είναι δεξιά της κεντρικής γραμμής, τότε οι τιμές είναι αρνητικές.

Στο Σχήμα 5-34 που ακολουθεί διακρίνεται πως για τις ομάδες «1» και «2» οι μέσες πλευρικές αποστάσεις κυμαίνονται περίπου στην ίδια τιμή, ήτοι 0,65 m. Η ομάδα «3», η οποία αποτελεί και την πρώτη ομάδα με πιθανότητα ύπαρξης υπνηλίας κατά τη διάρκεια της ημέρας έχει μέση πλευρική απόσταση 0,22 m, ενώ οι ομάδες «4» και «5» παρουσιάζουν μέσες πλευρικές αποστάσεις 0,55 m και 0,48 m αντίστοιχα. Στο συγκεκριμένο έλεγχο δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=0,570$ ,  $p\text{-value}=0,686$ ).



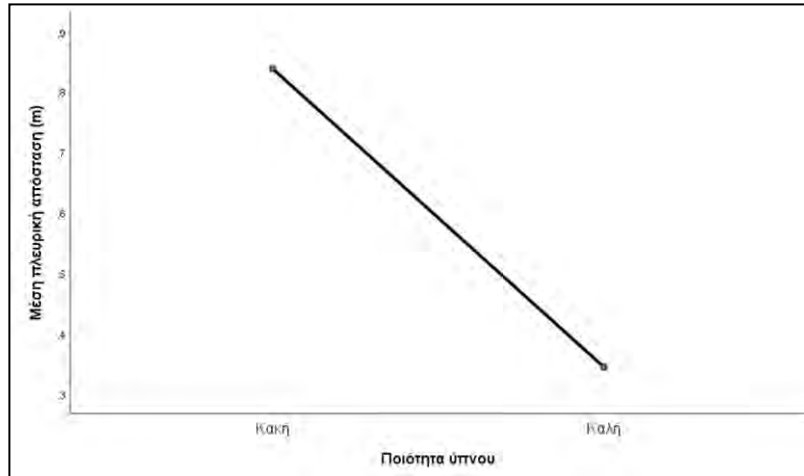
Σχήμα 5-34: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth.

Στο Σχήμα 5-35 φαίνεται πως τα άτομα με φυσιολογικό βάρος έχουν μέση πλευρική απόσταση 0,6 m, ενώ αντίστοιχα, άτομα με τάσεις παχυσαρκίας παρουσιάζουν μικρότερη τιμή μέσης πλευρικής απόστασης (0,54 m). Για τις μεταβλητές αυτές δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=0,111$ ,  $p\text{-value}=0,740$ ).



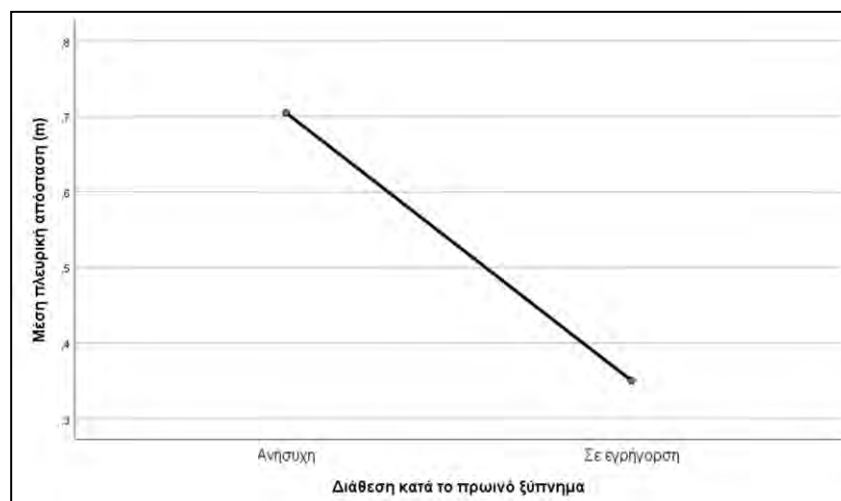
Σχήμα 5-35: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με τον Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI).

Στην ανάλυση συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης με την ποιότητα ύπνου, παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταβλητών ( $F=9,460$ ,  $p\text{-value}<5\%$ ). Αναλυτικότερα, τα άτομα με κακή ποιότητα ύπνου εμφανίζουν υψηλότερη τιμή μέσης πλευρικής απόστασης (0,85 m), ενώ άτομα με καλή ποιότητα ύπνου έχουν τιμή αντίστοιχα 0,35 m.



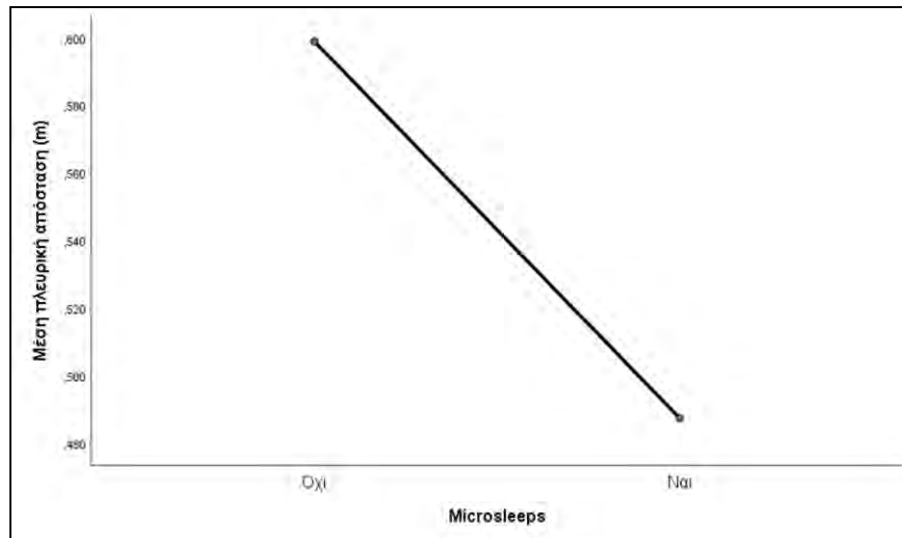
Σχήμα 5-36: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ποιότητα ύπνου.

Ακόμη ένας έλεγχος στον οποίο εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβλητών είναι ο έλεγχος συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα ( $F=4,180$ ,  $p\text{-value}<5\%$ ). Τα άτομα με ανήσυχη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα έχουν τιμή μέσης πλευρικής απόστασης 0,7 m. Αντίστοιχα, η τιμή για άτομα σε εγρήγορση είναι 0,35 m.



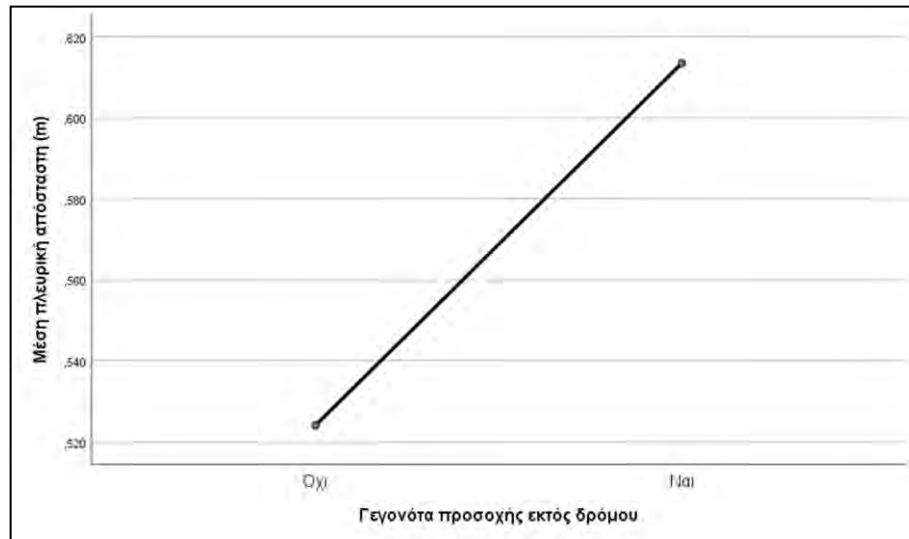
Σχήμα 5-37: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα.

Τα άτομα με εμφάνιση γεγονότος MICROSLEEP παρουσιάζουν μέση πλευρική απόσταση 0,49 m. Αντίστοιχα, τα άτομα που δεν εμφανίζουν MICROSLEEP έχουν υψηλότερη τιμή μέσης πλευρικής απόστασης (0,6 m). Οι μεταβλητές αυτές παρ' όλα αυτά, δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=0,284$ ,  $p\text{-value}=0,596$ ).



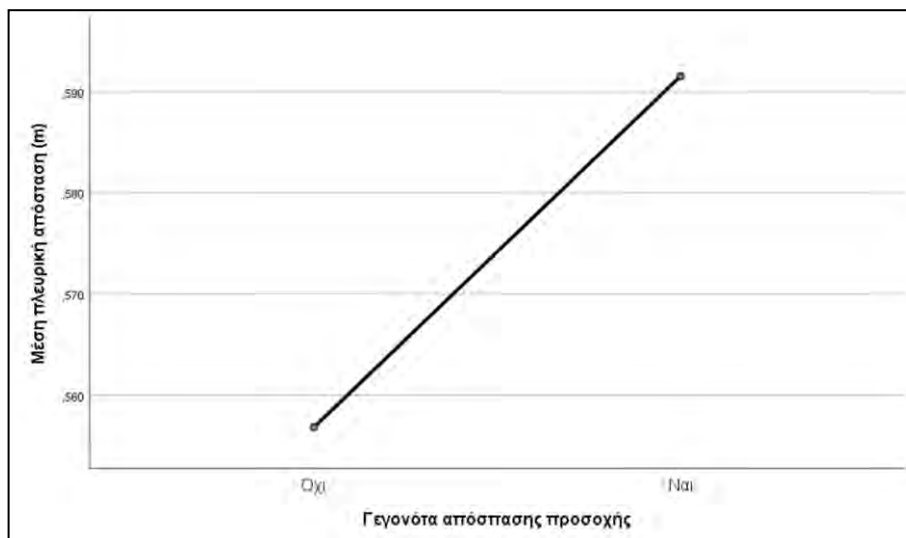
Σχήμα 5-38: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την εμφάνιση MICROSLEEP.

Ένας ακόμη έλεγχος που πραγματοποιήθηκε αφορά στη συσχέτιση της τιμής της μέσης πλευρικής απόστασης, με την ύπαρξη ή μη, γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5-39, η τιμή της μέσης πλευρικής απόστασης αυξάνεται από 0,53 m σε 0,61 m με την εμφάνιση γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου ( $F=0,263$ ,  $p\text{-value}=0,610$ ).



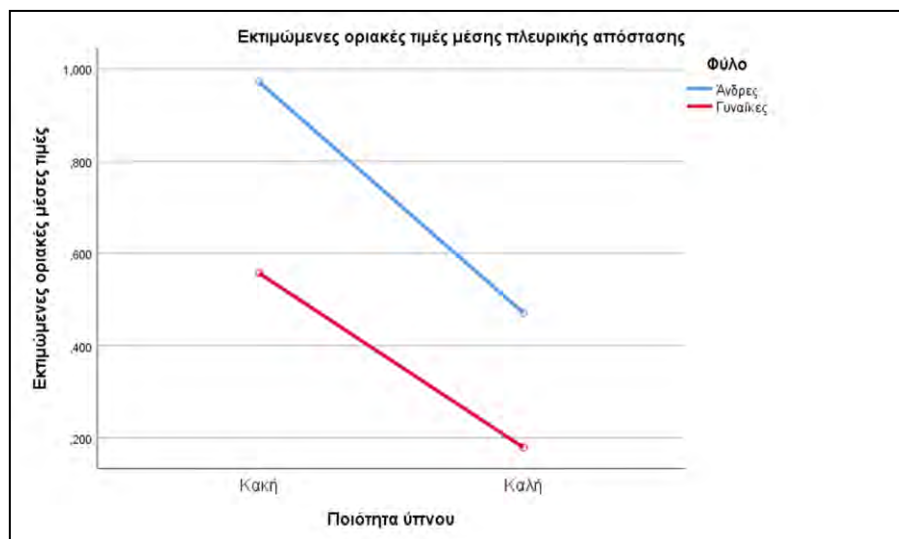
Σχήμα 5-39: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου.

Σε αντιστοιχία με την προσοχή των οδηγών εκτός δρόμου, στο Σχήμα 5-40 που ακολουθεί φαίνεται πως η ύπαρξη γεγονότων απόσπασης προσοχής προκαλεί επίσης αύξηση στην τιμή της μέσης πλευρικής απόστασης, από 0,55 m σε 0,59 m ( $F=0,040$ ,  $p\text{-value}=0,842$ ).



Σχήμα 5-40: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής.

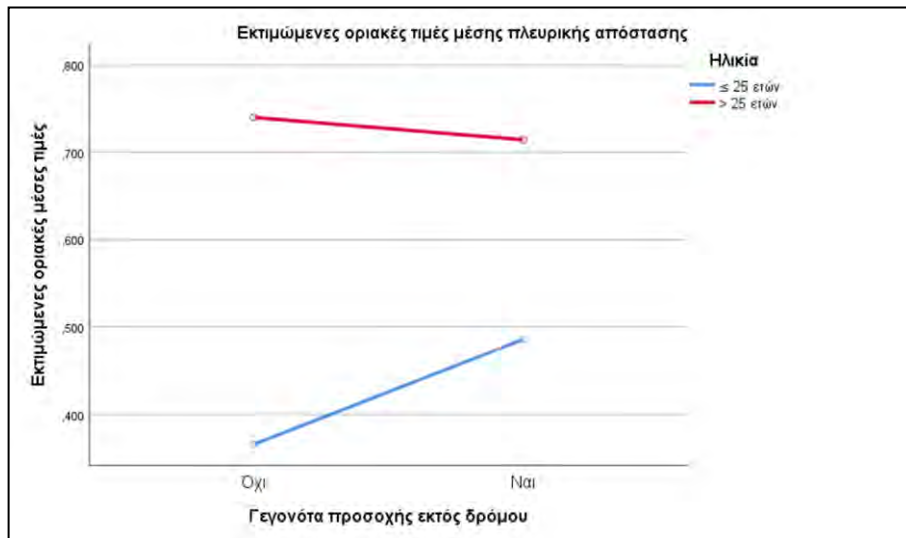
Στην ανάλυση Two-Way ANOVA εξετάζεται η αλληλεπίδραση της μέσης πλευρικής απόστασης με την ποιότητα ύπνου, ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες. Αρχικά, παρατηρείται πως η μέγιστη τιμή πλευρικής απόστασης για τους άνδρες (1,00 m), είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των γυναικών (0,58 m). Τα δύο φύλα εμφανίζουν μεγαλύτερη πλευρική απόσταση, όταν έχουν κακή ποιότητα ύπνου. Στην καλή ποιότητα ύπνου εμφανίζεται πολύ μικρή τιμή πλευρικής απόστασης για τις γυναίκες (0,2 m), ενώ η αντίστοιχη τιμή για τους άνδρες είναι 0,5 m. Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές ξεχωριστά ή και στον συνδυασμό τους (ποιότητα ύπνου:  $F=51,605$ ,  $p\text{-value}=0,088$ , φύλο:  $F=33,341$ ,  $p\text{-value}=0,109$ , ποιότητα ύπνου και φύλο:  $F=0,139$ ,  $p\text{-value}=0,711$ ).



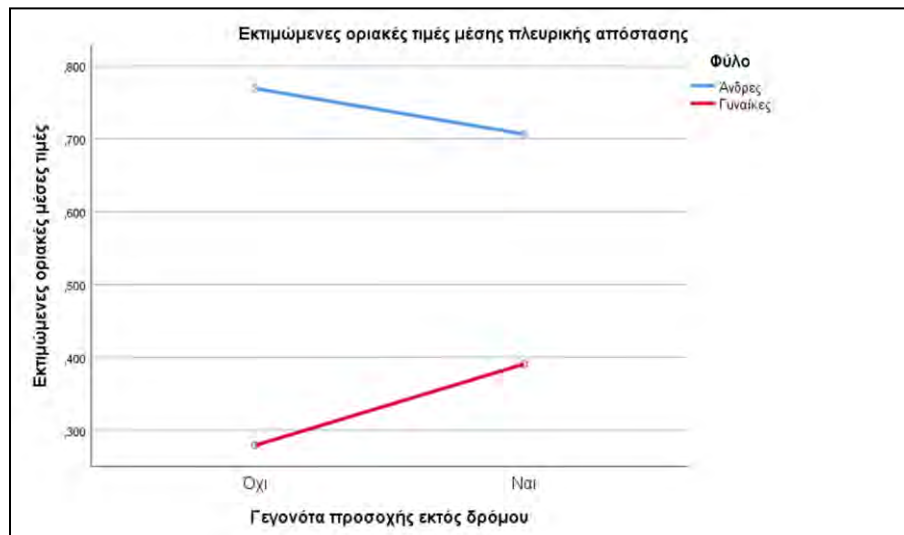
Σχήμα 5-41: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ποιότητα ύπνου και το φύλο.

Τα Σχήματα 5-42 και 5-43 αφορούν στα αποτελέσματα του ελέγχου συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου και την ηλικία ή το φύλο αντίστοιχα. Παρατηρείται πως η τιμή της πλευρικής απόστασης αυξάνεται με την εμφάνιση γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου, για τους οδηγούς ηλικίας έως 25 ετών

( $F=14,627$ ,  $p\text{-value}=0,163$ ). Επίσης, η ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου προκαλεί μείωση της μέσης πλευρικής απόστασης στους άνδρες, ενώ αντίθετα, η τιμή αυξάνεται στις γυναίκες οδηγούς ( $F=7,087$ ,  $p\text{-value}=0,229$ ).



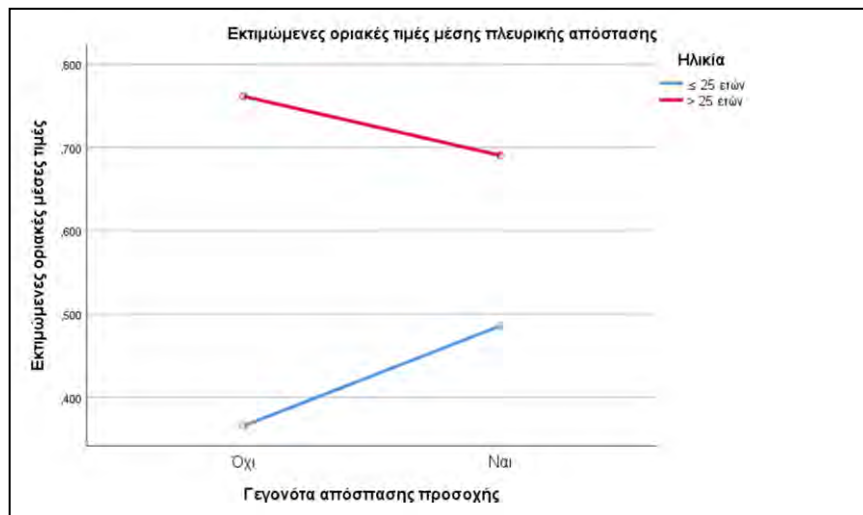
Σχήμα 5-42: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου και την ηλικία.



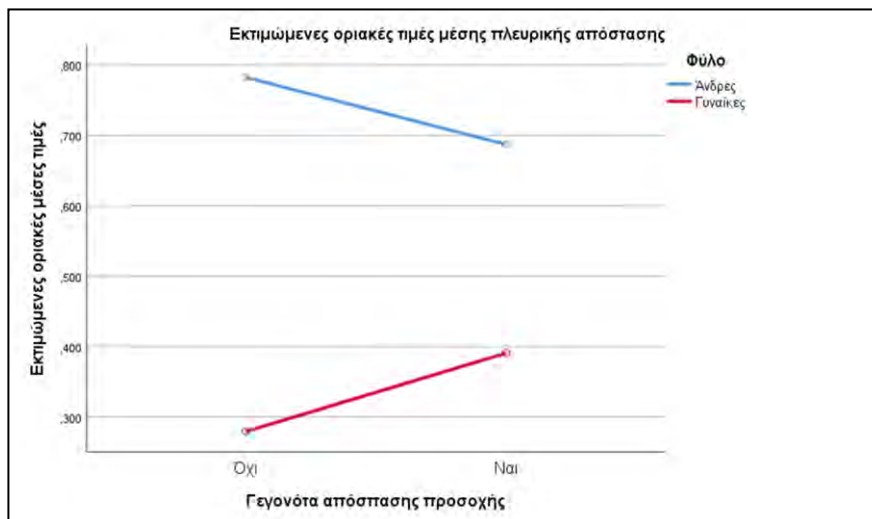
Σχήμα 5-43: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου και το φύλο.



Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης προσοχής, την ηλικία και το φύλο αντίστοιχα, ακολουθούν την ίδια πορεία με τους ελέγχους που προηγήθηκαν για τα γεγονότα προσοχής εκτός δρόμου (Σχήματα 5-44, 5-45). Τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζουν ωστόσο στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=14,703$ ,  $p\text{-value}=0,162$  και  $F=7,151$ ,  $p\text{-value}=0,228$ , αντίστοιχα).



Σχήμα 5-44: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής και την ηλικία.

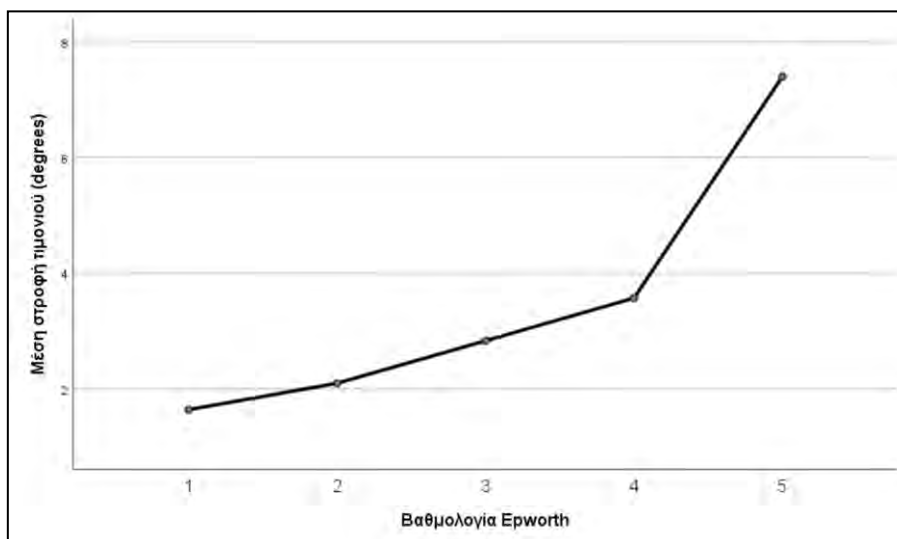


Σχήμα 5-45: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης πλευρικής απόστασης (m) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής και το φύλο.

### 5.4.5 Γωνία στροφής τιμονιού

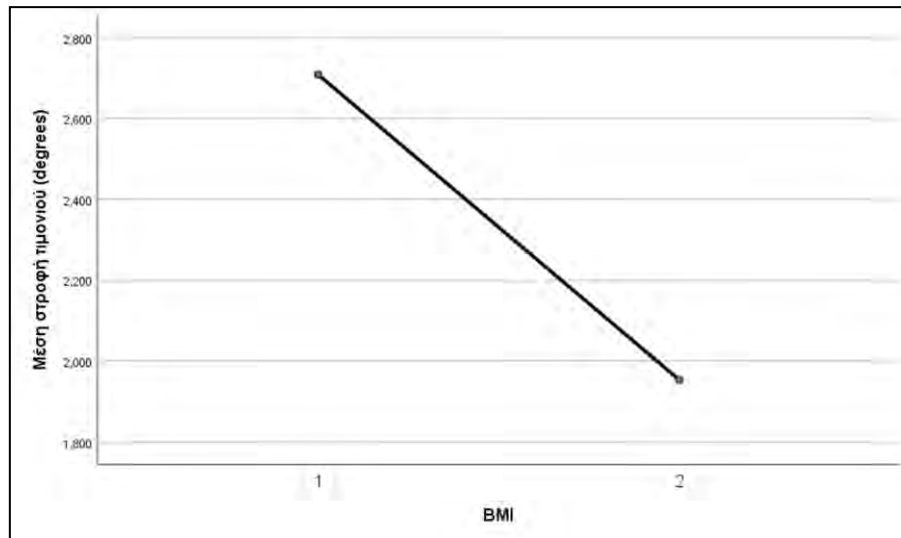
Η γωνία τιμονιού μετριέται σε μοίρες, παίρνει θετικές τιμές για στροφή του τιμονιού προς τα αριστερά και αρνητικές τιμές για στροφή προς τα δεξιά. Παρακάτω, εξετάζεται εάν υπάρχει συσχέτιση της μέσης τιμής της γωνίας στροφής του τιμονιού με τις διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές.

Ο πρώτος έλεγχος εξετάζει εάν η μέση στροφή τιμονιού επηρεάζεται από την βαθμολογία που έλαβαν οι συμμετέχοντες στην κλίμακα Erworth. Στο Σχήμα 5-46 διακρίνεται μια ανοδική τάση στη μέση στροφή τιμονιού, όσο αυξάνεται η βαθμολογία της κλίμακας. Πιο αναλυτικά, η ομάδα «1» και η ομάδα «2» εμφανίζουν μέση στροφή τιμονιού περίπου 2 μοίρες, η ομάδα «3» 3 μοίρες, ενώ οι ομάδες «4» και «5» έχουν τιμές 3,8 και 7,8 μοίρες, αντίστοιχα. Οι μεταβλητές που αναλύθηκαν εμφανίζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=4,691$ ,  $p\text{-value}<5\%$ ).



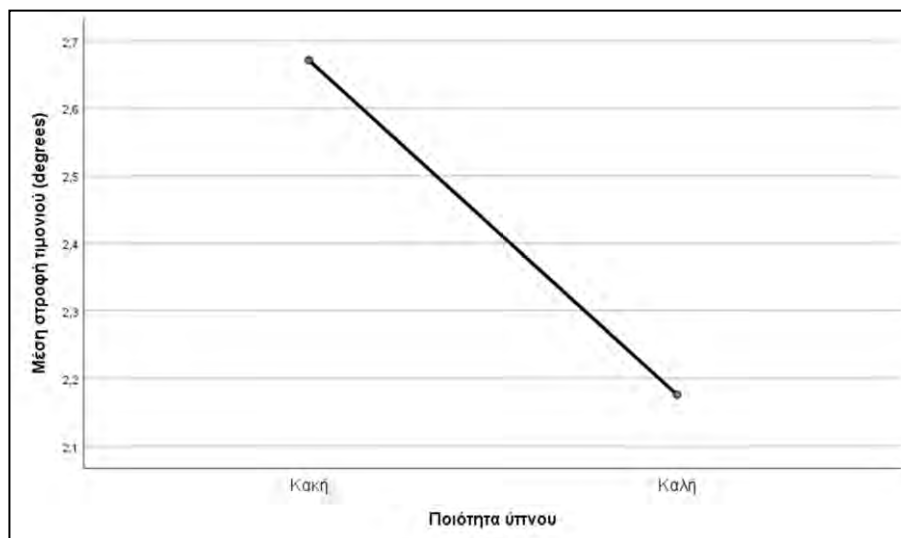
Σχήμα 5-46: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με τη βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Erworth.

Στο Σχήμα 5-47, διακρίνεται μεγαλύτερη μέση στροφή τιμονιού για τους οδηγούς με φυσιολογικό βάρος (2,7 μοίρες). Στους οδηγούς με τάσεις παχυσαρκίας, η αντίστοιχη τιμή είναι 1,95 μοίρες. Στον έλεγχο δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=1,945$ ,  $p\text{-value}=0,168$ ).



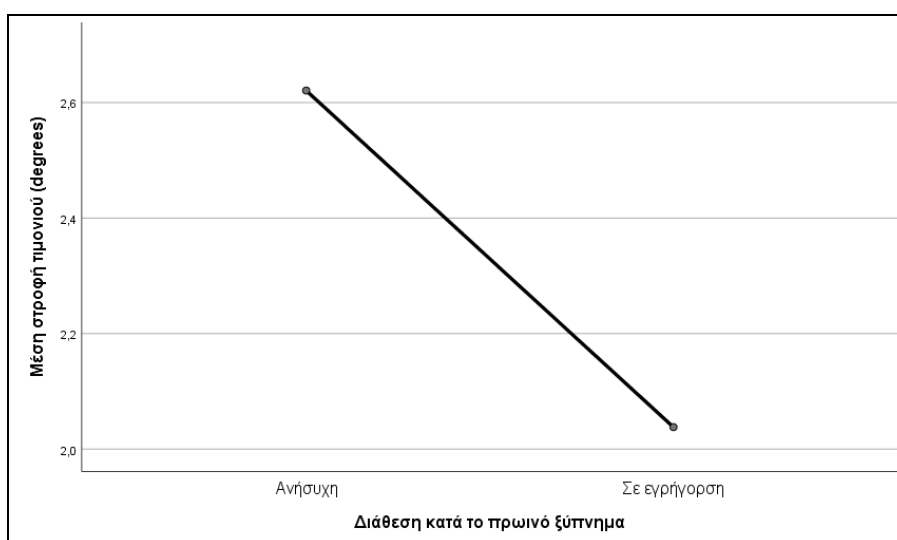
Σχήμα 5-47: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με τον Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI).

Όσον αφορά στην ποιότητα ύπνου, οι οδηγοί με κακή ποιότητα ύπνου έχουν τιμή μέσης στροφής τιμονιού 2,65 μοίρες, ενώ οι οδηγοί με καλή ποιότητα ύπνου 2,15 μοίρες. Δεν παρουσιάζονται, ωστόσο, στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=0,852$ ,  $p\text{-value}=0,360$ ).



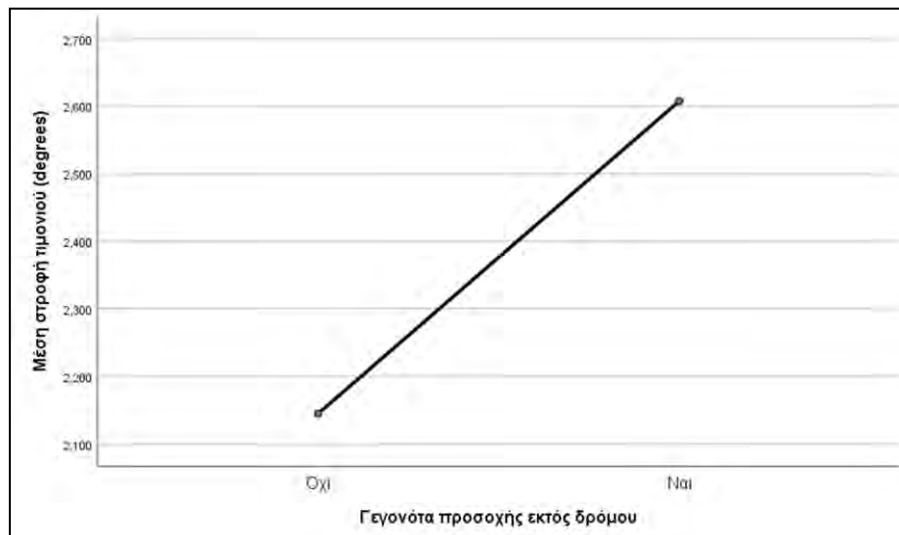
Σχήμα 5-48: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ποιότητα ύπνου.

Σε αντιστοιχία με τον παραπάνω έλεγχο, οι οδηγοί με ανήσυχη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα εμφανίζουν μεγαλύτερη τιμή μέσης στροφής τιμονιού (2,6 μοίρες), σε σχέση με τους οδηγούς σε εγρήγορση (2,05 μοίρες). Ωστόσο, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $F=1,105$ ,  $p\text{-value}=0,298$ ).

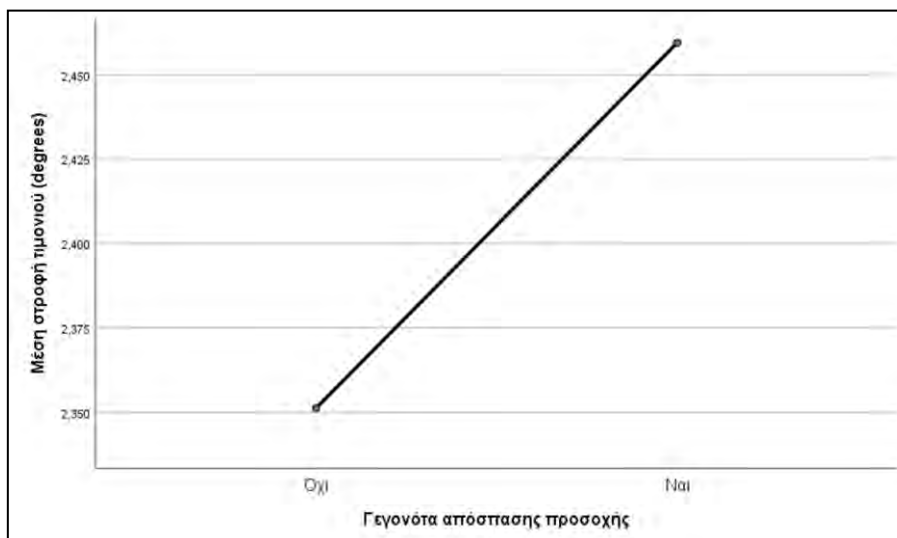


Σχήμα 5-49: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με τη διάθεση κατά το πρωινό ξύπνημα.

Η τιμή της μέσης στροφής τιμονιού παρουσιάζει αυξητική τάση, όταν βρίσκεται σε συνδυασμό με την εμφάνιση γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου, αλλά και γεγονότων απόσπασης προσοχής. Στο Σχήμα 5-50 που ακολουθεί, διακρίνεται αύξηση της μέσης στροφής τιμονιού από 2,15 σε 2,6 μοίρες, όταν παρατηρούνται γεγονότα προσοχής των οδηγών εκτός δρόμου ( $F=0,732$ ,  $p\text{-value}=0,396$ ). Επίσης, στο Σχήμα 5-51 παρατηρείται μικρότερου μεγέθους αύξηση της τιμής της μέσης στροφής τιμονιού, η οποία προκαλείται λόγω της εμφάνισης γεγονότων απόσπασης προσοχής κατά την οδήγηση ( $F=0,040$ ,  $p\text{-value}=0,842$ ).

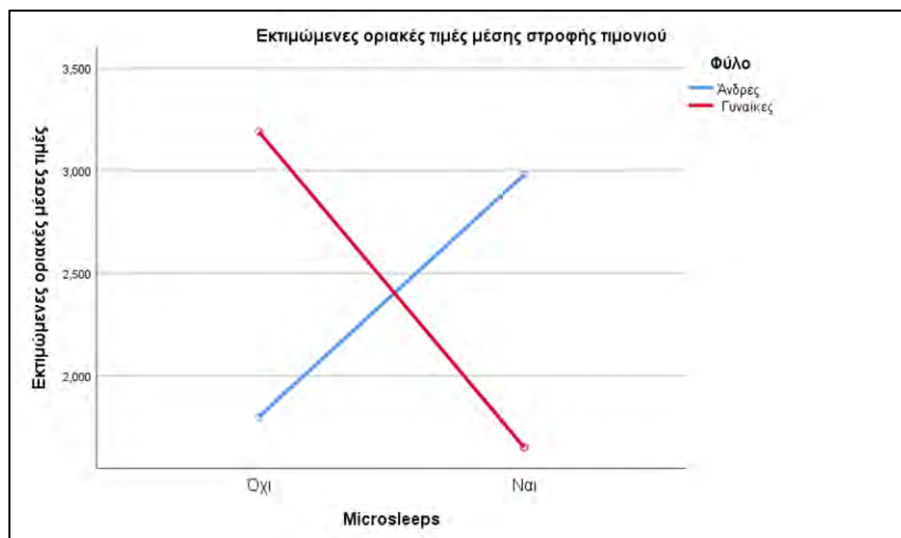


Σχήμα 5-50: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου.



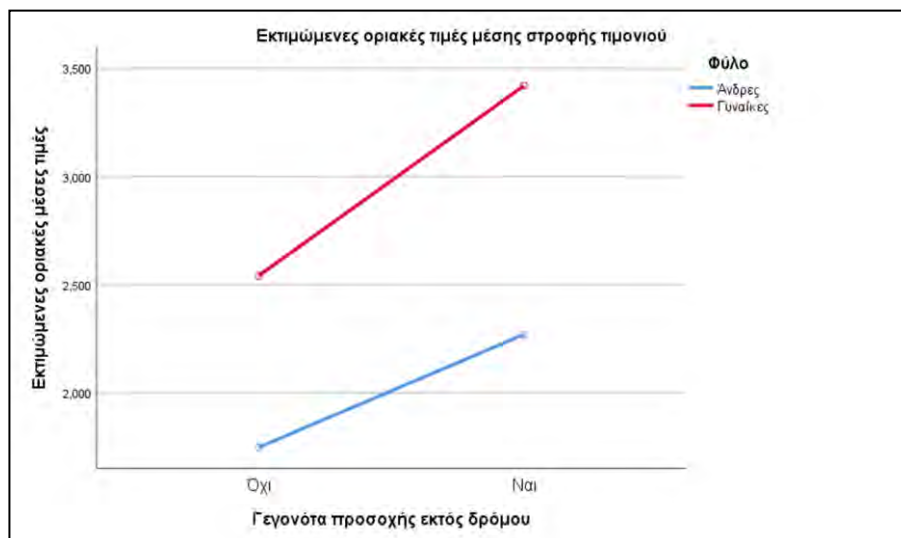
Σχήμα 5-51: Αποτελέσματα ανάλυσης One-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης της προσοχής.

Στην ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες εξετάζεται εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στη μέση στροφή τιμονιού μεταξύ της εμφάνισης, ή μη, συμβάντος MICROSLEEP, όπως και ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες. Οι άνδρες και οι γυναίκες εμφανίζουν αντίθετα αποτελέσματα, σύμφωνα με το Σχήμα 5-52. Συγκεκριμένα, οι άνδρες έχουν χαμηλή μέση στροφή τιμονιού (1,5 μοίρες), όταν δεν εμφανίζεται Microsleep, ενώ η μέση τιμή αυξάνεται σε 3 μοίρες, όταν εμφανίζεται φαινόμενο Microsleep. Σε αντίθεση με τους άνδρες, οι γυναίκες που δεν εμφανίζουν Microsleep έχουν μέση στροφή τιμονιού 3,2 μοίρες, ενώ η τιμή μειώνεται σε 1,3 μοίρες, όταν υπάρχουν επεισόδια Microsleep. Οι μεταβλητές ξεχωριστά, δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (MICROSLEEP:  $F=0,017$ ,  $p\text{-value}=0,917$ , φύλο:  $F=0,001$ ,  $p\text{-value}=0,985$ ). Ωστόσο, ο συνδυασμός τους έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδρασή του στη μέση στροφή τιμονιού ( $F=4,075$ ,  $p\text{-value}<5\%$ ).

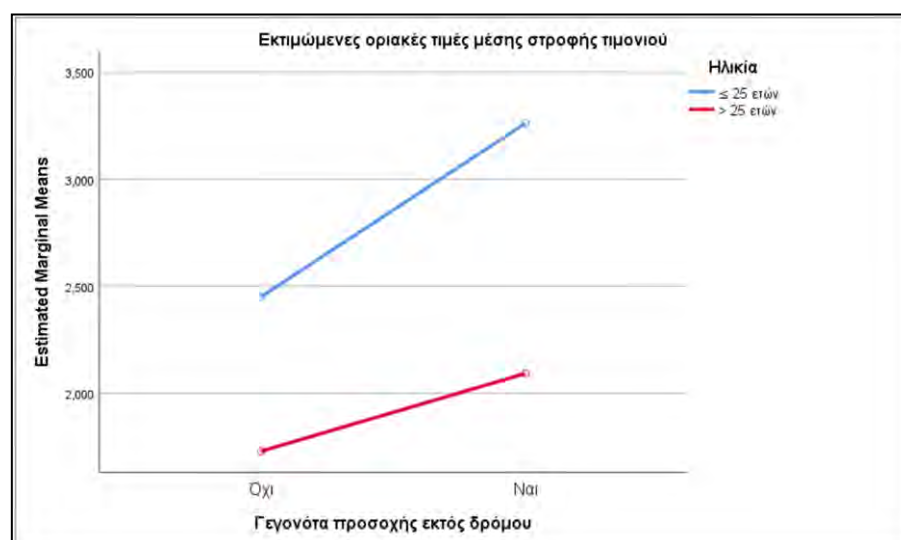


Σχήμα 5-52: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την εμφάνιση MICROSLEEP και το φύλο.

Με την ανάλυση Two-Way ANOVA πραγματοποιήθηκαν επίσης έλεγχοι συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού με την ύπαρξη γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου και το φύλο ή την ηλικία. Όσον αφορά στον διαχωρισμό ανδρών και γυναικών, διακρίνεται αύξηση στην τιμή της στροφής του τιμονιού και στα δύο φύλα, με την εμφάνιση γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου ( $F=26,418$ ,  $p\text{-value}=0,122$ ). Επίσης, φαίνεται πως οι τιμές της στροφής τιμονιού των γυναικών είναι υψηλότερες σε σύγκριση με τις τιμές που αντιστοιχούν στους άνδρες οδηγούς. Αντίστοιχα, στους οδηγούς ηλικίας κάτω αλλά και άνω των 25 ετών διακρίνεται αύξηση της στροφής τιμονιού, με την εμφάνιση γεγονότων προσοχής εκτός δρόμου ( $F=25,452$ ,  $p\text{-value}=0,125$ ). Σε κανέναν από τους παραπάνω ελέγχους δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Σχήμα 5-53: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων εκτός δρόμου και το φύλο.

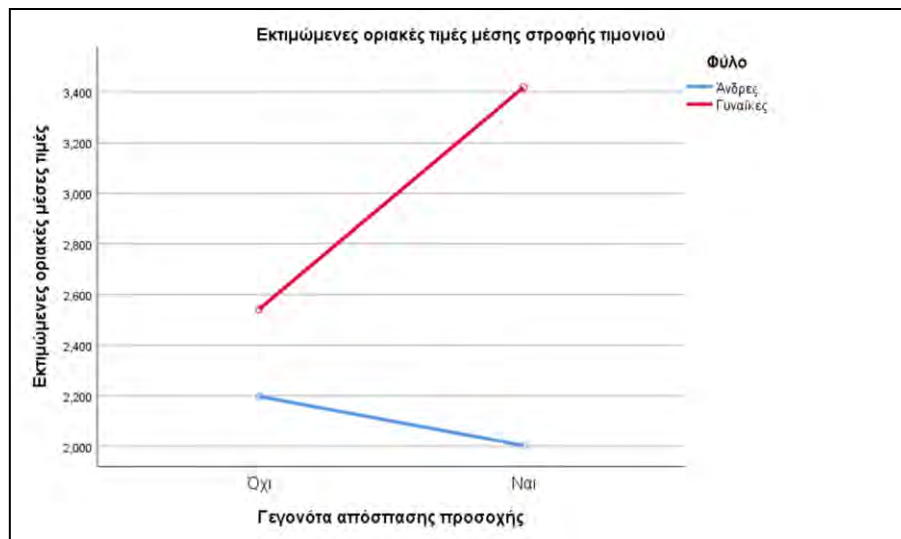


Σχήμα 5-54: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη γεγονότων εκτός δρόμου και την ηλικία.

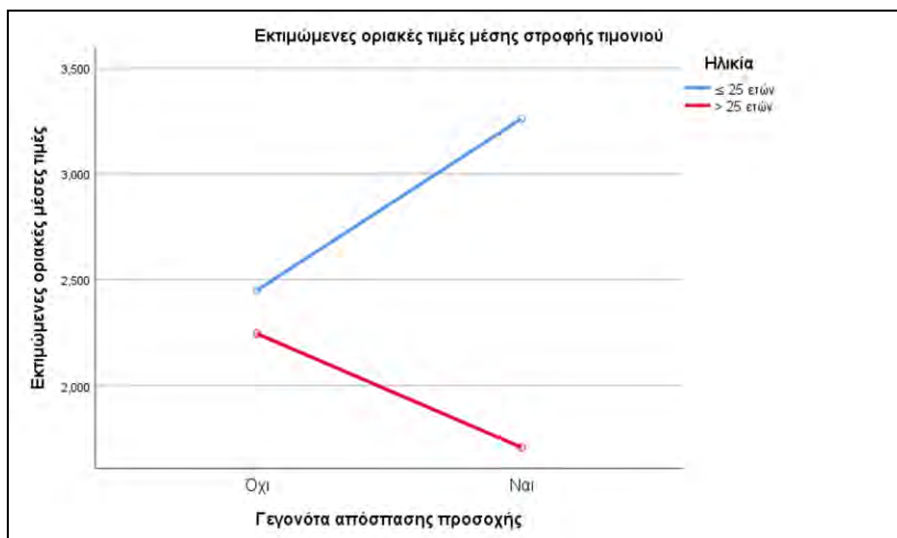
Στους αντίστοιχους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν για τη συσχέτιση της μέσης στροφής τιμονιού με τα γεγονότα απόσπασης προσοχής και το φύλο ή την ηλικία, τα αποτελέσματα φαίνονται να μην είναι τα αναμενόμενα. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στο φύλο, ενώ η στροφή του τιμονιού αυξάνεται με την εμφάνιση γεγονότων απόσπασης προσοχής για



τις γυναίκες, στους άνδρες η τιμή της στροφής τιμονιού μειώνεται ελάχιστα ( $F=33,316$ ,  $p\text{-value}=0,109$ ). Συγκρίνοντας τις οριακές τιμές της μέσης στροφής τιμονιού με την ύπαρξη γεγονότων απόσπασης προσοχής για τις δύο υπό εξέταση ηλικιακές ομάδες, διακρίνεται πως για τους οδηγούς ηλικίας έως 25 ετών η στροφή τιμονιού αυξάνεται, όταν παρατηρούνται γεγονότα απόσπασης προσοχής. Αντίθετα, στους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας παρατηρείται μια μικρή μείωση στην τιμή της μέσης στροφής τιμονιού, όταν εμφανίζονται γεγονότα απόσπασης προσοχής ( $F=30,271$ ,  $p\text{-value}=0,114$ ).



Σχήμα 5-55: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη απόσπασης της προσοχής και το φύλο.



Σχήμα 5-56: Αποτελέσματα ανάλυσης Two-Way ANOVA συσχέτισης της μέσης στροφής τιμονιού (degrees) με την ύπαρξη απόσπασης της προσοχής και την ηλικία.

## 5.5 Μοντέλα πρόβλεψης συμπεριφοράς

Το τελευταίο μέρος της ανάλυσης των δεδομένων αφορά στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων στην έρευνα. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης (Cox, 1958) και αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία διευκολύνουν την εκτίμηση των συσχετίσεων μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών: microsleeps, προσοχή εκτός δρόμου και απόσπαση της προσοχής, με έναν αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών: ταχύτητα, επιτάχυνση, πλευρική ταχύτητα, πλευρική απόσταση, γωνία στροφής τιμονιού, βαθμολογία στην κλίμακα υπνηλίας Epworth και ηλικία.

Σύνοψη του πρώτου μοντέλου, το οποίο προβλέπει την εμφάνιση microsleeps παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-5. Προκύπτει πως η διακύμανση που μπορεί να επεξηγηθεί για την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή την εμφάνιση microsleeps, κυμαίνεται από το 15,2% (μέθοδος Con & Shell R Square) έως το 23,5% (μέθοδος Nagelkerke R Square).

Πίνακας 5-5: Σύνοψη μοντέλου πρόβλεψης των microsleeps.

Step	-2 Log likelihood	Cox & Shell R Square	Nagelkerke R Square
1	52,792	0,152	0,235

Επίσης, στον Πίνακα 5-6, παρουσιάζεται η συμβολή της καθεμιάς ανεξάρτητης μεταβλητής στο μοντέλο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ταχύτητα, η πλευρική ταχύτητα, η γωνία στροφής και η ηλικία επιδρούν θετικά στο μοντέλο, ενώ, η επιτάχυνση, η πλευρική απόσταση και η βαθμολογία στην κλίμακα υπνηλίας Epworth, επιδρούν αρνητικά. Ωστόσο, καμία συνεισφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική ( $p\text{-value} > 5\%$ ). Συνοψίζοντας, το μοντέλο πρόβλεψης των microsleeps με στοιχεία  $\chi^2_{(8)}=3,982$ ,  $p\text{-value}=0,859$ , ταξινομήσε ορθώς το 80% των περιπτώσεων. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι οι συμμετέχοντες μεγαλύτερης ηλικίας (>25 ετών) είναι 3,425 φορές περισσότερο πιθανό να εμφανίσουν microsleeps, σε σχέση με τους συμμετέχοντες μικρότερης ηλικίας ( $\leq 25$  ετών).

Πίνακας 5-6: Μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης των microsleeps.

Μεταβλητή	B	S.E.	Wald	df	p-value	Exp (B)
Ταχύτητα	0,121	0,136	0,788	1	0,675	1,129
Επιτάχυνση	-24,461	22,333	1,200	1	0,273	0
Πλευρική ταχύτητα	206,215	145,671	2,004	1	0,157	3,615E+89
Πλευρική απόσταση	-1,548	0,878	3,110	1	0,078	0,213
Γωνία στροφής τιμονιού	0,195	0,193	1,021	1	0,312	1,215
Κλίμακα Epworth	-0,253	0,139	3,283	1	0,070	0,777
Ηλικία (1)	1,231	0,792	2,414	1	0,120	3,425
Σταθερά	-2,482	2,882	0,742	1	0,389	0,084

Ομοίως, σύνοψη του δεύτερου μοντέλου, το οποίο προβλέπει την έλλειψη προσοχής από τον δρόμο φαίνεται στον Πίνακα 5-7. Προκύπτει πως η διακύμανση που μπορεί να επεξηγηθεί για την εξαρτημένη μεταβλητή κυμαίνεται από το 20,2% (μέθοδος Cox & Shell R Square) έως το 27,2% (μέθοδος Nagelkerke R Square).

Πίνακας 5-7: Σύνοψη μοντέλου πρόβλεψης της προσοχής εκτός δρόμου.

Step	-2 Log likelihood	Cox & Shell R Square	Nagelkerke R Square
1	68,535	0,202	0,272

Ακόμη, στον Πίνακα 5-8, παρουσιάζεται η συνεισφορά των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επιτάχυνση έχει θετική στατιστικά σημαντική επίδραση στο μοντέλο ( $p\text{-value}<5\%$ ), ενώ η πλευρική ταχύτητα επιδρά αρνητικά στο μοντέλο ( $p\text{-value}<5\%$ ). Θετική επίδραση έχουν, ακόμη, η πλευρική απόσταση, η γωνία στροφής τιμονιού, η βαθμολογία στην κλίμακα υπνηλίας Epworth και η ηλικία, χωρίς, ωστόσο, αυτή η επίδραση να είναι στατιστικά σημαντική ( $p\text{-value}>5\%$ ). Όσον αφορά στην ταχύτητα, η συνεισφορά της στο μοντέλο είναι αρνητική και δεν είναι στατιστικά σημαντική ( $p\text{-value}>5\%$ ). Συνοψίζοντας, το μοντέλο πρόβλεψης της έλλειψης προσοχής από τον δρόμο με στοιχεία  $\chi^2_{(8)}=7,155$ ,  $p\text{-value}=0,520$ , ταξινομήσε ορθώς το 73,3% των περιπτώσεων. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι οι συμμετέχοντες μεγαλύτερης ηλικίας (>25 ετών) είναι 2,980 φορές περισσότερο πιθανό να χάσουν την προσοχή τους από τον δρόμο, σε σχέση με τους συμμετέχοντες μικρότερης ηλικίας ( $\leq 25$  ετών).

Πίνακας 5-8: Μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης της προσοχής εκτός δρόμου.

Μεταβλητή	B	S.E.	Wald	df	p-value	Exp (B)
Ταχύτητα	-0,133	0,118	1,267	1	0,260	0,876
Επιτάχυνση	62,767	28,701	4,783	1	0,029*	1,81E+27
Πλευρική ταχύτητα	-361,475	156,928	5,306	1	0,021*	0
Πλευρική απόσταση	1,232	0,719	2,940	1	0,086	3,429
Γωνία στροφής τιμονιού	0,095	0,173	0,305	1	0,581	1,100
Κλίμακα Erworth	0,171	0,113	2,279	1	0,131	1,187
Ηλικία (1)	1,092	0,644	2,875	1	0,090	2,980
Σταθερά	-0,064	2,339	0,001	1	0,978	0,938
*p-value<5%						

Το τρίτο μοντέλο αφορά στην πρόβλεψη της απόσπασης της προσοχής και παρουσιάζεται συνοπτικά στον Πίνακα 5-9. Διαπιστώνεται πως η διακύμανση που μπορεί να εξηγηθεί για την εξαρτημένη μεταβλητή κυμαίνεται από το 17,9% (μέθοδος Con & Shell R Square) έως το 23,9% (μέθοδος Nagelkerke R Square).

Πίνακας 5-9: Σύνοψη μοντέλου πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής.

Step	-2 Log likelihood	Cox & Shell R Square	Nagelkerke R Square
1	71,288	0,179	0,239

Τέλος, στον Πίνακα 5-10, παρουσιάζεται η συνεισφορά της καθεμιάς ανεξάρτητης μεταβλητής στο μοντέλο πρόβλεψης. Τα ευρήματα καταδεικνύουν ότι η βαθμολογία στην κλίμακα υπνηλίας Erworth έχει θετική στατιστικά σημαντική επίδραση στο μοντέλο (p-value<5%). Θετική επίδραση έχουν, επιπλέον, η επιτάχυνση, η πλευρική απόσταση και η

ηλικία χωρίς, ωστόσο, αυτή η επίδραση να είναι στατιστικά σημαντική ( $p\text{-value}>5\%$ ). Από την άλλη πλευρά, αρνητική μη στατιστικά σημαντική επίδραση στο μοντέλο φαίνεται ότι έχουν η ταχύτητα, η πλευρική ταχύτητα και η γωνία στροφής του τιμονιού ( $p\text{-value}>5\%$ ). Συνοψίζοντας, το μοντέλο πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής με στοιχεία  $\chi^2_{(8)}=6,715$ ,  $p\text{-value}=0,568$ , ταξινομήσε ορθώς το 70% των περιπτώσεων. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι οι συμμετέχοντες μεγαλύτερης ηλικίας (>25 ετών) είναι 1,652 φορές περισσότερο πιθανό να αποσπαστεί η προσοχή τους, σε σχέση με τους συμμετέχοντες μικρότερης ηλικίας ( $\leq 25$  ετών).

Πίνακας 5-10: Μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής.

Μεταβλητή	B	S.E.	Wald	df	p-value	Exp (B)
Ταχύτητα	-0,042	0,109	0,148	1	0,701	0,959
Επιτάχυνση	47,738	24,855	3,689	1	0,055	5,39E+20
Πλευρική ταχύτητα	-263,673	135,151	3,806	1	0,051	0
Πλευρική απόσταση	0,745	0,643	1,345	1	0,246	2,107
Γωνία στροφής τιμονιού	-0,115	0,162	0,500	1	0,480	0,892
Κλίμακα Erworth	0,260	0,116	5,028	1	0,025*	1,296
Ηλικία (1)	0,502	0,612	0,673	1	0,412	1,652
Σταθερά	-1,920	2,298	0,698	1	0,403	0,147
* $p\text{-value}<5\%$						

## 5.6 Σύνοψη Κεφαλαίου 5

Συνοψίζοντας, με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τη βοήθεια του ημερολογίου ύπνου, της κλίμακας υπνηλίας Erworth, του πειράματος προσομοίωσης και της καταγραφής των κινήσεων των βλεφάρων των ματιών των συμμετεχόντων, έγινε ανάλυση της συμπεριφοράς τους και διαπιστώθηκε ποιες είναι εκείνες οι παράμετροι που φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο την ικανότητά τους στην οδήγηση. Επιπλέον, τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των 60 ατόμων που μετείχαν στο πείραμα, κατέδειξαν σημαντικά ζητήματα, για παράδειγμα ότι η ηλικία φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την εμφάνιση microsleeps, όπως και την πιθανότητα απόσπασης της προσοχής κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

## **Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Στο παρόν Κεφάλαιο σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της παρούσας έρευνας και προτείνονται ενδεικτικά βήματα που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν στο μέλλον στη συγκεκριμένη ερευνητική-πειραματική περιοχή.

### **6.1 Συμπεράσματα**

Στην παρούσα έρευνα, εξετάστηκε η επίδραση της υπνηλίας και της κόπωσης των οδηγών στην ικανότητα οδήγησης και την οδηγική τους συμπεριφορά. Για τον λόγο αυτόν, μελετήθηκε η συμπεριφορά και η ικανότητα οδήγησης ενός δείγματος 60 ατόμων, με τη διεξαγωγή πειραμάτων σε προσομοιωτή οδήγησης. Για να συγκεντρωθούν δεδομένα σχετικά με την ποιότητα ύπνου των οδηγών, συμπληρώθηκαν από τους ίδιους ειδικά σχεδιασμένα ημερολόγια ύπνου. Επιπλέον, έγινε χρήση μίας κλίμακας υπνηλίας που χρησιμοποιείται ευρέως σε έρευνες σχετιζόμενες με θέματα υπνηλίας, της κλίμακας υπνηλίας Epworth. Μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται λεπτομερώς στα προηγούμενα Κεφάλαια, συγκεντρώθηκαν δεδομένα τα οποία αναλύθηκαν μέσω περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης οδηγούν σε ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο επίδρασης της ποιότητας ύπνου στην οδήγηση και παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της κλίμακας υπνηλίας Epworth για τις δύο ομάδες ηλικιών που μελετώνται στην παρούσα εργασία, παρατηρείται πως ανεξάρτητα της ηλικίας,



περίπου 15% των οδηγών έχουν λάβει βαθμολογία άνω του 11 στην κλίμακα υπνηλίας. Αυτό συνεπάγεται αύξηση της πιθανότητας να πάσχουν τα συγκεκριμένα άτομα από υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ένα από τα χαρακτηριστικά που επηρεάζεται από τη διάθεση των οδηγών κατά το πρωινό ξύπνημα είναι η τιμή της μέσης ταχύτητας των οδηγών. Πιο συγκεκριμένα, το δείγμα που εξετάστηκε φαίνεται να οδηγεί με υψηλότερη μέση ταχύτητα, όταν η διάθεση κατά το πρωινό τους ξύπνημα είναι ανήσυχη.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της οδήγησης που επηρεάζεται είναι η μέση πλευρική απόσταση. Ειδικότερα, η τιμή της μέσης πλευρικής απόστασης μειώνεται όταν η ποιότητα ύπνου των οδηγών είναι καλή και βρίσκονται σε εγρήγορση κατά το πρωινό ξύπνημα.

Η βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας Epworth φαίνεται να επηρεάζει τη μέση στροφή τιμονιού καθώς, όσο υψηλότερη είναι η βαθμολογία της κλίμακας υπνηλίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της μέσης στροφής του τιμονιού.

Όσον αφορά στα δύο φύλα, οι γυναίκες και οι άνδρες αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο ως προς την ταχύτητα βάσει της διάθεσής τους κατά το πρωινό ξύπνημα. Ωστόσο, οι γυναίκες φαίνεται να οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα από την αντίστοιχη των ανδρών και για τις δύο περιπτώσεις διάθεσης κατά το πρωινό ξύπνημα.

Τέλος, τα λάθη που παρουσιάζονται στην οδήγηση είναι κυρίως η οδήγηση πολύ δεξιά στη λωρίδα και η μη χρήση φλας. Πιο συγκεκριμένα, οι μισοί οδηγοί ηλικίας έως 25 ετών και ένα ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό των οδηγών άνω των 25 ετών δεν χρησιμοποιούν φλας. Σημειώνεται, ότι το σενάριο οδήγησης του παρόντος πειράματος περιλάμβανε οδήγηση σε υπεραστικό δίκτυο δύο λωρίδων και οι οδηγοί καλούνταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος να αλλάζουν λωρίδα και να χρησιμοποιούν τις εξόδους του αυτοκινητοδρόμου.

Συνεπώς, παρ' όλο που η χρήση φλας κρίνεται απαραίτητη για κάθε αλλαγή κατεύθυνσης του οχήματος για την αποφυγή ατυχημάτων, μεγάλο ποσοστό οδηγών, μικρότερης αλλά και μεγαλύτερης ηλικίας, φαίνεται να μην το χρησιμοποιούν.

## **6.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Η έρευνα διεξήχθη στο Εργαστήριο Κυκλοφορίας, Μεταφορών και Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ο εξοπλισμός του εργαστηρίου συνέβαλε σημαντικά στην υλοποίηση της παρούσας μελέτης, καθώς μέσω του πλήρως εξοπλισμένου προσομοιωτή οδήγησης και του συστήματος καταγραφής της κίνησης των βλεφάρων ήταν εφικτή η αξιολόγηση της ικανότητας οδήγησης των συμμετεχόντων σε ένα ασφαλές περιβάλλον, διασφαλίζοντας την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, τα κατάλληλα διαμορφωμένα ερωτηματολόγια που αφορούν στην ποιότητα ύπνου των ερωτηθέντων βοήθησαν στην κατανόηση και καταγραφή των συνηθειών ύπνου κάθε ατόμου ξεχωριστά, ώστε να διαμορφωθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα ποιότητας ύπνου και απόδοσης στην οδήγηση για κάθε έναν συμμετέχοντα.

Δεδομένης της σημαντικής επίδρασης που προκαλεί το φαινόμενο της υπνηλίας και της κόπωσης των οδηγών στην πρόκληση τροχαίων και δη θανατηφόρων ατυχημάτων, κρίνεται απαραίτητη η αντιμετώπιση των ασθενειών που προκαλούν αισθήματα υπνηλίας στους οδηγούς. Μια ασθένεια που επηρεάζει σημαντικά τη συμπεριφορά των οδηγών και την απόδοση στην οδήγησή τους αποτελεί το Σύνδρομο Αποφρακτικής Υπνικής Άπνοιας (Obstructive Sleep Apnoea Syndrome–OSAS). Στις προτάσεις για μελλοντική έρευνα προτείνεται η διεξαγωγή μίας στοχευμένης μελέτης-έρευνας με άτομα που ανήκουν σε ομάδες ευάλωτες στο συγκεκριμένο σύνδρομο. Επίσης, συνιστάται η συνεργασία ειδικών

σχετικά με τις μεταφορές και την οδική ασφάλεια, οι οποίοι θα παράσχουν τις γνώσεις και το υπόβαθρο σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά, αλλά και ειδικών οι οποίοι θα εστιάσουν στην κατάσταση της υγείας των οδηγών και μέσω ειδικών μηχανημάτων θα έχουν πλήρη εικόνα του ιατρικού υποβάθρου των συμμετεχόντων. Η πραγματοποίηση πειραμάτων σε προσομοιωτή οδήγησης θα προσφέρει ένα ασφαλές περιβάλλον μελέτης, ενώ παράλληλα η χρήση ιατρικού εργαστηριακού εξοπλισμού θα εγγυηθεί την ασφάλεια των οδηγών που θα συμμετάσχουν στο πείραμα. Μια τέτοια έρευνα, θα επιφέρει καινοτόμα και σπουδαίας αξίας αποτελέσματα και θα συνεισφέρει σημαντικά στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των οδηγών σχετικά με τη σημαντικότητα της αντιμετώπισης της υπνηλίας για την αποφυγή πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων.

## Βιβλιογραφία

Adamos, G. and Nathanail, E., 2019. Testing the effectiveness of objective and subjective predictors of driving behaviour under fatigue. *Transportation Research Record*, Vol. 2673(8) 343-352. National Academy of Sciences: Transportation Research Board 2019.

Anstey, K., Wood, J., Lord, S. and Walker, J., 2005. Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical psychology review*, 25, 45-65.

Beinke, R. E. and Williams, J. K., 1968. Driving simulator, Paper presented at the General Motors Corporation Automotive Safety Seminar, Milford, Michigan, July 11–12.

Bella, Francesco, 2005. Validation of a Driving Simulator for Work Zone Design. *Transportation Research Record*, 1937, 136-144.

Bella, Francesco, 2008. Driving Simulator for Speed Research on Two-Lane Rural Roads, Accident Analysis & Prevention, 40. *Accident analysis and prevention*, 40, 1078-87.

Bingham, R., Shope, J., Zakrajsek, J. and Raghunathan, T., 2008. Problem Driving Behavior and Psychosocial Maturation in Young Adulthood. *Accident analysis and prevention*, 40, 1758-64.

Blana, E., 1996. Driving Simulator Validation Studies: A Literature Review. Working Paper. Institute of Transport Studies, University of Leeds, Leeds, UK.

Breslau, N., Roth, T., Rosenthal, L. and Andreski, P., 1997. Daytime sleepiness: an epidemiological study of young adults. *Am J Public Health*. 1997;87(10):1649–1653.

Breuer, J. and Kaeding, W., 2006. Contributions of driving simulators to enhance real world safety, Proceedings of the Driving Simulator Conference Asia/Pacific 2006, Tsukuba, Japan, 2006.

Brown, I. D., 1994. Driver fatigue. *Human Factors*, 36(2), 298-314.

Caponecchia, C. and Williamson, A., 2018. Drowsiness and driving performance on commuter trips. *Journal of Safety Research*, 66.

Centofanti, S., Hilditch, C., Dorrian, J. and Banks, S., 2016. The impact of short night-time naps on performance, sleepiness and mood during a simulated night shift. *Chronobiology international*, 33, 1-10.

Chen, S-W., Fang, C-Y., and Tien, C-T., 2013. Driving behaviour modelling system based on graph construction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 314-330.

Commission Directive 2014/85/EU. Amending Directive 2006/126/EC of the European Parliament and of the Council on driving licenses.

Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., and Civil, I., Dunn, R., Bailey, J. and Jackson, R., 2002. Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: Population based case control study. *BMJ (Clinical research ed.)*. 324. 1125.

Cox, D. R., 1958. The regression analysis of binary sequences (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society B*, 20, 215-242.

Davenne, D., Lericollais, R., Sagaspe, P., Taillard, J., Gauthier, A., Espié, S. and Philip, P., 2012. Reliability of simulator driving tool for evaluation of sleepiness, fatigue and driving performance. *Accident analysis and prevention*, 45, 677-82.

Di Milia, L. and Kecklund, G., 2013. The distribution of sleepiness, sleep and work hours during a long-distance morning trip: A comparison between night- and non-night workers. *Accident analysis and prevention*, 53C, 17-22.

Drosdol, J., Panik, F., 1985. The Daimler-Benz Driving Simulator: A Tool for Vehicle Development. SAE Technical Paper Series No. 850334. pp. 1-17.

Elander, J., West, R., and French, D., 1993. Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: An examination of methods and findings. *Psychological Bulletin*, 113(2), 279-294.

ERSO, 2008. Fatigue. Retrieved October, 2019 from [www.erso.eu](http://www.erso.eu).

European Commission, 2001. White Paper: European transport policy for 2010: Time to decide.

Ftouni, S., Sletten, T., Howard, M., Anderson, C., Lenné, M., Lockley, S., and Rajaratnam, S., 2012. Objective and subjective measures of sleepiness, and their associations with on-road driving events in shift workers. *Journal of sleep research*, 22.

Garbarino, S., Nobili, L., Beelke, M., De Carli, F., and Ferrillo, F., 2001. The Contributing Role of Sleepiness in Highway Vehicle Accidents. *Sleep*.

George, C., 2007. Sleep apnea, alertness and motor vehicle crashes. *Am J Respir Crit Care Med*, Vol 176. Pp 954-956, 2007.

Godley, S., Triggs, T., and Fildes, B., 2002. Driving simulator validation for speed research. *Accident analysis and prevention*. 34. 589-600.

Gonzales, M., Dickinson, M., Diguisseppi, C. and Lowenstein, S., 2005. Student drivers: A study of fatal motor vehicle crashes involving 16-year-old drivers. *Annals of emergency medicine*, 45, 140-6.

Greenberg, J., Artz, B., and Cathey, L., 2003. The effect of lateral motion cues during simulated driving. In DSC North America 2003 Proceedings.

Gurubhagavatula, I., Maislin, G., Nkwuo, J. and Pack, A., 2004. Occupational Screening for Obstructive Sleep Apnea in Commercial Drivers. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 170, 371-6.

Hahn, S., Käding, W., 1988. The Daimler-Benz driving simulator— presentation of selected experiments. SAE Paper 880058 (1988).

Hankey, J., Wierwille, W., Cannell, W., Kieliszewski, C., Medina, A. and Dingus, T., 1999. Identification and Evaluation of Driving Errors: Task C Report, Driving Error Taxonomy Development Virginia Tech, Center for Transp. Res, Blacksburg, VA.

Horne J-A. and Reyner L-A., 1995. Driver sleepiness. *J Sleep Res* 1995; 4 (suppl 2):23–9.

Horne, J. & Reyner, L., 1999. Vehicle accidents related to sleep: A review. *Occupational and environmental medicine*. 56. 289-94.

Hu, P-S., Young, J-R. and Lu, A., 1993. Highway Crash Rates and Age-Related Driver Limitations: Literature Review and Evaluation of Databases. National Highway Traffic Safety Administration, Report No. ORNL:TM-12456, Washington, D.C (1993).

Huesmann, A., Ehmanns, D. and Wisselmann, D., 2006. Development of ADAS by means of driving simulation Proceedings of the Driving Simulator Conference Europe 2006, Paris (October 2006).

Janke, M., 1991. Accidents, mileage and the exaggeration of risk. *Accident Analysis and Prevention*, 23(2-3), 183-188.

Johns, M. W., 1991. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540-545.

Johns, M. W., Tucker, A., Chapman, R., Crowley, K. and Michael, N., 2007. Monitoring eye and eyelid movements by infrared reflectance oculography to measure drowsiness in drivers. *Somnologie*, 2007, 11: 234-242.

Käding, W. and Hoffmeyer, F., 1995. The Advanced Daimler-Benz Driving Simulator. SAE Technical Paper 950175, 1995.

Kecklund, G., Anund, A., Wahlström, M.R., Philip, P. and Åkerstedt, T., 2012. Sleepiness and the risk of car crash: A case-control study. *J. Sleep Res.* 21.

Klee, H., Bauer, C., Radwan, E. and Al-Deek, H., 1999. Preliminary Validation of Driving Simulator Based on Forward Speed. In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board (pp. 33-39), No. 1689, TRB, National Research Council, Washington, D.C.

Krieger, J., 2007. Sleep apnoea and driving: How can this be dealt with? *European Respiratory Review*, 16.

Lal, S-K. and Craig, A., 2001. A critical review of psychophysiological of driver fatigue. *Biological Psychology*, 55, 173-194. *Biological Psychology*, 55, 173-194.

Lam, L., 2003. Factors associated with young drivers' car crash injury: Comparisons among learner, provisional, and full licensees. *Accident analysis and prevention*, 35, 913-20.



Li, J., Zhao, X., Xu, S., Ma, J. and Rong, J., 2013. The Study of Driving Simulator Validation for Physiological Signal Measures. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 96. 2572-2583.

Lincke, W., Richter, B. and Schmidt, R., 1973. Simulation and Measurement of Driver Vehicle Handling Performance, SAE Technical Paper 730489, 1973.

Lyznicki, J.M., Doege, T-C., Davis, R-M. and Williams, W-A., 1998. Sleepiness, driving, and motor vehicle crashes. *Journal of the American Medical Association*, 279(23):1908-1913.

Maclean, A. Davies, D. and Thiele, K., 2004. The hazards and prevention of driving while sleepy. *Sleep medicine reviews*, 7, 507-21.

Maia, Q., Grandner, M., Findley, J. and Gurubhagavatula, I., 2013. Short and Long Sleep Duration and Risk of Drowsy Driving and the Role of Subjective Sleep Insufficiency. *Accident analysis and prevention*, 59C, 618-622.

Maislin G, Pack AI, Kribbs NB, et al., 1995. A survey screen for prediction of apnea. *Sleep* 1995;18:158-66.

McCartt, A.T., Ribner, S.A., Pack, A.I., Hammer, M.C., 1996. The scope and nature of the drowsy driving problem in New York State. *Accident Analysis and Prevention*, 28: 511-517.

McCartt, A., Shabanova, V. and Leaf, W., 2003. Driving experience, crashes and traffic citations of teenage beginning drivers. *Accident analysis and prevention*. 35. 311-20.

McGwin, G., Sims, R., Pulley, L. and Roseman, J., 2000. Relations among chronic medical conditions, medications, and automobile crashes in the elderly: A population-based case-control study. *American journal of epidemiology*. 152. 424-31.

McGwin, G. and Brown, D-B., 1999. Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged, and older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 31(3), 181-198.

McNicholas, W. and Rodenstein, D., 2015. Sleep apnoea and driving risk: the need for regulation. *European Respiratory Review*. 24. 602-606.

Monk, T. H., Reynolds, C. F., Kupfer, D. J., Buysse, D. J. Coble, P. A., Hayes, A. J., Machen, M. A., Petrie, S. R. and Ritenout, A. M., 1994. The Pittsburgh Sleep Diary. *J. Sleep Res.*, 1994, 3: 111-120.

Montgomery, D.C., 1996. Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons.

Moradi, A., Hashemi-Nazari, S. and Rahmani, K., 2018. Sleepiness and the risk of road traffic accidents: A systematic review and meta-analysis of previous studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*.

Mulgrew, A., Caragata, G., Butt, A., Cheema, R., Fox, N., Fleetham, J., Ryan, C., Cooper, P. and Ayas, N., 2008. Risk and severity of motor vehicle crashes in patients with obstructive sleep apnea/hypopnea. *Thorax*. 63. 536-41.

National Highway Safety Administration, 2003. National survey of distracted and drowsy driving attitudes and behavior, 2002. Washington, D.C.: The Gallup Organization.

Noomwongs, N. and Somboon, P., 2019. Study on Drowsy Driving Behavior from Driver Steering Pattern and Lane Offset Using Driving Simulator. SAE Technical Paper 2019-01-1438, 2019.

Nordmark, S. et al., 1985. A moving base driving simulator with wide angle vision system. In: 64<sup>th</sup> Annual Meeting, Transportation Research Board, Washington D.C., 1985.

Papantoniou, P., Papadimitriou, E. and Yannis, G., 2015. Assessment of driving simulator studies on driver distraction. *Advances in Transportation Studies*, 35, 129-144.

Pavlou, D., Beratis, I., Papadimitriou, E., Antoniou, C., Yannis, G. and Papageorgiou, S., 2016. Which Are the Critical Measures to Assess the Driving Performance of Drivers with Brain Pathologies?. *Transportation Research Procedia*. 14. 4393-4402.

Philip P, Ghorayeb I, Stoohs R, et al., 1996. Determinants of sleepiness in automobile drivers. *J Psychosom Res* 1996;41:279-88.

Philip, P., Taillard, J., Guilleminault, C., Quera-Salva, M-A., Bioulac, B. and Ohayon, M., 1999. Long Distance Driving and Self-Induced Sleep Deprivation among Automobile Drivers. *Sleep*, 22, 475-80.

Philip, P., Vervialle, F., Breton, P., Taillard, J., Horne, J-A., 2001. Fatigue, alcohol, and serious road crashes in France: Factorial study of national data. *BMJ (Clinical research ed.)*. 322. 829-30.

Philip, P., Sagaspe, P., Lagarde, E., Leger, D., Ohayon, M., Bioulac, B., Boussuge, J. and Taillard, J., 2010. Sleep disorders and accidental risk in a large group of regular registered highway drivers. *Sleep medicine*, 11, 973-9.

Poudel, G.R., Innes, C.R.H., Jones, R.D., 2012. Cerebral perfusion differences between drowsy and non-drowsy individuals after acute sleep restriction. *Sleep* 35, 1085–1096.

Rolison, J., Hanoch, Y., Wood, S. and Liu, Pi-Ju., 2013. Risk-Taking Differences Across the Adult Life Span: A Question of Age and Domain. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 69.

Rossi, R., Gastaldi, M. and Gecchele, G., 2011. Analysis of driver task-related fatigue using driving simulator experiments. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 20. 666-675.

Rumar, K., 1990. The Basic Driver Error: Late Detection. *Ergonomics*, Vol. 33, 1990, pp.1281-1290.

Sabey B.E. and Taylor H., 1980. The Known Risks We Run: The Highway. In: Schwing R.C., Albers W.A. (eds) *Societal Risk Assessment*. General Motors Research Laboratories. Springer, Boston, MA.

Sagaspe, P., Taillard, J., Åkerstedt, T., Bayon, V., Espié, S., Chaumet, G., Bioulac, B. and Philip, P., 2008. Extended Driving Impairs Nocturnal Driving Performances. *PloS one*. 3. e3493.

Sagberg, F., 1999. Road accidents caused by drivers falling asleep, *Accident Analysis and Prevention* 31 (6), pp. 639–649.

Sagberg, F., Jackson, P., Kruger, H., Muzet, A. and Williams, A., 2004. Fatigue, sleepiness and reduced alertness as risk factors in driving. *TOI*.

Salmon, P., Young, K., Lenné, M., Williamson, A., Tomasevic, N., 2011. The Nature of Errors made by Drivers. Austroads Publication No. AP-R378/11. Austroads Ltd., Australia.

Schreier, D., Roth, C. and Mathis, J., 2015. Subjective perception of sleepiness in a driving simulator is different from that in the Maintenance of Wakefulness Test. *Sleep Medicine*, 16.

Scott, L., Hwang, W., Rogers, A., Nysse, T., Dean, G. and Dinges, D., 2008. The Relationship between Nurse Work Schedules, Sleep Duration, and Drowsy Driving. *Sleep*. 30. 1801-7.

Stall, D. and Bourne, S., 2000. The National Advanced Driving Simulator: Potential Applications to ITS and AHS Research.

Staplin, L., 1995. Simulator and field measures of driver age differences in left-turn gap judgments. *Transportation Research Record* 1485: 49-55.

Thiffault, P. and Bergeron, J., 2003. Monotony of road environment and driver fatigue: A simulator study. *Accident analysis and prevention*. 35. 381-91.

Ting, P-H., Hwang, J-R., Doong, J-L. and Jeng, M-C., 2008. Driver fatigue and highway driving: A simulator study. *Physiology & behavior*, 94. 448-53.

Treat, J. R., 1980. A study of precrash factors involved in traffic accidents. *HSRI Research Review*, 10(6), 35.

Tregear, S., Reston, J., Schoelles, K. and Phillips, B., 2010. Continuous Positive Airway Pressure Reduces Risk of Motor Vehicle Crash among Drivers with Obstructive Sleep Apnea: Systematic Review and Meta-analysis. *Sleep*. 33. 1373-80.

Vanlaar, W., Simpson, H., Mayhew, D. & Robertson, R., 2007. Fatigued and Drowsy Driving. Attitudes, Concern and Practices of Ontario Drivers. Traffic Injury Research Foundation, Ontario.

Vakulin, A., Baulk, S., Catcheside, P., Antic, N., van den Heuvel, C., Dorrian, J. and Mcevoy, D., 2011. Driving Simulator Performance Remains Impaired In Patients With Severe OSA after CPAP Treatment. *Journal of clinical sleep medicine: JCSM: official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 7, 246-53.

Watling, C., Armstrong, K. and Smith, S., 2013. Sleepiness: how a biological drive can influence other risky road user behaviours. In Proceedings of the 2013 Australasian

College of Road Safety (ACRS) National Conference, Australasian College of Road Safety (ACRS), National Wine Centre of Australia, Adelaide, SA, pp. 1-12.

Weir, D.H. and Bourne, S.M., 1995. An overview of the DRI driving simulator. SAE No 950173.

Williamson, A., Feyer, A.M., Mattick, R., Friswell, R. and Finlay-Brown, S., 2001. Developing measures of fatigue using an alcohol comparison to validate the effects of fatigue on performance. *Accident analysis and prevention*, 33, 313-26.

Williamson, A., Friswell, R., Olivier, J. and Grzebieta, R., 2014. Are drivers aware of sleepiness and increasing crash risk while driving?. *Accident analysis and prevention*, 70C, 225-234.

Wojcik C-K and Hulbert S-F., 1965. The driving simulator - a research tool. American Society of Mechanical Engineers 1965, Paper 65-WA/HUF-13.

World Health Organization, 2013. Global Status Report on Road Safety 2013.

World Health Organization, 2019. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά σε: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>.

Zwahlen, D., Jackowski, C. and Pfäffli, M., 2016. Sleepiness, driving, and motor vehicle accidents: A questionnaire-based survey. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 44.

Πετρίδης, Δ., 2000. Εφαρμοσμένη Στατιστική, Θεσσαλονίκη.

Ταγαράς, Γ., 2010. Διδακτικές σημειώσεις στο μάθημα «Στατιστική πολλών μεταβλητών», Θεσσαλονίκη.