ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΕΙΑΣ ΑΛΚΟΟΛ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Διπλωματική Εργασία

Θέμιδα Σ. Μπουροπούλου

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

Αθήνα, Οκτώβριος 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου προς τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή στη Σχολή των Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου αυτή τη Διπλωματική εργασία, καθώς και για την αδιάκοπη υποστήριξή του σε κάθε στάδιο της. Η καθοδήγηση και οι γνώσεις που μοιράστηκε μαζί μου υπήρξαν αναντικατάστατες για την ολοκλήρωση της Εργασίας μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Μάριο Σεκαδάκη, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π. για την ουσιαστική βοήθειά του, τις σημαντικές παρατηρήσεις του και την αμέριστη υποστήριξή του. Η υπομονή και επιμονή του υπήρξαν πολύτιμες σε στιγμές που προέκυψαν ερωτήματα και δυσκολίες κατά την εκπόνηση της έρευνας.

Τέλος, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω με όλη μου την καρδιά την οικογένειά μου για την αγάπη, την ηθική και υλική υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και τους φίλους μου, που μοιραστήκαμε μαζί τόσο ευχάριστες όσο και δύσκολες στιγμές, οι οποίες συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση αυτής της πορείας.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΗΡΕΙΑΣ ΑΛΚΟΟΛ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Θέμιδα Μπουροπούλου

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

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των συνεπειών της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ σε αστικό περιβάλλον. Για την επίτευξη του στόχου, πραγματοποιήθηκε η πειραματική διαδικασία στον προσομοιωτή οδήγησης, μέσω της οποίας συλλέχθηκαν τα οδηγικά στοιχεία 35 συμμετεχόντων. Για την ολοκλήρωση της συλλογής των απαραίτητων δεδομένων έγινε επίσης ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων μέσω έρευνας ερωτηματολογίου. Η οδήγηση από τους συμμετέχοντες πραγματοποιήθηκε σε τέσσερα (4) σενάρια, οδηγώντας την ίδια διαδρομή τέσσερις (4) φορές. Σε κάθε σενάριο υπήρχε διαφορετικό ποσοστό αλκοόλ στον οργανισμό, μετρημένο βάσει της μέτρησης Blood Alcohol Content (BAC), δηλαδή της συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό. Τα ποσοστά ήταν 0% BAC, 0.03% BAC, 0.06% BAC και 0.09% BAC. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε μέσω στατιστικής ανάλυσης, και συγκεκριμένα με την ανάπτυξη στατιστικών μοντέλων γραμμικής και διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Τα μαθηματικά μοντέλα που έγιναν αποδεκτά, μετά από πληθώρα δοκιμών ώστε να πληρούν τις προϋποθέσεις, αφορούν τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, τον μέσο χρόνο αντίδρασης, καθώς και ένα μοντέλο που αφορά στη πιθανότητα ατυχήματος. Τα βασικά συμπεράσματα είναι ότι όσο αυξάνεται το αλκοόλ στον οργανισμό, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος στο αστικό περιβάλλον. Η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται, όσο αυξάνεται η κατανάλωση του αλκοόλ. Τέλος, όσο αυξάνεται το αλκοόλ στον οργανισμό, τόσο αυξάνεται ο μέσος χρόνος αντίδρασης του οδηγού να αντιμετωπίσει ξαφνικά συμβάντα.

Λέξεις κλειδιά: Κατανάλωση αλκοόλ, προσομοιωτής οδήγησης, αστικό περιβάλλον, απόσταση από προπορευμένο, μέσος χρόνος αντίδρασης, πιθανότητα ατυχήματος.

ANALYSIS OF DRINK AND DRIVE ON DRIVEN BEHAVIOR AND SAFETY IN URBAN ENVIRONMENT

Themida Bouropoulou

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

ABSTRACT

The aim of this thesis is to investigate the impact of driving under the influence of alcohol in urban environments. To achieve this goal, an experimental procedure was conducted using a driving simulator, through which the driving data of 35 participants were collected. To complete the necessary data collection, participants' characteristics were also determined through a questionnaire survey. Each participant drove four (4) times for each scenario. In each scenario, there was a different percentage of alcohol in the body, measured based on the Blood Alcohol Content (BAC) measurement, which is the concentration of alcohol in the body. The examined percentages were 0% BAC, 0.03% BAC, 0.06% BAC, and 0.09% BAC. The analysis of the results was done through statistical analysis, specifically by developing statistical models using linear and binomial logistic regression. The mathematical models that were accepted after numerous tests, ensuring they met the requirements, concerned the average distance from the vehicle in front, the average reaction time, and two models related to the probability of an accident The main conclusions are that as the amount of alcohol in the body increases, the likelihood of an accident in an urban environment also increases. The distance from the vehicle ahead decreases as alcohol consumption increases. Finally, as the alcohol level in the body rises, the driver's average reaction time to potential obstacles also increases.

Key words: Alcohol consumption, driving simulator, urban environment, headway distance, average reaction time, accident probability.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση των συνεπειών οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ στο αστικό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η επίδραση του αλκοόλ στην οδήγηση, στην απόσταση από το προπορευμένο όχημα, τον μέσο χρόνο αντίδρασης καθώς και στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο.

Συγκεκριμένα, η πειραματική διαδικασία έγινε με τη βοήθεια προσομοιωτή οδήγησης και συμμετείχαν 35 οδηγοί, νεαρής ηλικίας (20-35 ετών), οι οποίοι βοήθησαν στη συλλογή των απαραιτήτων δεδομένων μέσω της συμπεριφοράς οδήγησής τους και μέσω ενός ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος, συμμετέχοντας συνολικά τέσσερις (4) φορές αλλάζοντας τη ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό. Τα δεδομένα που πα από τον προσομοιωτή οδήγησης, επεξεργάστηκαν κατάλληλα μέσω της στατιστικής ανάλυσης με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού R και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, για κάθε συμμετέχοντα, και οδήγησαν στη ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συνολικού πίνακα δεδομένων. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε γραμμική και διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, ώστε να προβλεφθεί η επίδραση του αλκοόλ στην οδήγηση και η πιθανότητα ατυχήματος, λόγω του αλκοόλ. Πραγματοποιήθηκε πληθώρα δοκιμών πάνω στα μοντέλα πρόβλεψης ώστε να πληρούν τα κριτήρια ποιότητας και τελικώς να είναι αποδεκτά. Τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν είναι για την μέση απόσταση από το προπορευμένο όχημα, τον μέσο χρόνο αντίδρασης, καθώς και για την πιθανότητα ατυχήματος.

Στους Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 1 και 2), παρουσιάζονται συνοπτικά τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία περιλαμβάνουν επίσης τις τιμές ελαστικότητας, ώστε να μπορεί να γίνει κατανοητή η σχετική επιρροή μεταξύ των μεταβλητών. Μέσω των πινάκων, θα γίνουν κατανοητά τα συμπεράσματα που θα ακολουθήσουν.

Πίνακας 1 : Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος

Πιθανότητα Ατυχήματος					
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		**B**	**t value**	**e**	**e***
Διακριτές Μεταβλητές	Σενάριο Οδήγησης	1.724	0.285	0.972	-5475.88
	Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-0.0022	0.001	-0.002	1.00
Συνεχείς Μεταβλητές	Φορές οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ	-0.149	0.061	-0.059	1.00
	Φορές που έχουν περάσει το επιτρεπτό όριο αλκοόλ	-0.582	0.344	-0.232	3.93
Ποσοστό Πρόβλεψης			78.57%		

Πίνακας 2: Γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης

Ανεξάρτητες Μεταβλητές		**Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα**				**Μέσος χρόνος αντίδρασης**			
		B	**t value**	**e**	**e***	**B**	**t value**	**e**	**e***
	Μέρες χρήσης αμαξιού	-2.813	-3.763	-0.03	1.00				
	Επιτρεπτό όριο ποτηριών μπύρας	-5.951	-2.638	-0.06	2.12				
	Φύλο	10.115	2.857	0.10	-3.60				
	Σενάριο Οδήγησης	-7.102	-4.722	-0.07	2.52				
	Μέση ποσότητα κατανάλωσης αλκοόλ					0.204	3.883	0.13	1.89
	Επιτρεπτό όριο ποτηριών μπύρας					0.128	2.819	0.08	1.19
	Επιλογές επιστροφής στο σπίτι					0.140	-2.270	0.09	1.30
	Σενάριο οδήγησης					0.108	3.429	0.07	1.00
R^2		0.28				0.20			

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα με τις υπάρχουσες έρευνες σχετικά με την κατανάλωση αλκοόλ διατυπώνονται τα εξής συμπεράσματα.

- Όσο **αυξάνεται η κατανάλωση αλκοόλ,** τόσο αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος.
- Η **απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** μειώνεται καθώς αυξάνεται η ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό, πιθανώς επειδή η κατανάλωση αλκοόλ μειώνει την αίσθηση του χώρου για τον οδηγό.
- Ο **μέσος χρόνος αντίδρασης** αυξάνεται υπό την επήρεια αλκοόλ, επιβεβαιώνοντας ότι τα αντανακλαστικά του οδηγού επηρεάζονται σημαντικά.

- Για όσους έχουν **υποστεί έλεγχο του αλκοτέστ** και έχουν **υπερβεί το όριο**, η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος μειώνεται, πιθανώς επειδή συνειδητοποιούν ότι πρέπει να είναι προσεκτικοί όταν πίνουν και αντισταθμίζουν τον κίνδυνο με προσεκτικότερη οδήγηση. Παρόλο που η κατανάλωση αλκοόλ σχετίζεται με την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, ο έλεγχος τους παρακινεί να οδηγούν με μεγαλύτερη προσοχή, ή να αποφεύγουν να οδηγούν υπό την επήρεια αλκοόλ.
- Όσο **περισσότερο έχουν οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ** τον τελευταίο χρόνο, τόσο λιγότερο πιθανό είναι να προκαλέσουν ατύχημα, ίσως επειδή συνειδητοποιούν την ανάγκη για μεγαλύτερη προσοχή.
- Η κατανάλωση **μεγάλων ποσοτήτων αλκοόλ** συσχετίζεται με αυξημένο χρόνο αντίδρασης, γεγονός που ενδέχεται να οφείλεται στην αδυναμία των ατόμων να αντιληφθούν πλήρως τις επιπτώσεις του αλκοόλ στη σωματική τους λειτουργία.
- Όσο **λιγότερη είναι η γνώση** των συμμετεχόντων σχετικά με την επίδραση του αλκοόλ στον οργανισμό, τόσο αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασής τους, καθώς δεν αντιλαμβάνονται άμεσα ότι έχουν επηρεαστεί από την κατανάλωσή του.
- Διαπιστώθηκε ότι οι οδηγοί που επιλέγουν **εναλλακτικό μέσο μεταφοράς** για την επιστροφή τους μετά την κατανάλωση αλκοόλ, παρουσίασαν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, πιθανώς λόγω της μειωμένης εξοικείωσης με την αντίδραση σε καταστάσεις υπό την επίδραση του αλκοόλ.
- Όσο περισσότερη **εμπειρία** έχουν οι οδηγοί, τόσο μικρότερη απόσταση διατηρούν από το προπορευόμενο όχημα, πιθανώς λόγω της αυξημένης αυτοπεποίθησής τους.
- Η **έλλειψη γνώσης για την επίδραση του αλκοόλ στον οργανισμό** φαίνεται να οδηγεί σε μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, πιθανώς λόγω αφέλειας σχετικά με τις συνέπειες.
- Παρατηρείται ότι οι άντρες διατηρούν **μεγαλύτερη απόσταση** σε σχέση με τις γυναίκες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 11
1.1 Γενική ανασκόπηση 11
1.2 Στόχος 12
1.3 Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας 12
1.4 Δομή 13

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 15
2.1 Γενικά. 15
2.2 Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες. 15
2.3 Σύνοψη 17

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ. 20
3.1 Εισαγωγή 20
3.2 Μαθηματικά πρότυπα 20
3.3 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου 21
3.4 Εξήγηση αποτελεσμάτων. 23
3.5 Λειτουργία λογισμικού στατιστικής ανάλυσης. 24

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ. 26
4.1 Εισαγωγή 26
4.2 Πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης. 26
4.3 Επεξεργασία στοιχείων 32
4.4 Βάση δεδομένων. 37
4.5 Περιγραφικά χαρακτηριστικά δείγματος. 38

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ 44
5.1 Γενικά. 44
5.2 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την μέση απόσταση από προπορευμένο όχημα 44
5.3 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τον μέσο χρόνο αντίδρασης 49
5.4 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος 53

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. 58
6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων. 58
6.2 Συνολικά συμπεράσματα. 59
6.3 Προτάσεις βελτίωσης της οδικής ασφάλειας. 61
6.4 Περαιτέρω έρευνα. 62

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ. **63**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ. **66**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική ανασκόπηση

Το αλκοόλ είναι μια ψυχοδραστική ουσία που επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα, προκαλώντας αλλαγές στη συμπεριφορά, στη σκέψη και στις αντιδράσεις. Η κατανάλωση αλκοόλ μπορεί να επιδράσει ποικιλοτρόπως, ανάλογα με την ποσότητα που καταναλώνεται, τη σωματική κατάσταση του ατόμου και άλλους παράγοντες. Οι χαμηλές δόσεις μπορεί να προκαλέσουν χαλάρωση και ευφορία, ενώ οι υψηλές δόσεις μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια ελέγχου, αστάθεια και επικίνδυνη συμπεριφορά.

Η κατανάλωση αλκοόλ στη χώρα μας ξεκινά συνήθως από την εφηβική ηλικία. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής το 3.8% του πληθυσμού καταναλώνει καθημερινά αλκοόλ από την ηλικία των 16 ετών και άνω, ενώ περίπου 2 στους 10 καταναλώνουν μερικές φορές τον μήνα. (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2023).

Η οδική ασφάλεια είναι ένα ζήτημα που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και απαιτεί συνεχή έρευνα με στόχο τη μείωση, αν όχι την εξάλειψη, των τροχαίων ατυχημάτων. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, κάθε 23 δευτερόλεπτα ένας άνθρωπος χάνει τη ζωή του σε τροχαίο ατύχημα. Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν τη βασική αιτία θανάτου για νέους ηλικίας 5 έως 29 ετών, είτε ως οδηγοί, συνεπιβάτες, πεζοί ή επιβάτες/οδηγοί άλλων οχημάτων. Κάθε χρόνο, 1.35 εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους λόγω τροχαίων ατυχημάτων, ενώ 20 έως 50 εκατομμύρια τραυματίζονται (WHO, 2023).

Στον τομέα της οδήγησης, η κατανάλωση αλκοόλ έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ασφάλεια. Το αλκοόλ μειώνει την ικανότητα αντίδρασης, την κρίση, τον προσανατολισμό και τον συντονισμό των κινήσεων, καθιστώντας τον οδηγό πιο επικίνδυνο στο δρόμο. Ακόμα και μικρές ποσότητες αλκοόλ μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο ατυχημάτων. Σε πολλές χώρες, η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ είναι παράνομη, και οι κυρώσεις είναι αυστηρές, καθώς οι στατιστικές δείχνουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων με τραυματισμούς ή θανάτους.

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή, σημειώθηκαν 551 ατυχήματα λόγω κατανάλωσης αλκοόλ, εκ των οποίων το 11% κατέληξε σε θανάτους, και άλλο 11% είχαν βαριά τραυματίες. (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2022). Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Οδικής Ασφάλειας (ERSO), περίπου το 25% των θανάτων σε τροχαία στην ΕΕ αποδίδονται στην κατανάλωση αλκοόλ. Επιπλέον, οι οδηγοί υπό την επήρεια αλκοόλ έχουν περίπου 15 φορές υψηλότερη πιθανότητα να εμπλακούν σε θανατηφόρα ατυχήματα σε σύγκριση με

τους νηφάλιους οδηγούς, κάνοντας τον έλεγχο της κατανάλωσης αλκοόλ κρίσιμο για την οδική ασφάλεια (European Commission,2024). Αντίστοιχα, στην Ελλάδα το 23-25% των θανατηφόρων ατυχημάτων οφείλονται στο αλκοόλ (ETSC, 2021)

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, μόνο 45 χώρες παγκοσμίως έχουν αυστηρά μέτρα για την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ. Τα επιτρεπτά όρια αλκοόλ κατά την οδήγηση είναι κάτω από 0,05% g/dl και έως 0,02% g/dl για νέους ή άπειρους οδηγούς.

Είναι λοιπόν εμφανές πως η ανάγκη για την διασφάλιση της ζωής και της υγείας των συμπολιτών μας είναι κρίσιμη. Δικαίως η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει στόχο για την επίτευξη του οράματος «για μηδενικές απώλειες».

1.2 Στόχος

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, ο τομέας των μεταφορών καλείται να αντιμετωπίσει σε καθημερινή βάση ένα μεγάλο πλήθος θανάτων ή/και τραυματισμών ατόμων στα οδικά ατυχήματα που οφείλονται στο αλκοόλ. Το γεγονός αυτό καθιστά ιδιαιτέρως σημαντική την υιοθέτηση ενός πιο ώριμου τρόπου οδήγησης από τους πολίτες, οι όποιοι συνειδητοποιούν τη σοβαρότητα της κατάστασης. Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση των συνεπειών οδήγησης μετά τη κατανάλωση αλκοόλ στο αστικό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η επιρροή του τρόπου οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ καθώς και στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε συλλογή στοιχείων συμπεριφοράς οδηγού στον προσομοιωτή οδήγησης, από ένα δείγμα συμμετεχόντων και σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά των οδηγών που συλλέχτηκαν μέσω ερωτηματολογίου, έγινε επιλογή και εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης, ώστε να προκύψουν ορθά συμπεράσματα.

Επιπλέον, δημιουργήθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της ανάπτυξης ορθών μαθηματικών μοντέλων που ποσοτικοποιούν την επιρροή της οδήγησης με αλκοόλ σε διάφορους παράγοντες (π.χ. αποφυγή ατυχημάτων).

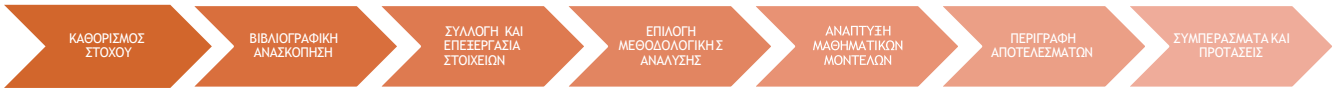
1.3 Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας

Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, κρίνεται απαραίτητη η ανάλυση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε. Αρχικά, καθορίστηκε το θέμα της μελέτης σε συνδυασμό με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, δηλαδή την αναζήτηση συναφών ερευνών και μεθοδολογιών ανάλυσης από πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία, με

σκοπό την εύρεση των ζητημάτων που απαιτούν έρευνα. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η επιλογή του κατάλληλου περιβάλλοντος οδήγησης στον προσομοιωτή έτσι ώστε να γίνει η συλλογή των στοιχείων για την έρευνα. Για τη συλλογή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν αφενός η διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας με τη χρήση του προσομοιωτή οδήγησης και αφετέρου ερωτηματολόγια.

Έπειτα από τη συλλογή των δεδομένων, θα έπρεπε να γίνει η κατάλληλη επεξεργασία τους ώστε να γίνει η επιλογή του τρόπου ανάλυσής τους. Με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R θα αναπτυχθούν τα κατάλληλα γραμμικά και διωνυμικά μαθηματικά μοντέλα ώστε να προκύψουν ορθά συμπεράσματα. Τα μοντέλα θα προβλέπουν την επίδραση στη οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ στην ταχύτητα, την απόσταση από προπορευμένο όχημα, τον χρόνο αντίδρασης, καθώς και τη μεταβολή της πιθανότητας ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο. Ως τελευταίο βήμα ορίζεται η σωστή ερμηνεία των μοντέλων αυτών που θα βοηθήσει στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων και στα συμπεράσματα της έρευνας τα οποία συνοψίζονται για να γίνουν πιο κατανοητά καθώς και στην αποτύπωση των προτάσεων για περαιτέρω έρευνα, οι οποίες θα συμβάλουν στη μελλοντική διερεύνηση του αντικειμένου της μελέτης αυτής.

Τα βήματα της μεθοδολογίας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας παρουσιάζονται συνοπτικά στο παρακάτω διάγραμμα ροής (Γράφημα 1.1).



Γράφημα 1.1: Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η δομή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας μέσω της σύνοψης των κεφαλαίων που την απαρτίζουν, έτσι ώστε να υπάρχει μια ροή μεταξύ των κεφαλαίων της.

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί το **Κεφάλαιο 1**, στο οποίο γίνεται μια εισαγωγική παρουσίαση των προβλημάτων που θα εξεταστούν με την παρούσα Διπλωματική Εργασία, δηλαδή τα θέματα της οδικής ασφάλειας. Επίσης, καθορίζεται ο στόχος της και η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τέλος, παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής Εργασίας ώστε να έχει συνοχή και να γίνει πιο κατανοητή.

Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση, δηλαδή γίνεται μια αναζήτηση σε σχετικές έρευνες και μεθοδολογίες με σκοπό να βρεθούν αφενός χρήσιμα ευρήματα για τη Διπλωματική Εργασία και αφετέρου πιθανές ελλείψεις που υπάρχουν στις συναφείς έρευνες. Οι ελλείψεις θα καθορίσουν τον σκοπό και το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας και θα αποφασιστούν με τη βοήθεια ενός συνοπτικού πίνακα με τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Στο **Κεφάλαιο 3** πραγματοποιείται η επεξήγηση του θεωρητικού υπόβαθρου που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση των δεδομένων. Αρχικά, παρουσιάζονται οι μέθοδοι ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθούν, περιγράφονται οι τύποι των μαθηματικών μοντέλων και οι απαραίτητοι έλεγχοι που θα πραγματοποιηθούν ώστε να είναι αποδεκτά. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι εντολές της γλώσσας προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθεί ώστε να ολοκληρωθεί ορθά η στατιστική ανάλυση.

Έπειτα, στο **Κεφάλαιο 4** ακολουθεί η επεξήγηση της συλλογής και της επεξεργασίας των απαραίτητων δεδομένων που συλλέχτηκαν. Αναλύεται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων μέσω του πειράματος που διεξήχθη στον προσομοιωτή οδήγησης, τα χαρακτηριστικά του πειράματος, τα σενάρια οδήγησης και τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο έγινε η εξαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων μέσω της κατάλληλης γλώσσας προγραμματισμού. Τέλος, πραγματοποιείται μια συνοπτική παράθεση κάποιων ενδεικτικών χαρακτηριστικών του δείγματος των συμμετεχόντων.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται εκτενώς τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από την ανάλυση, σε συνδυασμό με τα βήματα που ακολουθήθηκαν και την επεξήγηση των συντελεστών που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπλέον, παρουσιάζονται τα απαραίτητα κριτήρια αποδοχής των μοντέλων και κάποιες γενικές στατιστικές πληροφορίες.

Στο **Κεφάλαιο 6** περιγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα μαθηματικά μοντέλα και η ερμηνεία τους. Ακόμα, παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα σχετική με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, παρουσιάζεται μια λίστα με τη βιβλιογραφία της Διπλωματικής Εργασίας, η οποία περιλαμβάνει όλες τις πηγές και τις έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίησή της, όπως και το παράρτημα του ερωτηματολογίου.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση επιτελεί δύο κύριους στόχους. Πρώτον, τον καθορισμό του πεδίου μελέτης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και, δεύτερον, την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας για την ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την πειραματική διαδικασία. Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται έρευνες που ασχολούνται με συναφή θέματα με αυτά της Διπλωματικής αυτής Εργασίας. Οι αναφερόμενες μελέτες διερευνούν τη συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης αλκοόλ και την οδηγική συμπεριφορά, καθώς και η ελαχιστοποίηση των οδικών ατυχημάτων. Η εις βάθος ανάλυση των ερευνητικών αυτών μελετών στοχεύει στον εντοπισμό παραγόντων που δεν έχουν διερευνηθεί επαρκώς και θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο έρευνας.

Είναι γνωστό ότι το αλκοόλ επηρεάζει τις δεξιότητες του οδηγού που σχετίζονται με την οδήγηση, όπως ο έλεγχος της στάσης του σώματος (Fiorentino, 2018), η λήψη αποφάσεων (Davis-Stober et al., 2019), η προσοχή (Miller et al., 2020), ο έλεγχος (van Dijken et al., 2020), η εγρήγορση (Berthelon και Galy, 2020), η περιφερειακή όραση (Shiferaw et al., 2019), η αντίθεση ευαισθησίας (Casares-Lopez et al., 2020), η ανταπόκριση σε εξωτερικά ή περιβαλλοντικά ερεθίσματα (Christoforou et al., 2013; Plawecki et al., 2018), η απελευθέρωση της συμπεριφοράς (Allen et al., 2020), ο ψυχοκινητικός συντονισμός και η γνωστική λειτουργία (Drummond-Lage et al., 2018; Weafer και Fillmore, 2012). Η αντιληπτή ατρωσία παρατηρείται ως σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, όπου οι οδηγοί που θεωρούν τους εαυτούς τους άτρωτους έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να εμπλακούν σε περιστατικά οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ (Potard et al., 2018)

2.2 Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες

2.2.1 Επίδραση της απόστασης από το προπορευμένο όχημα υπό την επήρεια αλκοόλ

Περισσότεροι από 1.35 εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους κάθε χρόνο λόγω τροχαίων ατυχημάτων παγκοσμίως (WHO, 2018). Συνεπώς, είναι γνωστό πως αναμένεται να έχει γίνει πληθώρα ερευνών. Σύμφωνα με Yadav et al.(2021) η απόσταση ασφαλείας (headway) είναι ένας σημαντικός δείκτης της συμπεριφοράς των οδηγών ως προς την τήρηση ασφαλούς απόστασης μεταξύ οχημάτων. Έρευνες έχουν δείξει διάφορες επιδράσεις της κατανάλωσης αλκοόλ και άλλων ουσιών σε αυτήν την απόσταση. Οι Freydier et al. (2014) διαπίστωσαν ότι η οδήγηση υπό την επήρεια 0.05%% BAC μειώνει σημαντικά την ελάχιστη απόσταση από το προπορευμένο όχημα, αλλά δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές με 0.02% BAC. Αντίθετα, άλλες μελέτες (Brickley et

al., 2018; Hartman et al., 2016) δεν βρήκαν σημαντικές επιδράσεις των 0.05%, 0.065%, και 0.08% BAC στην απόσταση ασφαλείας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη των Wiedemann et al. (2018), η οποία ανέδειξε αλληλεπιδράσεις μεταξύ της συγκέντρωσης αλκοόλ και διαφορετικών καταστάσεων ανάκτησης ελέγχου κατά την αυτοματοποιημένη οδήγηση, αν και δεν παρατηρήθηκε κύρια επίδραση του BAC στην ελάχιστη απόσταση. Επίσης, οι Lenne et al. (2010) έδειξαν οι δόσεις αλκοόλ (0.4 g/kg και 0.6 g/kg) δεν είχαν σημαντική επίδραση στην απόσταση ασφαλείας ενώ άλλες ουσίες επηρέαζαν σημαντικότερα την παραπάνω. Συνολικά, η επίδραση του αλκοόλ και άλλων ουσιών στην απόσταση ασφαλείας ποικίλλει ανάλογα με τη συγκέντρωση και τις συνθήκες οδήγησης.

2.2.2 Επίδραση του χρόνου αντίδρασης στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ

Ο χρόνος αντίδρασης αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται από τους οδηγούς για να εκτελέσουν μια ξαφνική ενέργεια κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Οι Ankit Kumar Yadav, Nagendra R. Velaga (2021), εξέτασαν τον χρόνο αντίδρασης οδηγών σε κατάσταση νηφαλιότητας και υπό την επήρεια αλκοόλ, κατά την εμφάνιση ξαφνικών γεγονότων, όπως η είσοδος ζώων στον δρόμο, η διέλευση πεζών, η ξαφνική εμφάνιση φορτηγών, καθώς και σε καταστάσεις όπως οι αλλαγές λωρίδας και οι οδικές έκτακτες ανάγκες.

Μια μελέτη από τους Wan et al. (2017) αποκάλυψε ότι οι Αμερικανοί οδηγοί παρουσίασαν αυξημένο χρόνο αντίδρασης σε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις με επίπεδο αλκοόλ 0.08% BAC. Αντίθετα, άλλες μελέτες δεν βρήκαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ αλκοόλ και χρόνου αντίδρασης στην ίδια συγκέντρωση.

Στην Ταιβάν, οι χρόνοι αντίδρασης των οδηγών ήταν σημαντικά αυξημένοι σε συνεδρίες οδήγησης με επήρεια αλκοόλ (0.10% BAC) σε σύγκριση με νηφάλιες συνεδρίες. Στη Ινδία, πειράματα σε προσομοιωτές οδήγησης έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις 0.03%, 0.05% και 0.08% BAC προκάλεσαν αύξηση στους χρόνους αντίδρασης κατά 36%, 53% και 94% αντίστοιχα κατά την ξαφνική διέλευση πεζών. Αντίθετα, οι Huemer και Vollrath (2010) δεν βρήκαν σημαντική επίδραση του 0.08% BAC στους Γερμανούς οδηγούς.

Δύο προηγούμενες μελέτες χρησιμοποίησαν σταθερές δόσεις αλκοόλ στην πειραματική τους διαδικασία. Η μελέτη των Christoforou et al. (2013) ανέφερε ότι αύξηση 10% στη συγκέντρωση αλκοόλ στον οργανισμό προκάλεσε αύξηση 2% στον χρόνο αντίδρασης των Ελλήνων οδηγών, ενώ η μελέτη των Li et al. (2016) με 500 ml αλκοολούχου ποτού στους Κινέζους οδηγούς έδειξε ότι μία μονάδα αύξησης στη συγκέντρωση αλκοόλ αύξανε τον χρόνο αντίδρασης κατά 0.3%.

2.2.3. Επίδραση της ταχύτητας στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ

Η συμπεριφορά των οδηγών υπό την επήρεια αλκοόλ ως προς την ταχύτητα έχει μελετηθεί κυρίως μέσω του μέσου όρου ταχύτητας και της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας. Οι έρευνες έδειξαν ότι η αυξημένη περιεκτικότητα σε αλκοόλ στο αίμα (BAC) επηρεάζει την ταχύτητα των οδηγών, με τις πιο έντονες αλλαγές να παρατηρούνται στις υψηλότερες τιμές BAC. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ορισμένες μελέτες δεν βρήκαν καμία σημαντική επίδραση του 0.08% BAC στον μέσο όρο ταχύτητας. Ωστόσο, οι Zhao et al. (2014) ανέφεραν σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο και τυπική απόκλιση ταχύτητας με τιμές 0.03%, 0.06% και 0.09% BAC. Σύμφωνα με τους Zhang X. et al (2014), η ταχύτητα των οχημάτων ήταν σημαντικά αυξημένη υπό την επήρεια αλκοόλ. Υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ του αλκοόλ και της ακτίνας της στροφής, με την ταχύτητα να είναι χαμηλότερη σε μικρότερη ακτίνα και υψηλότερο επίπεδο αλκοόλ.

2.3 Σύνοψη

Με βάση τα δεδομένα που προέκυψαν από τις αναφερόμενες έρευνες, δημιουργήθηκε ο ακόλουθος πίνακας, ο οποίος συνοψίζει τα κύρια στοιχεία και τα συμπεράσματα που έχουν διατυπωθεί μέχρι σήμερα.

Πίνακας 2.1: Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Τίτλος έρευνας	Έρευνα	Αντικείμενο Μελέτης	Τύπος Οδού	Συμμετέχοντες	Συμπεράσματα
Acute rewarding and disinhibiting effects of alcohol as indicators of drinking habits	Allen et al. (2020)	Οι οξείες ανταποδοτικές και αποδιοργανωτικές επιδράσεις του αλκοόλ ως δείκτες συνηθειών κατανάλωσης.	Δεν αναφέρεται	40 συμμετέχοντες	Ο οδηγός που έχει καταναλώσει αλκοόλ έχει μία έντονη συμπεριφορά ελευθερίας.
Variation of performance, of self-reported alertness and effort as a function of low doses of alcohol and of driving experience. European Transport Research Review	Berthelon και Galy (2020)	Η μεταβολή της απόδοσης ύστερα από κατανάλωση αλκοόλ.	Υπεραστική Οδός	30 συμμετέχοντες	Επηρεάζεται ο χρόνος αντίδρασης-εγρήγορση του οδηγού.
Effects of Consuming a Low Dose of	Brickley et al. (2018)	Επιδράσεις στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ με	Αστική Οδός	32 συμμετέχοντες	Δεν υπάρχει σημαντική αλλαγή στην απόσταση ασφαλείας.

Alcohol with Mixers Containing Carbohydrate or Artificial Sweetener on Simulated Driving Performance		χρήση συμπληρωματικών χυμών κ.α.			
Contrast sensitivity and retinal straylight after alcohol consumption: effects on driving performance	Casares-Lopez et al. (2020)	Επιπτώσεις στην οδήγηση όσον αφορά στην ευαισθησία στο φως.	Δεν αναφέρεται	40 συμμετέχοντες	Παρατηρείται πως υπάρχει ευαισθησία στο φως όταν καταναλώνεται αλκοόλ.
Reaction times of young alcohol-impaired drivers. Accident Analysis and Prevention	Christoforou et al (2013)	Χρόνος αντίδρασης σε νέους οδηγούς υπό την επήρεια αλκοόλ.	Αστική Οδός	49 συμμετέχοντες	10% στη συγκέντρωση αλκοόλ στον οργανισμό προκάλεσε αύξηση 2% στον χρόνο αντίδρασης των Ελλήνων οδηγών.
Correlation between blood alcohol concentration (BAC), breath alcohol concentration (BrAC) and psychomotor evaluation in a clinical monitored study of alcohol intake in Brazil	Drummond-Lage et al. (2018)	Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα (BAC), της συγκέντρωσης αλκοόλ στην αναπνοή (BrAC) και της ψυχοκινητικής αξιολόγησης σε μια κλινικά ελεγχόμενη μελέτη κατανάλωσης αλκοόλ στη Βραζιλία.	Δεν αναφέρεται	15 συμμετέχοντες	Επηρεάζεται η γνωστική εμπειρία του οδηγού στον δρόμο όταν καταναλώνεται αλκοόλ.
The effects of breath alcohol concentration on postural control. Traffic injury prevention	Fiorentino, 2018	Επιδράσεις του αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά.	Δεν επισημαίνεται	14 συμμετέχοντες	Το αλκοόλ επηρεάζει τη σωστή στάση του σώματος στην οδήγηση.
Divided attention in young drivers under the influence of alcohol	Freydier, C et al. (2014)	Επίδραση στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ σε νέους οδηγούς.	Αστική Οδός	32 συμμετέχοντες	Μειώνεται η απόσταση από το προπορευμένο όχημα.

Cannabis effects on driving lateral control with and without alcohol.	Hartman R. L. et al (2015)	Επίδραση των ναρκωτικών ουσιών και του αλκοόλ.	Αστική, Υπεραστική Οδός	19 συμμετέχοντες	Δεν παρουσιάστηκε σημαντική αλλαγή στην απόσταση ασφαλείας.
Alcohol-related impairment in the Lane Change Task.	Huemer A. K. et al (2016)	Επίδραση του αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά στην αλλαγή λωρίδας.	Δεν επισημαίνεται	23 συμμετέχοντες	Δεν βρήκαν σημαντική αλλαγή στη ποσότητα 0.08% BAC.
Impact of cannabis and low alcohol concentration on divided attention tasks during driving.	Miller et al., (2020)	Διαφορές στην απόδοση οδήγησης λόγω κατανάλωσης αλκοόλ στα δύο φύλα.	Δεν αναφέρεται	40 συμμετέχοντες	Το αλκοόλ επηρεάζει στην προσοχή του οδηγού.
The effects of cannabis and alcohol on simulated arterial driving: Influences of driving experience and task demand.	Lenne et al. (2010)	Επίδραση στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ σε συνδυασμό με χρήση κάνναβης	Αστική Οδός	55 συμμετέχοντες	Το αλκοόλ δεν είχε επίδραση στην απόσταση ασφαλείας συγκριτικά με την χρήση κάνναβης.
A simulation study of the effects of alcohol on driving performance in a Chinese population.	Li et al (2016)	Επίδραση υπό την επήρεια αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά των κινέζων οδηγών	Αστική οδός	52 συμμετέχοντες	Αύξηση χρόνου αντίδρασης κατά 0.3% με 500ml ποτό
Alcohol intoxication progressively impairs drivers' capacity to detect important environmental stimuli	Plawecki et al. (2018)	Το αλκοόλ επιδεινώνει προοδευτικά την ικανότητα των οδηγών να ανιχνεύουν σημαντικά περιβαλλοντικά ερεθίσματα	Υπεραστική Οδός	10 συμμετέχοντες	Το αλκοόλ επηρεάζει την αντίδραση των οδηγών σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα
Driving under the influence of alcohol and perceived invulnerability among young adults: An extension of the theory of planned behavior	Potard et al. (2018)	Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ και οι διαφορές μεταξύ νέων και παλαιών οδηγών	Αστική και Υπεραστική Οδός	368 συμμετέχοντες	Όσοι έχουν αυτοπεποίθηση στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, είναι πιο πιθανό να εμπλακούν σε ατύχημα

Gaze entropy measures detect alcohol-induced driver impairment	Shiferaw et al. (2019)	Η ανίχνευση του βλέμματος ανιχνεύουν την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.	Αυτοκινητόδρομος	22 συμμετέχοντες	Το αλκοόλ επηρεάζει την περιφερειακή όραση του οδηγού
The influence of alcohol (0.5‰) on the control and manoeuvring level of driving behavior, finding measures to assess driving impairment: A simulator study.	Van Dijken et al. (2020)	Η επίδραση του αλκοόλ (0,5‰) στο επίπεδο ελέγχου και χειρισμών της οδηγικής συμπεριφοράς	Υπεραστική Οδός	39 συμμετέχοντες	Το αλκοόλ οδηγεί στην απουσία ελέγχου κατά την οδήγηση
Drinking and driving behavior at stop signs and red lights.	Wan J. et al	Οδηγική συμπεριφορά υπό την επήρεια αλκοόλ σε σήμανση STOP και κόκκινο σηματοδότη	Αστική οδός	28 συμμετέχοντες	Αμερικανοί οδηγοί - αυξημένο χρόνο αντίδρασης σε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις με επίπεδο αλκοόλ 0.08% BAC
Acute tolerance to alcohol impairment of behavioral and cognitive mechanisms related to driving: Drinking and driving on the descending limb.	Weafer και Fillmore, (2012)	Η εξασθένησης από αλκοόλ στη συμπεριφορά και προσοχή	Αστική Οδός	20 συμμετέχοντες	Επηρεάζεται η γνωστική λειτουργία όταν το άτομο οδηγεί υπό την επήρεια αλκοόλ
Effect of different breath alcohol concentrations on driving performance in horizontal curves.	Zhang X. et al. (2014)	Επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων αλκοόλ στην αναπνοή στην οδηγική απόδοση	Αστική Οδός	25 συμμετέχοντες	Η ταχύτητα των οχημάτων ήταν σημαντικά αυξημένη υπό την επήρεια αλκοόλ.
Study of the effects of alcohol on drivers and driving performance on straight road.	Zhao X. et al (2014)	Επίδραση στην οδηγική συμπεριφορά σε ευθύγραμμη οδό	Αστική οδός	25 συμμετέχοντες	Σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο και τυπική απόκλιση ταχύτητας με τιμές 0.03%, 0.06% και 0.09% BAC

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΡΑΘΡΟ

3.1. Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο που θα υποστηρίξει τη στατιστική ανάλυση αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, με στόχο την εξαγωγή κατάλληλων αποτελεσμάτων. Τα μαθηματικά μοντέλα που επιλέχθηκαν για τον σκοπό αυτό περιλαμβάνουν τη γραμμική παλινδρόμηση και τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, οι οποίες θα εφαρμοστούν σε συνεχείς και διακριτές εξαρτημένες μεταβλητές, αντίστοιχα. Οι μεταβλητές αυτές θα προέρχονται από δεδομένα οδήγησης που συλλέγονται μέσω πειραματικών διαδικασιών με χρήση προσομοιωτή οδήγησης. Παρουσιάζεται επίσης η μεθοδολογία αξιολόγησης αυτών των μοντέλων για την ορθή επιλογή τους, καθώς και η διαδικασία εκτέλεσης εντολών για τη διενέργεια της ανάλυσης μέσω εξειδικευμένου λογισμικού.

3.2. Μαθηματικά πρότυπα

3.2.1 Γραμμικό Μοντέλο

Το γραμμικό μοντέλο προκύπτει από την ανάπτυξη εξίσωσης, η οποία υπολογίζεται μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης. Η γραμμική παλινδρόμηση διερευνά τη σχέση μεταξύ μιας συνεχούς εξαρτημένης μεταβλητής, η οποία ακολουθεί κανονική κατανομή, και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η σχέση αυτή περιγράφεται από την εξίσωση του μοντέλου:

$$y_{\mathrm{i}} = \beta_0 + \beta_1 x_{1\mathrm{i}} + \beta_2 x_{2\mathrm{i}} + \cdots + \beta_{\mathrm{n}} x_{\mathrm{ni}} + \varepsilon_{\mathrm{i}}$$

όπου:

- n: το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών
- β_1, β_2,..., β_{n}: οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_1, x_2,...., x_{n}
- β_0: ο σταθερός όρος της εξίσωσης (δηλαδή όταν x_1, x_2,...., x_{n}=0)
- ε_{i} : το σφάλμα παλινδρόμησης, το οποίο προσεγγίζει τη διαφορά της προβλεπόμενης με την πραγματική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y_{i}.

3.2.2 Διωνυμικό Λογιστικό Μοντέλο

Ομοίως με το γραμμικό μοντέλο, το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο εκδηλώνεται με τη διαφορά ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή και η διαμόρφωσή του εκτελείται μέσω της εφαρμογής της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης.

Η μορφή της εξίσωσης είναι ως εξής

$$y_{\mathrm{i}} = \log(P_{\mathrm{i}}) = \ln\frac{P_{\mathrm{i}}}{1-P_{\mathrm{i}}} = \beta_0 + \beta_1 x_{1\mathrm{i}} + \beta_2 x_{2\mathrm{i}} + \cdots + \beta_{\mathrm{n}} x_{\mathrm{ni}}$$

όπου:

- n: το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών
- β_1, β_2,…, β_{n}: οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_1, x_2,…., x_{n}
- β_0: ο σταθερός όρος της εξίσωσης (δηλαδή όταν x_1, x_2,…., x_{n}=0)
- P_{i} :η προβλεπόμενη πιθανότητα, η οποία λαμβάνει τιμές από 0 (αποτυχία) έως 1 (επιτυχία).

Η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να λάβει την τιμή 1 με πιθανότητα επιτυχίας P και την τιμή 0 με πιθανότητα αποτυχίας 1.

3.3. Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

Για τη διαμόρφωση των προαναφερθέντων μοντέλων, απαιτείται η συστηματική αξιολόγηση ποικίλων παραμέτρων, προκειμένου να εξασφαλιστεί η έγκρισή τους. Πρωτίστως, μία από τις βασικές προϋποθέσεις είναι ότι οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής y στα γραμμικά μοντέλα πρέπει να ακολουθούν κανονική κατανομή. Επιπλέον, είναι καίριας σημασίας ο έλεγχος των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών, όπου απαιτείται οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι γραμμικά ανεξάρτητες μεταξύ τους. Τα βασικά κριτήρια που αξιολογούνται για την αποδοχή των μοντέλων παρατίθενται παρακάτω:

- Λογική Εξήγηση Συντελεστών Μοντέλου: Εξετάζεται αν τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης έχουν λογική ερμηνεία. Εάν δεν έχουν, η μεταβλητή απορρίπτεται. Ελέγχεται αν το πρόσημο είναι θετικό όταν αναμένεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης, και αρνητικό όταν αναμένεται μείωση.
- Στατιστική Σημαντικότητα: Ορίζεται το επίπεδο εμπιστοσύνης των μοντέλων, συλλέγοντας αυτά που διαθέτουν υψηλές τιμές. Για τα γραμμικά μοντέλα η

αξιολόγηση γίνεται μέσω του p-value με τον συντελεστή t να προσδιορίζει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών:

- Ποιότητα Μοντέλου: Στα γραμμικά μοντέλα η ποιότητα προσδιορίζεται με τον συντελεστή προσδιορισμού R², ο οποίος λαμβάνει τιμές από 0 έως 1, και όσο μεγαλύτερος είναι, τόσο καλύτερη είναι η εφαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα. Ο συντελεστής προσδιορισμού υπολογίζεται ως εξής:

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

Όπου,

- y_i*: η παρατηρηθείσα ανεξάρτητη μεταβλητή*
- $\hat{y}$*: η προβλεπόμενη ανεξάρτητη μεταβλητή από την πρόβλεψη του μοντέλου*
- $\bar{y}$*: η μέση τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής* y_i
- *n: το σύνολο των τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής* y_i

Από 0 έως 1

Η τιμή R² όσο μεγαλύτερη είναι (πλησιάζοντας τη μονάδα) τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση των μεταβλητών Y και X, δηλαδή τόσο ορθότερη είναι η πρόβλεψη του μοντέλου ελαχιστοποιώντας το σφάλμα.

Στα λογιστικά μοντέλα γίνεται έλεγχος του ποσοστού πρόβλεψης του μοντέλου, και όχι με τον έλεγχο της R².

- Σφάλμα: Το σφάλμα της εξίσωσης του μοντέλου πρέπει να πληροί τρεις βασικές προϋποθέσεις. Πρώτον, η κατανομή του σφάλματος πρέπει να είναι κανονική. Δεύτερον, η διασπορά του σφάλματος θα πρέπει να είναι σταθερή, δηλαδή $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2 = c$. Τρίτον, πρέπει να υπάρχει μηδενική συσχέτιση μεταξύ των σφαλμάτων, δηλαδή $\rho(\varepsilon_i \varepsilon j) = 0, \forall\, i \neq j$ Η διασπορά του σφάλματος σχετίζεται με τον συντελεστή προσδιορισμού R². Συγκεκριμένα, όσο υψηλότερος είναι ο συντελεστής προσδιορισμού R², τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, γεγονός που υποδεικνύει ότι η πρόβλεψη του μαθηματικού μοντέλου είναι πιο ακριβής.

3.4. Εξήγηση αποτελεσμάτων

Η εξήγηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- *Εξήγηση Σχέσεων Εξαρτημένης και Ανεξάρτητων Μεταβλητών*: Οι σχέσεις εξηγούνται μέσω των πρόσημων των συντελεστών παλινδρόμησης. Θετικό πρόσημο υποδηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης, ενώ αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει μείωση.
- *Επιβεβαίωση Διεθνούς Βιβλιογραφίας*: Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με αυτά της διεθνούς βιβλιογραφίας για την επιβεβαίωση της εγκυρότητάς τους.
- *Ελαστικότητα:* Υπολογίζεται η ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής στις μεταβολές των ανεξάρτητων μεταβλητών, προκειμένου να προσδιοριστεί πόσο επηρεάζεται η εξαρτημένη μεταβλητή από τις μεταβολές των ανεξάρτητων κατά 1%.

Ο τύπος είναι ο παρακάτω:

$$e_{\mathrm{i}} = (\frac{\Delta y_{\mathrm{i}}}{\Delta x_{\mathrm{i}}})(\frac{x_{\mathrm{i}}}{y_{\mathrm{i}}})$$

Η παραπάνω εφαρμόζεται μόνο σε περίπτωση συνεχών μεταβολών. Διαφορετικά χρησιμοποιείται η έννοια της ψευδοελαστικότητας από της οποία υπολογίζεται η μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής κατά μία κλάση των τιμών της.

Ο τύπος για τις διακριτές μεταβολές είναι ο εξής:

$$E_{xink}^{P_{\mathrm{i}}} = e^{\beta_{ik}} \frac{\sum_{i=1}^{I} e^{\beta_{\mathrm{i}} \boldsymbol{z}_{\mathrm{n}}}}{\sum_{\iota=1}^{I} e^{\Delta(\beta_{\mathrm{i}} \boldsymbol{z}_{\mathrm{n}})}} - 1$$

όπου

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

Για τις συνεχείς αντίστοιχα,

$$E_{x_{\mathrm{ini}}}^{p_{\mathrm{i}}} = [1 - \sum_{i=1}^{I} P_{\mathrm{n}}(i)]\, x_{\mathrm{ink}}\, \beta_{\mathrm{ik}}$$

όπου,

- I: το πλήθος των πιθανών επιλογών
- P_i: η πιθανότητα εναλλακτικής i
- x_{ink}: η τιμή της μεταβλητής k, για την εναλλακτική i, του ατόμου
- β_{ik}: η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής x_{nk},

3.5. Λειτουργία λογισμικού στατιστικής ανάλυσης

Το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση των περιγραφόμενων διαδικασιών είναι η γλώσσα προγραμματισμού R. Για την ανάπτυξη των μοντέλων, εκτελέστηκαν οι εξής εντολές:

- Για γραμμικό μοντέλο:

data <- read_excel(mastertable): Ο πίνακας excel Master table αποτελεί τον συνδυασμό των δεδομένων της πειραματικής διαδικασίας, όπως και τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου των εθελοντών, ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν.

model <- lm (Dependent~independent(s)): Στο πλαίσιο Dependent εισάγεται η εξαρτημένη μεταβλητή ενώ στο πλαίσιο Independent οι ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο. Δημιουργείται έτσι το γραμμικό μοντέλο που περιγράφει τη σχέση των παραπάνω και αποθηκεύεται ο πίνακας με το μοντέλο της παλινδρόμησης.

CorMatrix1 <- cor (data [, c (Dependent, Independent(s)): Όπως στην προηγούμενη εντολή, στο πεδίο **Dependent** εισάγεται η εξαρτημένη μεταβλητή και στο πεδίο **Independent(s)** εισάγονται οι ανεξάρτητες. Αυτή η εντολή εμφανίζει τον πίνακα συσχέτισης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών, περιλαμβάνοντας πληροφορίες όπως τους συντελεστές παλινδρόμησης (βi), τα τυπικά σφάλματα (sβi), το επίπεδο εμπιστοσύνης με το p- value, το επίπεδο σημαντικότητας (Sig.), τον συντελεστή προσδιορισμού (R^2) και το τυπικό σφάλμα του μοντέλου (Std. Error).

print (CorMatrix) και summary(model): Η εντολή εμφανίζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

y <- readxl::read_excel("C:/Users/….xlsx", sheet = "…", range = "…") και **x1 <- readxl::read_excel("C:/Users/….xlsx", sheet = "…", range = "…"):** Οι εντολές αυτές δημιουργούν τη μεταβλητή **y**, η οποία περιέχει τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής, και τη μεταβλητή **x1**, που περιέχει τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής. Για επιπλέον ανεξάρτητες μεταβλητές, δημιουργούνται αντίστοιχα οι μεταβλητές **x2**, **x3** κ.λπ.

cor (x1, x2, method = "correlation coefficient"): Σε αυτή την εντολή ορίζεται ο συντελεστής συσχέτισης (όπως Pearson ή Spearman) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών **x1** και **x2**.

result <- cor.test (x2, x1, method = "correlation coefficient"): Αυτή η εντολή υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης για τις μεταβλητές **x1** και **x2**, αποθηκεύοντας το αποτέλεσμα στη μεταβλητή **result**.

result$estimate: Εκτυπώνει το αποτέλεσμα της μεταβλητής **result**.

result$p.value: Εκτυπώνει την τιμή του **p-value**.

- Για το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο:

Χρησιμοποιούνται οι ίδιες εντολές όπως στο γραμμικό μοντέλο. Προστίθενται και οι εξής:

model <- glm (formula, data = data, family = binomial): Αναλύει τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών που ορίζονται στη φόρμουλα, με δεδομένα από το data και με την παραδοχή οτι η εξαρτημένη μεταβλητή ακολουθεί τη διωνυμική μεταβλητή (family = binomial)

summary(model)$coef [, "Pr(>|z|)"]: Υπολογίζει την τιμή του p value για τους συντελεστές του πίνακα **model**.

df <- summary(model)$df: Υπολογίζει τους βαθμούς ελευθερίας για τους συντελεστές του πίνακα **model**.

print(wald_test) και print(df): Εμφανίζει τα αποτελέσματα του p-value και τους βαθμούς ελευθερίας.

pmodel=predict (model, data): Χρησιμοποιεί τον πίνακα **model** για να κάνει προβλέψεις με βάση τα δεδομένα **data**, αποθηκεύοντας τις προβλέψεις στη μεταβλητή **pmodel**.

tab=table(pmodel>0.5, data$Events): Δημιουργεί έναν πίνακα συχνοτήτων **tab** που συγκρίνει τις προβλέψεις **pmodel** με την πραγματική κατάσταση στο αρχείο **Events**, ορίζοντας σωστές και λανθασμένες προβλέψεις.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Η ενδελεχής εξέταση και ανασκόπηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας αποτέλεσε τη βάση για την επιλογή του θεωρητικού πλαισίου που καθορίζει το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Η πειραματική διαδικασία, η οποία σχεδιάστηκε με σκοπό τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων υλοποιήθηκε μέσω της χρήσης προσομοιωτή οδήγησης σε αστικό οδικό περιβάλλον. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τον προσομοιωτή οδήγησης θα αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας στατιστικά μοντέλα, προκειμένου να εξαχθούν συγκεκριμένα και ακριβή συμπεράσματα σχετικά με τον περιορισμό της επικινδυνότητας και την αποτελεσματικότητα των μέτρων βελτίωσης της οδικής ασφάλειας με απώτερο σκοπό την μείωση της πιθανότητας ατυχημάτων. Οι βασικές μέθοδοι που επιλέχτηκαν για την ανάλυση των δεδομένων από το εν λόγω πείραμα περιλαμβάνουν την γραμμική και λογιστική παλινδρόμηση. Στο τέταρτο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί αναλυτικά ο σκοπός του πειράματος και η εφαρμογή του προσομοιωτή οδήγησης. Επιπλέον θα δοθεί αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας διεξαγωγής του πειράματος συμπεριλαμβανομένου του τρόπου συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων τόσο από τον προσομοιωτή οδήγησης όσο και από το ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε στους συμμετέχοντες. Τέλος, θα αναλυθούν τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

4.2 Πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης

4.2.1. Στόχος του πειράματος

Μέσω του προσομοιωτή οδήγησης, διερευνήθηκε η επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά νέων οδηγών, ηλικίας 20 έως 35 ετών, πριν και μετά την κατανάλωση αλκοόλ, καθώς και η επίδραση της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα τους. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη τα δημογραφικά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά των οδηγών, τα οποία συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων, καθώς και το είδος του οδικού περιβάλλοντος στο οποίο πραγματοποιήθηκε η οδήγηση. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγήσουν σε τέσσερα (4) διαφορετικά σενάρια, όπου μεταβαλλόταν η συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα (0%, 0.03%, 0.06%, και 0.09% BAC), με τυχαία ανάθεση σεναρίων σε κάθε οδηγό.

4.2.2. Προσομοιωτής

Η πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Stimulation FPF) της γερμανικής εταιρίας Forest, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. Οι πραγματικές συνθήκες που προσομοιώνονται με ακρίβεια, όπως φαίνεται και στις **εικόνες 4.1 και 4.2** εξασφαλίζουν έναν πλήρως ελεγχόμενο περιβάλλον δοκιμής. Ο προσομοιωτής περιλαμβάνει ένα όχημα με ρυθμιζόμενο κάθισμα, τιμόνι, γκάζι, φρένο, συμπλέκτη, πίνακα οργάνων, επιλογέα πέντε ταχυτήτων, φώτα υαλοκαθαριστήρες, πόρτες, κόρνα και μίζα. Επιπλέον διαθέτει ρεαλιστικό ψηφιακό περιβάλλον οδήγησης μέσω τριών LCD οθονών 40 ιντσών, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.3.

Εικόνες 4.1 και 4.2: Αστικό περιβάλλον προσομοιωτή οδήγησης

Εικόνα 4.3: Χαρακτηριστικά προσομοιωτή οδήγησης

Το ψηφιακό περιβάλλον, εκτός από την απεικόνιση του οδικού δικτύου και του οδοστρώματος, διαθέτει δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη, προσφέροντας πλήρη έλεγχο του οχήματος. Επιπλέον, μέσω υπολογιστή δίνεται η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφόρων οδικών συμπεριφορών, όπως ο τύπος της οδού , οι κυκλοφοριακές συνθήκες και το περιβάλλον. Ειδικότερα, για τους σκοπούς της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας επιλέχθηκε η οδήγηση σε αστική οδό με κανονικό κυκλοφοριακό φόρτο και ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Επιπρόσθετα, οι οδικές συνθήκες περιλαμβάνουν τυχαία γεγονότα που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε πραγματικές

συνθήκες, όπως η εμφάνιση ενός εμποδίου **(Εικόνα 4.4)** ή μια μη αναμενόμενη συμπεριφορά άλλου οχήματος. Αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της συμπεριφοράς του οδηγού σε επικίνδυνες καταστάσεις, πριν και μετά την εμφάνιση ποσότητας αλκοόλ στο αίμα.

Εικόνα 4.4: Εμφάνιση εμπόδιου σε αιφνίδια στιγμή

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων που διεξάγονται με τον προσομοιωτή οδήγησης καταγράφονται έως και 60 μετρήσεις το δευτερόλεπτο για κάθε μεταβλητή. Τα δεδομένα αυτά εξάγονται αυτόματα από το πρόγραμμα μέσω αρχείου μορφής κειμένου για κάθε διαφορετικό σενάριο οδήγησης και συμμετέχοντα. Οι μεταβλητές παρουσιάζονται με τις αντίστοιχες ονομασίες τους, όπως παρατίθενται από τον προσομοιωτή οδήγησης και την επεξήγηση τους στον **πίνακα 4.1.**

Πίνακας 4.1: Μεταβλητές προσομοιωτή οδήγησης

Variable	Explanations
time	current real-time in milliseconds since start of the drive
x-pos	x-position of vehicle in m
y-pos	y-position of vehicle in m.
z-pos	z-position of vehicle in m.
road	road number of the vehicle in [int].
richt	direction of the vehicle on the road in [BOOL] (0/1)
rdist	distance of the vehicle from the beginning of the drive-in m
rspur	track of the vehicle from the middle of the road in m.
ralpha	direction of the vehicle compared to the road direction in degrees.
Dist	driven course in meters since begin of the drive.
Speed	actual speed in km/h.
Brk	brake pedal position in percentage.
Acc	gas pedal position in percentage.
Clutch	clutch pedal position in percent
Gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
RPM	motor revaluation in 1/min
Hway	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
DLeft	distance to the left road board in m

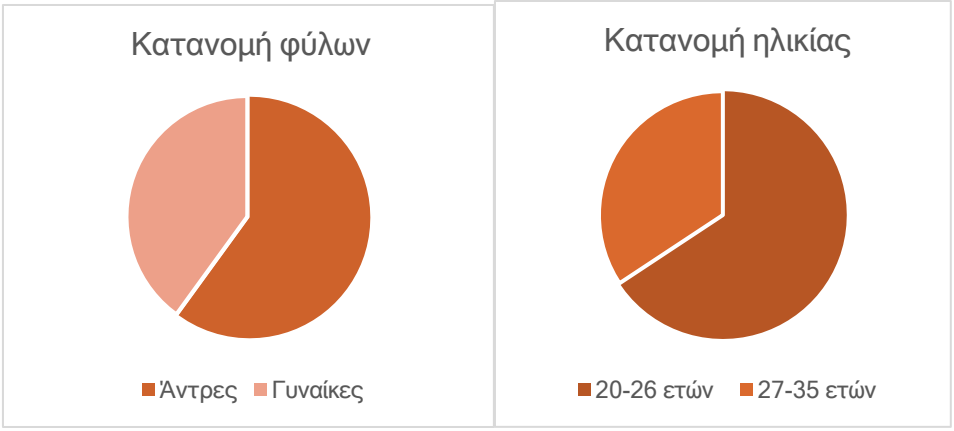
Dright	distance to the right road board in m.
Wheel	steering wheel position in degrees
THead	time to headway, i.e., to collision with the ahead driving vehicle in ms
TTL	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in ms
TTC	time to collision (all obstacles), in ms
AccLat	acceleration lateral, in m/s²
AccLon	acceleration longitudinal, in m/s²
EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
EvDist	event-distance in m
ErrlNo	number of the most important driving failure since the last data set
ErrlVal	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
Err2No	number of the next driving failure (empty).
Err2Val	additional date to failure 2
Err3No	number of further driving failures (empty).
Err3Val	additional date to failure 3.

4.2.3 Σενάρια πειράματος

Τα σενάρια που μελετώνται στην παραπάνω Διπλωματική Εργασία είναι για αστικό περιβάλλον , όπως έχει ήδη αναφερθεί. Η αστική τύπου οδός παρέχονται από τον προσομοιωτή και περιλαμβάνουν μια συγκεκριμένη διαδρομή που παρέχει σε μερικά σημεία μία (1) λωρίδα ανά κατεύθυνση ενώ σε άλλα δύο (2) λωρίδες ανά κατεύθυνση όπως και τυπική σήμανση που επαληθεύεται από την οδό. Επιπρόσθετα, σε κάθε σενάριο έχουν τοποθετηθεί δύο (2) τυχαία - χωρίς προειδοποίηση - συμβάντα. Οι συμμετέχοντες όφειλαν να βγάλουν εις πέρας τέσσερα (4) σενάρια , τα οποία επιλέγονταν με τυχαία σειρά στον κάθε εθελοντή με σκοπό να μην υπάρξει πιθανότητας ομαλής προσαρμογής και αλλοίωσης των αποτελεσμάτων. Καθένα από τα σενάρια είχε μια συγκεκριμένη ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό (0%, 0.03%, 0.06% και 0.09%), ποσότητες οι οποίες οριζόντουσαν από την πυκνότητα του αλκοόλ στο αίμα.

4.2.4. Συμμετέχοντες

Για την υλοποίηση του πειράματος, επιλέχθηκαν ως δείγμα 35 εθελοντές οδηγοί, εκ των οποίων 21 είναι άντρες και 14 γυναίκες. Όλοι οι συμμετέχοντες είναι νεαρής ηλικίας (20-35 ετών) και διαθέτουν άδεια οδήγησης. Σύμφωνα με το **γράφημα 4.1**, η κατανομή τους, βάσει φύλου, είναι 21 άντρες και 14 γυναίκες, και σύμφωνα με το **γράφημα 4.2,** η κατανομή βάσει ηλικίας 23 άτομα ηλικίας 20-26 ετών και 12 άτομα 27- 35 ετών.



Διαγράμματα 4.1 και 4.2

4.2.5. Προετοιμασία και επιλογή πειράματος

Το πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης διεξήχθη από τα τέλη Μαρτίου έως τα μέσα Απριλίου του 2024, με τη συμμετοχή 35 εθελοντών οδηγών. Για τη σωστή υλοποίηση του πειράματος, κρίθηκε απαραίτητη η προετοιμασία των σεναρίων καθώς και ο σχεδιασμός της εκτέλεσής τους, ώστε να διασφαλιστούν παρόμοιες συνθήκες για όλους τους συμμετέχοντες.

Πριν την έναρξη των πειραμάτων, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να οδηγήσουν για λίγα λεπτά σε μια δοκιμαστική διαδρομή στον προσομοιωτή, διαφορετική από εκείνες των σεναρίων, με στόχο την αποφυγή σφαλμάτων που θα μπορούσαν να προκύψουν λόγω της εξοικείωσης με το περιβάλλον του προσομοιωτή και τις διαφορές του σε σχέση με τη πραγματική οδήγηση. Η δοκιμαστική διαδρομή ολοκληρωνόταν μόλις ο συμμετέχων αποκτούσε επαρκή εξοικείωση με τις ιδιαιτερότητες του προσομοιωτή, όπως τη θέση του κιβωτίου ταχυτήτων και την αίσθηση του τιμονιού.

Μετά τη δοκιμαστική διαδρομή, οι 35 συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγήσουν στον προσομοιωτή σε τέσσερα (4) σενάρια, τα οποία αφορούσαν αστικό περιβάλλον. Ακολούθως, συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο παρατίθεται στο Παράρτημα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Η σειρά εκτέλεσης των σεναρίων ήταν τυχαία, ώστε να αποτραπεί το φαινόμενο της δυσκολίας προσαρμογής στο πρώτο σενάριο, το οποίο θα μπορούσε να επηρεάσει τα αποτελέσματα. Ο συντονιστής του πειράματος κατέγραφε τη σειρά των σεναρίων για κάθε συμμετέχοντα, καθώς και τυχόν παρατηρήσεις που θα έπρεπε να ληφθούν υπόψη στην επερχόμενη ανάλυση. Σε όλα τα σενάρια περιλαμβάνονταν δύο (2) επικίνδυνα συμβάντα, στα οποία ο οδηγός έπρεπε να λάβει γρήγορες αποφάσεις για την αποφυγή ατυχήματος. Στο κάθε σενάριο άλλαζαν δεδομένα στην οδηγική συμπεριφορά λόγω της επίδρασης του

αλκοόλ . Μερικά από αυτά ήταν η θόλωση της εικόνας την ώρα που άλλαζε κατεύθυνση το τιμόνι , ο περιορισμός πλευρικής εικόνας, η καθυστέρηση αντίδρασης στο πάτημα του φρένου.

4.3. Επεξεργασία στοιχείων

4.3.1. Επεξεργασία ερωτηματολογίων

Το επόμενο βήμα της πειραματικής διαδικασίας είναι η συλλογή και επεξεργασία των ερωτηματολογίων των 35 συμμετεχόντων, με σκοπό την ένταξη των δεδομένων στη βάση πληροφοριών που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Απαιτήθηκε η κωδικοποίηση των ερωτήσεων και των μεταβλητών για την καταχώρηση των δεδομένων, σύμφωνα με ένα λογικό και ενιαίο σύστημα, όπως αναφέρεται και στον **Πίνακα 4.2**. Ολοκληρώθηκε η διαδικασία με τη καταγραφή των απαντήσεων του εκάστοτε συμμετέχοντα σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα (35 συμμετέχοντες επί 25 ερωτήσεις), του οποίου απόσπασμα φαίνεται στην **Εικόνα 4.5**.

Πίνακας 4.2: Ονομασία μεταβλητών ερωτηματολογίου / Κωδικοποίηση απαντήσεων

ΕΡΩΤΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ		ΑΠΑΝΤΗΣΗ							
Α. Εμπειρία οδήγησης συμμετέχοντα:										
Q.A.1	years_license	Πόσα χρόνια έχετε το δίπλωμα οδήγησης								
Q.A.2.	year_kilometers	Πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε ετησίως;								
Q.A.3.	days_perweek_urban	Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα **εντός πόλης**	1: [1]	2: [2]	3: [3]	4: [4]	5: [5]	6: [6]	7: [7]	8:
Q.A.4.	km_perweek_urban	Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα εντός πόλης	1: [<20]	2: [20-50]	3: [50-100]	4: [100-150]	5: [>150]			
Β. Συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ:										
Q.B.1	days_alcohol_consumption	Πόσες μέρες μέσα σε μία εβδομάδα καταναλώνετε αλκοόλ;	1: [0]	2: [1]	3: [2]	4: [3]	5: [4]	6: [5]	7: [6]	8: [7]
Q.B.2.	average_alcohol_quantity	Ποια είναι η μέση ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνετε κάθε φορά που πίνετε;	1: [1 ποτό ή λιγότερο]	2: [2-3 ποτά]	3: [4-5 ποτά]	4: [6 ή περισσότερα ποτά]				
Q.B.3.	Alcohol_control_issue	Έχετε αισθανθεί ποτέ ότι δεν μπορείτε να ελέγξετε την κατανάλωση αλκοόλ σας	1: [Ποτέ]	2: [Σπάνια]	3: [Μερικές φορές]	4: [Συχνά]	5: [Συνέχεια]			

Γ. Εμπειρίες οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ:									
Q.Γ.1	Driven_under_alcohol	Έχετε οδηγήσει ποτέ υπό την επήρεια αλκοόλ;	1: [Όχι]	2: [Ναί]				
Q.Γ.2	times_driven_intoxicated_last_year	Αν ναι, πόσες φορές έχετε οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ τον τελευταίο χρόνο						
Q.Γ.3	driving_ability_impact	Έχετε νιώσει ποτέ ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρέασε την ικανότητά σας να οδηγήσετε;	1: [Ποτέ]	2: [Σπάνια]	3: [Μερικές φορές]	4: [Συχνά]	5: [Συνέχεια]	
Q.Γ.4	procedures_while_intoxicated_driving	Ποιες από τις ακόλουθες δυσκολίες αντιμετωπίσατε κατά την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ; (Επιλέξτε τουλάχιστον μια)	1: [Δυσκολία συγκέντρωσης]	2: [Αργά αντανακλαστικά]	3: [Δυσκολία στην κρίση]	4: [Ασταθής συντονισμός]	5: [Υπνηλία]	6: [Άλλο]
Q.Γ.5	impulsivity_driving_with_alcohol	Πόσο συχνά νιώθετε ότι η κατανάλωση αλκοόλ σας ωθεί να οδηγήσετε πιο παρορμητικά ή επιθετικά	1: [Ποτέ]	2: [Σπάνια]	3: [Περιστασιακά]	4: [Συχνά]	5: [Πάντα]	
Q.Γ.6	involved_alcohol_related_accident	Έχετε εμπλακεί ποτέ σε τροχαίο ατύχημα είτε ως οδηγός είτε ως επιβάτης, εξαιτίας της κατανάλωσης αλκοόλ	1: [Όχι, ποτέ]	2: [Ναι, ήμουν επιβάτης]	3: [Ναι, ήμουν οδηγός]			
Q.Γ.7	police_breathalyzer_tests	Πόσες φορές σας έχει κάνει έλεγχο η Τροχαία για τα επίπεδα αλκοόλ στον οργανισμό σας (αλκοτέστ)						
Q.Γ.8	exceeded_breathalyzer_limit	Αν ναι, έχετε παραβιάσει ποτέ τα επιτρεπτά επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (0,5kg/lt αίματος						
Q.Γ.9	returning_home_scenario	Ας υποτεθεί ότι έπειτα από νυχτερινή έξοδο έχετε καταναλώσει 3 ποτά και έχετε βρεθεί εκεί με το αυτοκίνητο σας. Πώς θα ενεργούσατε για να επιστρέψετε σπίτι σας;	1: [Θα έβρισκα οπωσδήποτε άλλον τρόπο]	2: [Θα οδηγούσα με μεγάλη προσοχή]	3: [Θα οδηγούσα κανονικά]			

Δ. Γνώσεις και αντιλήψεις σχετικά με την οδήγηση και το αλκοόλ:								
Q.Δ.1.	beer_limit	Πόσα κανονικά ποτήρια μπύρας πιστεύετε ότι αρκούν για να φτάσει κάποιος το επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό	1: [1]	2: [2]	3: [3]	4: [4]		
Q.Δ.2.	driving_after_two_drinks	Πιστεύετε ότι είναι ασφαλές να οδηγήσετε μετά από 1-2 ποτά;	1: [Καθόλου]	2: [Λίγο]	3: [Αρκετά]	4: [Πολύ]	5: [Πάρα πολύ]	
Q.Δ.3.	strict_law	Πιστεύετε ότι οι κυρώσεις για την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ είναι αρκετά αυστηρές	1: [Διαφωνώ κάθετα]	2: [Διαφωνώ]	3: [Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ]	4: [Συμφωνώ]	5: [Συμφωνώ απόλυτα]	
Ε. Γενικά στοιχεία συμμετέχοντα:								
Q.Ε.1	age	Ηλικία						
Q.Ε.2.	gender	Φύλο	1: [Άντρας]	2: [Γυναίκα]	3: [Άλλο]			
Q.Ε.3.	like_driving	Σας αρέσει η οδήγηση;	1: [ναι]	2: [όχι]	3:[Ουδέτερο]			
Q.Ε.4.	family	Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση	1: [Ανύπαντρος/η]	2: [Παντρεμένος/η]	3: [Διαζευγμένος/η]	4: [Χήρος/α]		
Q.Ε.5.	annual_family_income	Ποιο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα	1: [<10000]	2: [10000-25000]	3: [>25000]			
Q.Ε.6	educational_level	Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο	1: [Πρωτοβάθμια]	2: [Δευτεροβάθμια]	3: [ΑΕΙ]	4: [Μεταπτυχιακό]	5: [Διδακτορικό]	5.[Άλλο]

A/A	Participant	Scenario_No	years_license	year_kilometers	days_perweek_urban	km_perweek_urban	days_alcohol_consumption	average_alcohol_quantity	Alcohol_control_issue	Driven_under_alcohol
1	1	1	5	40000	7	5	3	2	3	2
2	1	2	5	40000	7	5	3	2	3	2
3	1	3	5	40000	7	5	3	2	3	2
4	1	4	5	40000	7	5	3	2	3	2
1	2	1	6	5000	3	1	3	2	1	2
2	2	2	6	5000	3	1	3	2	1	2
3	2	3	6	5000	3	1	3	2	1	2
4	2	4	6	5000	3	1	3	2	1	2
1	3	1	12	20000	7	5	2	2	1	2
2	3	2	12	20000	7	5	2	2	1	2
3	3	3	12	20000	7	5	2	2	1	2
4	3	4	12	20000	7	5	2	2	1	2
1	4	1	4	15000	7	2	2	2	4	2
2	4	2	4	15000	7	2	2	2	4	2
3	4	3	4	15000	7	2	2	2	4	2
4	4	4	4	15000	7	2	2	2	4	2
1	5	1	8	15000	6	3	4	4	1	2
2	5	2	8	15000	6	3	4	4	1	2
3	5	3	8	15000	6	3	4	4	1	2
4	5	4	8	15000	6	3	4	4	1	2
9	6	1	1	100	1	1	1	1	1	1
10	6	2	1	100	1	1	1	1	1	1
11	6	3	1	100	1	1	1	1	1	1
12	6	4	1	100	1	1	1	1	1	1
17	7	1	3	9000	6	5	3	3	3	2
18	7	2	3	9000	6	5	3	3	3	2
19	7	3	3	9000	6	5	3	3	3	2
20	7	4	3	9000	6	5	3	3	3	2
25	8	1	1	1500	0,7	1	2	1	1	2
26	8	2	1	1500	0,7	1	2	1	1	2

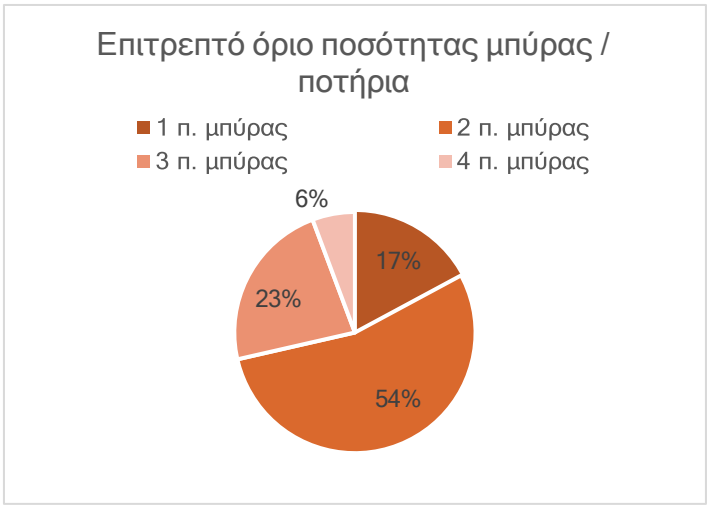
Εικόνα 4.5 Απόσπασμα πίνακα αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου.

Οι απαντήσεις που έδωσαν δημιούργησαν ενδεικτικά τα παρακάτω γραφήματα για τις οδηγικές συμπεριφορές των συμμετεχόντων. Για την ακρίβεια, δημιουργήθηκαν τα γραφήματα:

(α) Πόσες μέρες μέσα στην εβδομάδα καταναλώνετε αλκοόλ (Γράφημα 4.2)

(β) Ποια είναι η μέση ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνετε κάθε φορά που πίνετε (Γράφημα 4.3)

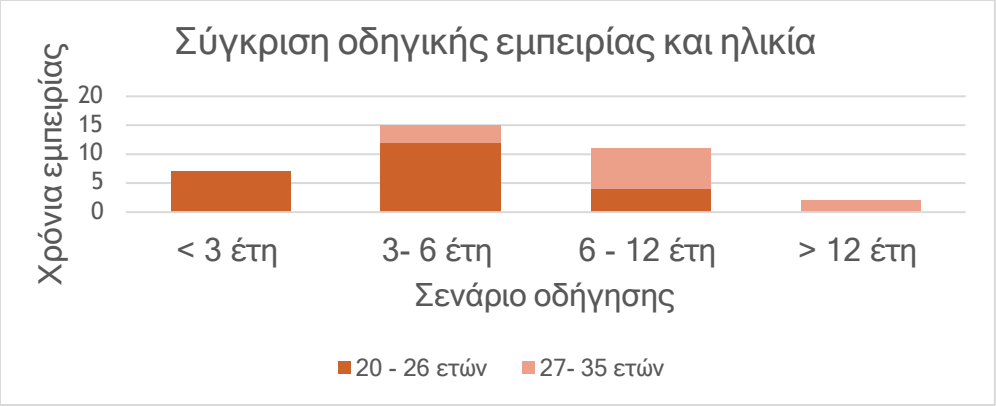
(γ) Πόσα ποτήρια μπύρας πιστεύετε ότι αρκούν για να φτάσει κάποιος στο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό (Γράφημα 4.3)



Γραφήματα 4.2, 4.3, 4.4

Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό έχει μικρή κατανάλωση αλκοόλ μέσα στην εβδομάδα μέχρι 2 φόρες , ενώ πάνω από τους μισούς παρατηρείται ότι πίνουν 2 με 3 ποτά σαν μέση τιμή. Τέλος, οι περισσότεροι (52%) θεωρούν ότι το επιτρεπτό όριο είναι δύο ποτήρια μπύρας , ώστε μετά να είναι ασφαλής η οδήγηση.

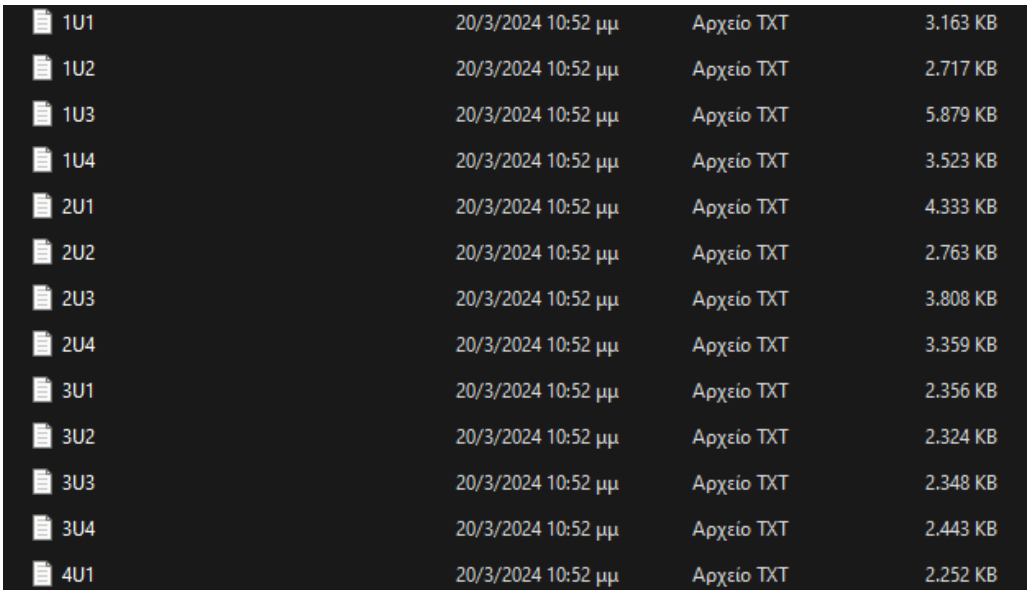
Σαφώς είναι σίγουρο όπως φαίνεται και παρακάτω πως όσοι είναι σε μεγαλύτερη ηλικία έχουν περισσότερα χρόνια εμπειρίας στην οδήγηση (Γράφημα 4.5)



Γράφημα 4.5:Σύγκριση οδηγικής εμπειρίας και ηλικίας

4.3.2. Επεξεργασία μετρήσεων πειράματος

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, ακολούθησε η συλλογή και οργάνωση των δεδομένων που εξήχθησαν από τον προσομοιωτή οδήγησης σε μορφή κειμένου (*txt). Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, καταγράφονταν έως και 60 τιμές ανά δευτερόλεπτο για κάθε μία από τις μεταβλητές. Για την επεξεργασία των μετρήσεων, δημιουργήθηκε ένας φάκελος με την ονομασία "Logfiles", ο οποίος περιέχει τα αρχεία (*txt) κάθε συμμετέχοντα για τα τέσσερα (4) σενάρια στα οποία κλήθηκε να οδηγήσει. Τα ονόματα των αρχείων στον φάκελο αποτελούνται από τον αριθμό του συμμετέχοντα και την περιγραφή του σεναρίου, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 4.6**, όπου παρουσιάζεται ένα απόσπασμα από τη δομή του φακέλου Logfiles και η κωδικοποίηση των ονομασιών των αρχείων (*txt). Συγκεκριμένα, ο αριθμός στην αρχή της ονομασίας υποδηλώνει τον αριθμό του συμμετέχοντα, το "U" (Urban) αναφέρεται στο αστικό δίκτυο, και οι δείκτες "1" έως "4" συμβολίζουν τα σενάρια οδήγησης αντίστοιχα.



Εικόνα 4.6: Απόσπασμα από logfiles

Ο στόχος της επεξεργασίας των μετρήσεων ήταν η ανάπτυξη ενός συγκεντρωτικού πίνακα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού R, αναπτύχθηκε μια βάση δεδομένων (database), η οποία περιλάμβανε τον φάκελο "Logfiles" με τα αρχεία των συμμετεχόντων, όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 4.5. Η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε περιλαμβάνει τη μέση τιμή ("Avg") και την τυπική απόκλιση ("Std") των δεδομένων που εξάχθηκαν από τον προσομοιωτή οδήγησης, για κάθε συνδυασμό συμμετέχοντα και σεναρίου που οδήγησε.

4.4 Βάση δεδομένων

Το αποτέλεσμα των διαδικασιών που περιεγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα 4.3.2 οδήγησε στη ανάπτυξη ενός συγκεντρωτικού πίνακα (Master table), απόσπασμα του οποίου παρουσιάζεται στον πίνακα 4.6. Επιπλέον, για την ολοκλήρωση του συγκεντρωτικού πίνακα, προστέθηκαν τα στοιχεία από τα ερωτηματολόγια κάθε συμμετέχοντα, τα οποία κωδικοποιήθηκαν και απεικονίζονται στην Εικόνα 4.6.

Πίνακας 4.6 : Απόσπασμα πίνακα από την επεξεργασία μετρήσεων του πειράματος

A/A	Participant	Scenario_No	Avg_x-pos	Avg_y-pos	Avg_z-pos	Avg_yaw	Avg_road	Avg_richt	Avg_rdist	Avg_rspur	Avg_ralpha	Avg_Dist	Avg_Speed
1	1	1	618,2798	-0,01	-136,752	-0,86641	77,06842	0,19099	31,07278	3,489325	3,326502	583,764	26,28922
2	1	2	387,5343	-0,01	-107,191	-0,90979	64,76689	0,51559	36,33817	4,36866	2,873081	868,4014	32,89201
3	1	3	542,9068	-0,00982	-60,7758	-0,08682	62,9385	0,417574	35,5112	3,497002	3,077913	1464,437	28,2911
4	1	4	514,9502	-0,01	-164,607	-0,54765	79,09237	0,377515	35,0639	3,473512	3,014128	1102,737	29,08003
1	2	1	543,3077	-0,00958	-96,965	0,264611	67,4306	0,415468	32,67952	2,832449	3,593242	1519,825	34,84948
2	2	2	384,0174	-0,01	-109,305	-1,16935	64,81122	0,503529	34,89225	2,448064	2,626821	880,0679	34,11207
3	2	3	467,3427	-0,00963	-5,00231	-0,25434	47,66669	0,427927	34,38497	2,963132	3,173405	1460,481	38,52717
4	2	4	397,2399	-0,00954	-138,808	-0,13473	73,19386	0,251151	31,57817	3,173711	3,083255	1342,48	38,99895
1	3	1	414,459	-0,01	-99,2934	-0,87217	63,96794	0,410588	33,95323	4,031128	2,484019	842,0564	35,89608
2	3	2	422,0735	-0,01	-98,8617	-1,10229	64,17045	0,458753	36,06235	4,055407	2,798073	831,3673	39,58804
3	3	3	428,7203	-0,01	-107,611	-0,93935	65,24128	0,39437	33,81379	4,191186	2,261376	816,2258	36,10301
4	3	4	415,0091	-0,00814	-103,105	-0,85452	65,0418	0,476239	35,30548	4,07537	2,950353	841,6192	33,94048
1	4	1	441,633	-0,01	-94,5401	-1,0331	64,25362	0,408129	32,17047	2,289205	3,172041	818,8645	36,85658
2	4	2	387,5459	-0,01	-98,0792	-1,13217	61,55036	0,454364	33,26155	3,363414	2,681394	869,2647	39,45521
3	4	3	404,7235	-0,01	-98,4836	-1,06662	62,64979	0,48656	34,70408	3,276683	3,040335	850,8839	35,69405
4	4	4	421,808	-0,01	-95,5307	-0,83193	63,73659	0,464196	33,98091	3,069086	2,926686	838,1139	37,19526
1	5	1	390,4886	-0,00988	-109,305	-0,89354	64,38969	0,48699	35,41579	2,50299	3,495375	860,5006	37,90591
2	5	2	395,284	-0,01	-101,271	-0,92167	64,08831	0,542096	38,70725	2,536925	3,191544	867,0712	38,85255
3	5	3	420,8428	-0,01	-113,771	-0,89372	66,11225	0,44656	35,31617	4,130683	2,831612	821,0117	32,63579
4	5	4	458,1117	-0,00673	-105,266	-0,88753	67,31383	0,418091	35,03178	2,014873	3,094742	795,8145	34,99176
9	6	1	451,4172	-0,01	-123,059	-0,90358	68,76081	0,434812	34,26052	3,951325	3,261367	779,8023	41,12389
10	6	2	430,1361	-0,0083	-101,78	-1,14453	64,90244	0,468959	34,74119	3,854085	2,423784	817,8532	28,94149
11	6	3	438,9199	-0,01	-104,266	-0,95184	64,97187	0,470172	35,32721	3,995677	2,793738	803,3705	34,25
12	6	4	384,7964	0,00504	-83,2561	-1,22744	60,48116	0,493119	33,74955	4,594231	3,215601	884,0953	33,69719
17	7	1	449,3333	-0,00938	-135,617	-0,69821	72,30895	0,445001	36,99484	2,796905	3,4782	785,3698	42,01906
18	7	2	416,5841	-0,01	-117,29	-0,88467	65,86511	0,429015	33,51895	3,437049	3,387685	884,0895	36,25499
19	7	3	389,9242	-0,00889	-99,0985	-1,30707	63,04183	0,444161	35,66696	3,098232	2,15897	873,7052	35,64333
20	7	4	439,979	-0,00087	-149,812	-0,68992	78,09531	0,338196	31,07746	4,615751	3,137008	997,7917	35,17372
25	8	1	388,4136	-0,0094	-115,176	-1,17112	66,04687	0,522729	34,02055	3,899536	2,536582	864,8602	33,21472
26	8	2	411,6115	-0,00906	-103,125	-1,12674	65,29887	0,48916	36,07788	4,249557	2,286763	842,0262	34,13474

4.5. Περιγραφικά στοιχεία δείγματος

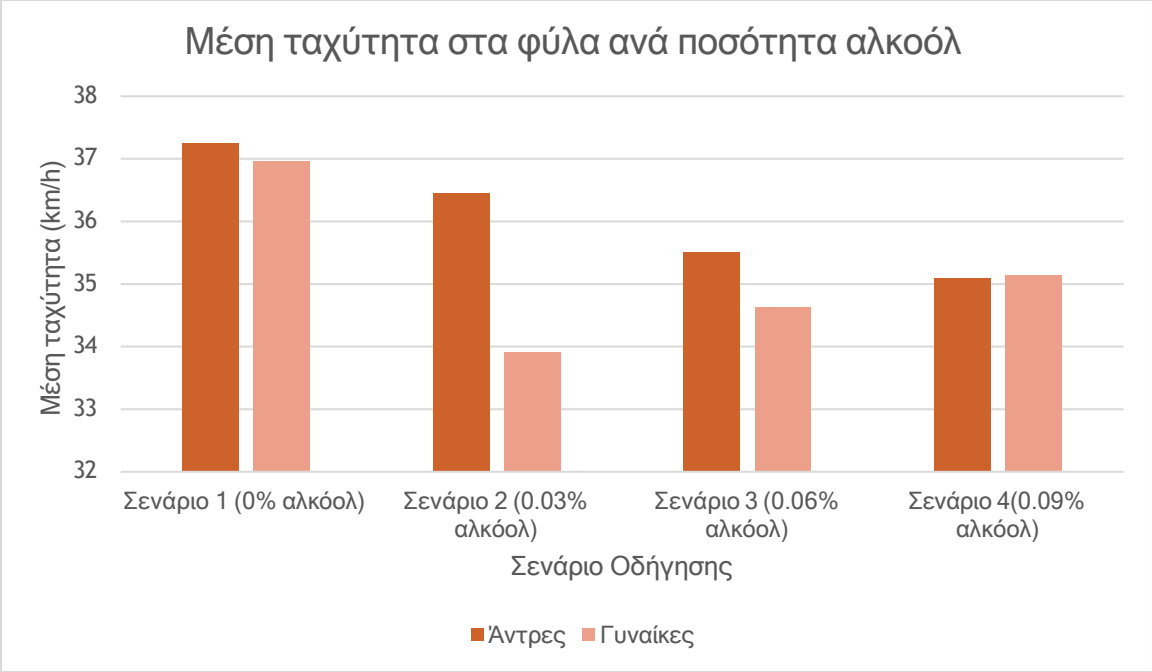
Για να διεξαχθεί η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, θεωρήθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν ορισμένα χαρακτηριστικά του δείγματος από τον προσομοιωτή οδήγησης, με σκοπό να δοθεί μια αρχική εικόνα της συσχέτισης μεταξύ των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών

Πίνακας 4.7: Δείγμα αποτελεσμάτων από τον προσομοιωτή

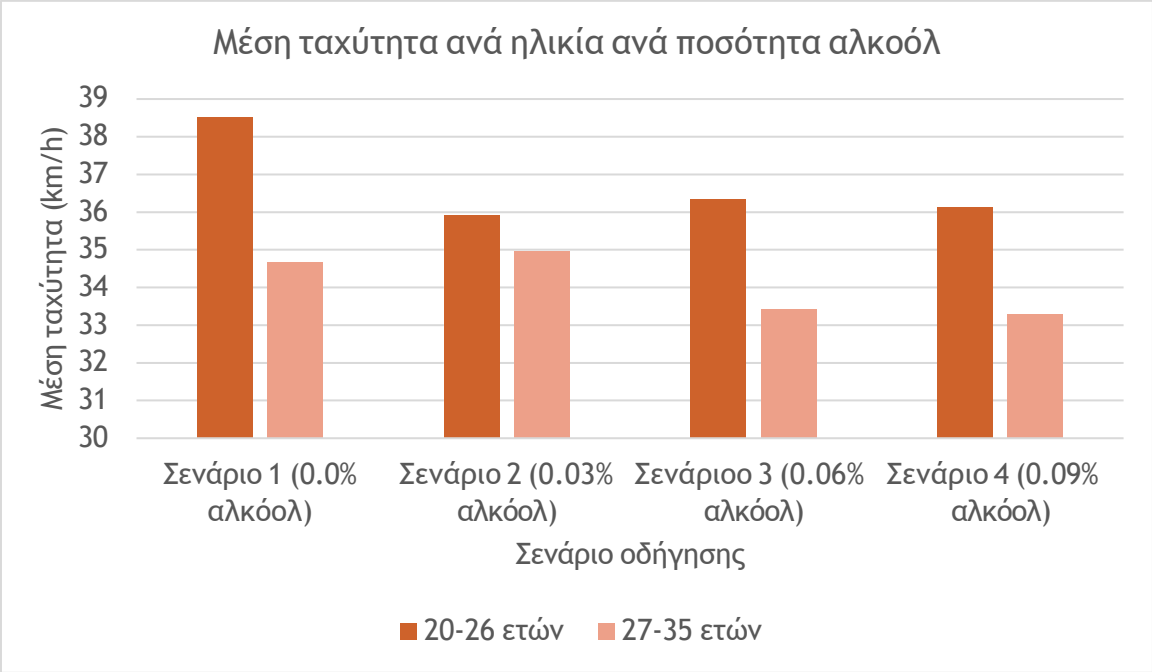
	Σενάριο 1 (0.00%)	Σενάριο 2 (0.03%)	Σενάριο 3 (0.06%)	Σενάριο 4 (0.09%)
Headway Distance (m)	312.50	284.3	239.8	181.3
Αριθμός ατυχημάτων	5	9	40	46
Μέσος χρόνος αντίδρασης (s)	1.57	1.58	1.69	1.89

Η απόσταση από το προπορευμένο όχημα μειώνεται όσο αυξάνεται η ποσότητα αλκοόλ. Αξιοσημείωτη είναι η αλλαγή του αριθμού ατυχημάτων που αυξάνεται ραγδαία. Ο μέσος χρόνος αντίδρασης, αυξάνεται όπως είναι επόμενο. Η διαφορά του χρόνου δεν είναι πολύ μεγάλη όμως αυτά τα παραπάνω κλάσματα δευτερόλεπτων είναι ικανά να προκαλέσουν ατύχημα.

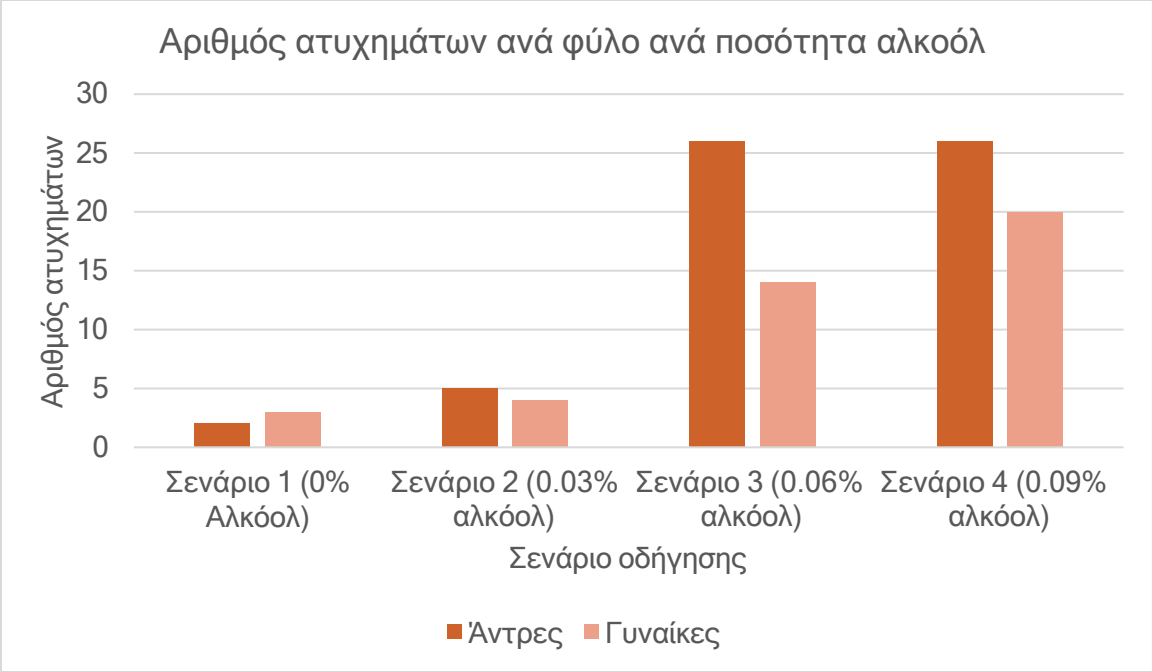
Τέλος, συγκρίνεται η οδηγική συμπεριφορά που αναφέρθηκε προηγουμένως, με βάση το φύλο και την ηλικιακή κατηγορία των οδηγών.



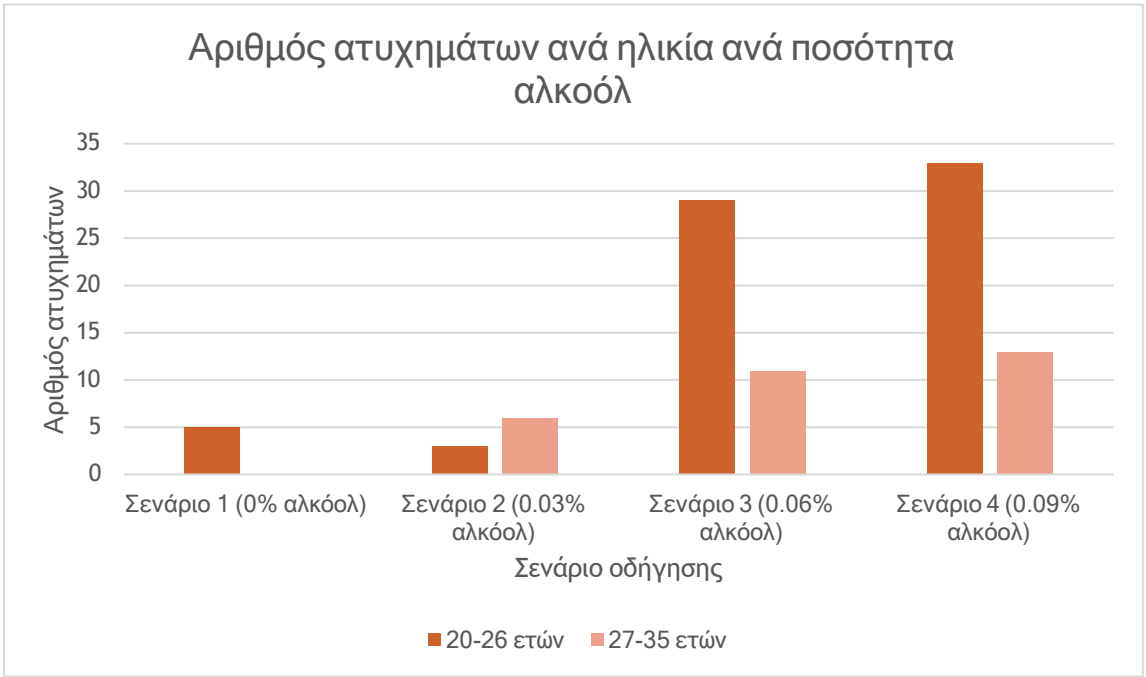
Γράφημα 4.6 : Μέση ταχύτητα ανά ποσότητα αλκοόλ ανά φύλο (km/h)



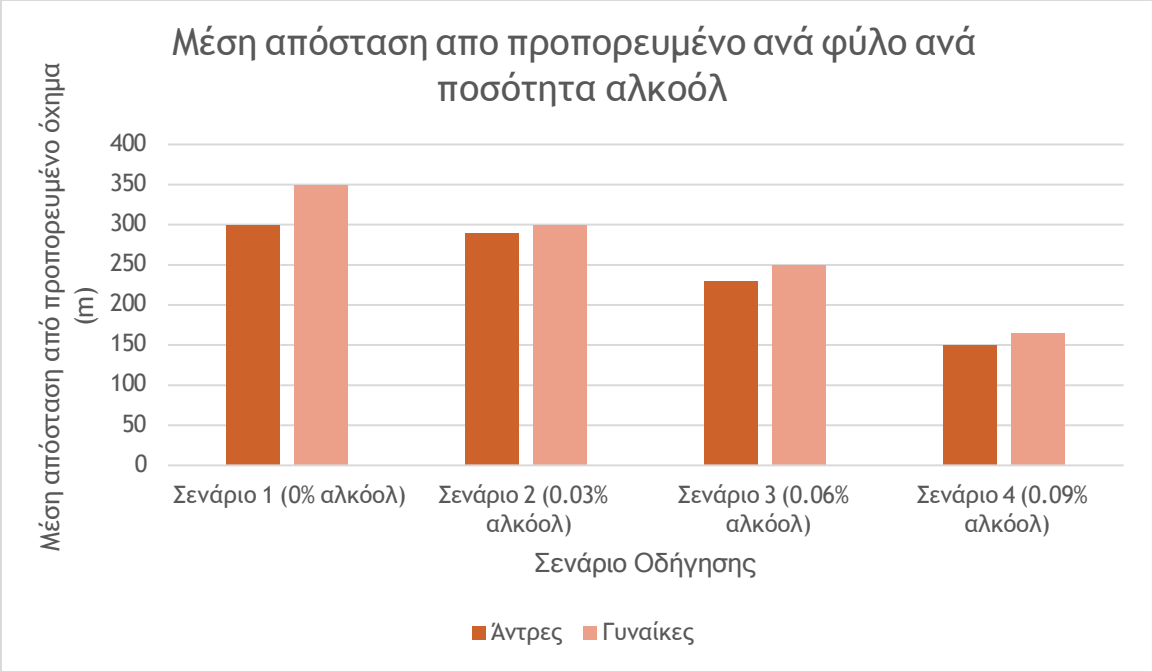
Γράφημα 4.7 : Μέση ταχύτητα ανά ποσότητα αλκοόλ ανά ηλικιακή ομάδα (km/h)



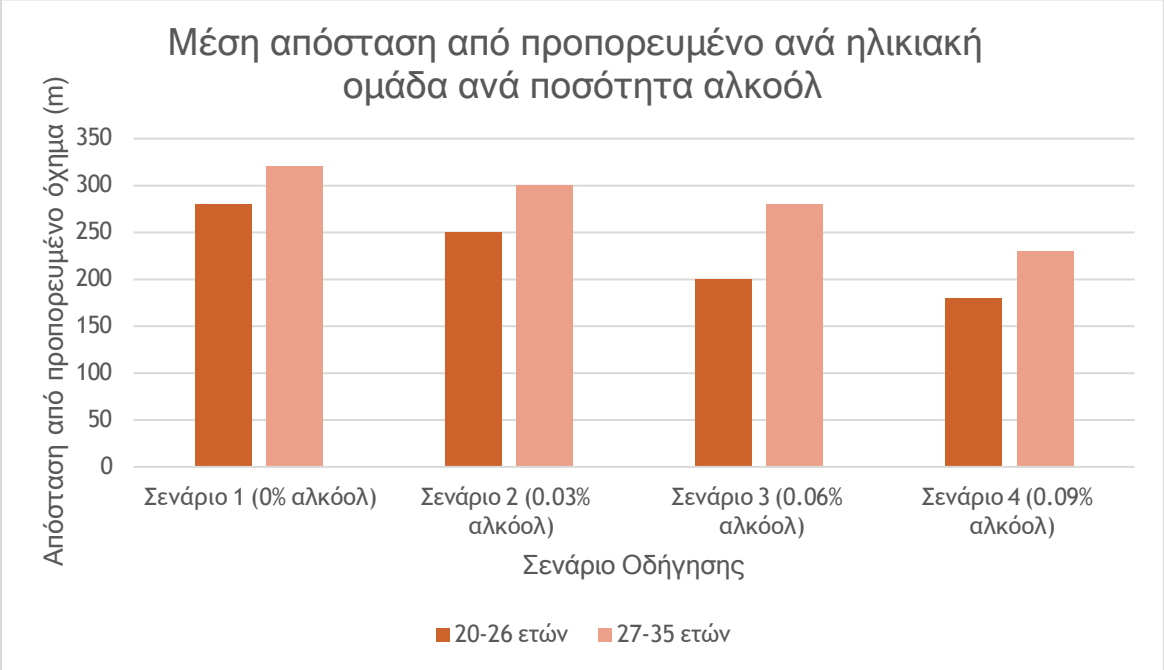
Γράφημα 4.8: Αριθμός ατυχημάτων ανά ποσότητα αλκοόλ ανά φύλο



Γράφημα 4.9: Αριθμός ατυχημάτων ανά ηλικιακή ομάδα ανά ποσότητα αλκοόλ



Γράφημα 4.10: Μέση απόσταση από το προπορευμένο όχημα ανά φύλο ανά ποσότητα αλκοόλ (m)



Γράφημα 4.11: Μέση απόσταση από προπορευμένο ανά ηλικιακή ομάδα ανά ποσότητα αλκοόλ (m)

Παρατηρείται ότι όσον αφορά στη μέση ταχύτητα, δεν υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά ως προς το φύλο αλλά ως προς την ηλικιακή ομάδα. Εκείνοι που βρίσκονται στην ομάδα 27 έως 35 ετών, έχουν μεγαλύτερη εμπειρία και φροντίζουν να κρατούν μικρότερη ταχύτητα, ειδικά όσο αυξάνεται η επιρροή του αλκοόλ στον οργανισμό τους, για να εξασφαλίσουν μεγαλύτερη ασφάλεια, όπως φαίνεται στο γράφημα 4.7.

Από το γράφημα 4.8 συμπεραίνεται πως το ανδρικό φύλο έχει την τάση να δημιουργεί περισσότερα ατυχήματα, ενώ το γυναικείο όχι. Όπως επίσης παίζει καταλυτικό ρόλο η ηλικία, καθώς οι μικρότερες ηλικίες εμφανίζουν με διαφορά περισσότερα ατυχήματα συγκριτικά με τους μεγαλύτερους, όπως φαίνεται στο γράφημα 4.9.

Τέλος, η μέση απόσταση, οι γυναίκες δείχνουν να διατηρούν μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας από τους άνδρες, όπως και όσοι είναι μεγαλύτεροι ηλικιακά, όπως φαίνεται στο 4.10 και 4.11. Το σίγουρο είναι πως η απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται, όσο αυξάνεται το αλκοόλ.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία ανάπτυξης τεσσάρων μαθηματικών μοντέλων και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή. Συγκεκριμένα, τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν αφορούν στην απόσταση του οχήματος από το προπορευμένο, τον μέσο χρόνο αντίδρασης και την πιθανότητα ατυχήματος. Τα μοντέλα αναπτύχθηκαν με δεδομένα από βάσεις δεδομένων, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού R και διάφορες δοκιμές για την επιλογή των κατάλληλων μοντέλων που πληρούν τα κριτήρια αποδοχής. Για κάθε μοντέλο παρουσιάζονται η εξίσωση και η στατιστική σημαντικότητά του, μαζί με τις μεταβλητές και την επεξήγησή τους. Επίσης, γίνεται αξιολόγηση της ποιότητας κάθε μοντέλου, αναλύοντας τη συσχέτιση των μεταβλητών, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Spearman για διακριτές και Pearson για συνεχείς μεταβλητές. Τέλος, παρατίθενται βασικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών, όπως συχνότητα, ποσοστά, εύρος τιμών, μέγιστη, ελάχιστη, μέση τιμή και τυπική απόκλιση, καθώς και ανάλυση του βαθμού επιρροής και ευαισθησίας τους.

5.2 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

5.2.1. Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα

Ύστερα από την δοκιμή πολλών συνδυασμών από τα αποτελέσματα του προσομοιωτή οδήγησης και τις μεταβλητές του ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι εθελοντές , προκύπτει ένα γραμμικό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης για την απόσταση του οχήματος από το προπορευόμενο αυτού. Δίνεται από την σχέση:

Avg_HWay = 109.201 -7.102 * Scenario_No - 2.813 * days_perweek_urban -5.951 * beer_limit + 10.115 * gender

- Avg_HWay: Απόσταση οχήματος από το προπορευόμενο όχημα (m) – Συνεχής μεταβλητή
- Scenario_No: Σενάριο που εξαρτάται από την ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό βάσει πυκνότητας στο αίμα – 0: 0%, 1: 0.03%, 2: 0.06%, 3: 0.09% - Διακριτή μεταβλητή
- Days_perweek_urban: Πόσες μέρες την εβδομάδα χρησιμοποιεί ένας οδηγός το όχημα του - από 1 μέρα:1, … λιγότερες: 8 - Διακριτή μεταβλητή

- Beer_limit: Πόσα ποτήρια μπύρας χρειάζονται για να φτάσουν τα επιτρεπτά όρια του αλκοόλ – 1 ποτήρι: 1, ... 4 ποτήρια: 4 – Διακριτή μεταβλητή
- Gender: Φύλο 1: άνδρας, 2: γυναίκα - Διακριτή μεταβλητή

Ο παρακάτω πίνακας (**πίνακας 5.1**) εμφανίζει τα δεδομένα που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό σχετικά με τις μεταβλητές του μοντέλου. Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου, συμπεραίνεται ότι οι τιμές του pr(|t|) είναι κάτω από 0.05. Συνεπώς, το μοντέλο έχει επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επιπλέον, όπως θα αναλυθεί αργότερα, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης είναι λογικά και ερμηνεύσιμα.

Πίνακας 5.1: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

	Estimate Std.	**Error**	**t value**	**Pr(>|t|)**	**(*)**
(Intercept)	109.201	9.729	11.224	< 2e-16	***
days_perweek_urban	-2.813	0.747	-3.763	0.0002	***
beer_limit	-5.951	2.256	-2.638	0.009	**
gender	10.115	3.540	2.857	0.005	**
Scenario_No	-7.101	1.504	-4.722	5.78e-06	***

* Επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ** Επίπεδο εμπιστοσύνης 99% *** Επίπεδο εμπιστοσύνης 99,9%

Σύμφωνα με τα πρόσημα της εξίσωσης:

- Η **απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** μειώνεται καθώς αυξάνεται η ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό, πιθανώς επειδή η κατανάλωση αλκοόλ μειώνει την αίσθηση του χώρου για τον οδηγό.
- Όσο περισσότερη **εμπειρία** έχουν οι οδηγοί, τόσο μικρότερη απόσταση διατηρούν από το προπορευόμενο όχημα, λόγω της αυξημένης αυτοπεποίθησής τους.
- Η **έλλειψη γνώσης για την επίδραση του αλκοόλ στον οργανισμό** φαίνεται να οδηγεί σε μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, πιθανώς λόγω αφέλειας σχετικά με τις συνέπειες.
- Το ανδρικό φύλο διατηρεί μικρότερη απόσταση ασφαλείας από ότι το γυναικείο φύλο, πιθανολογώντας πως συμβαίνει καθώς οι γυναίκες συνήθως είναι πιο τυπικές στους κανόνες συγκριτικά με τους άντρες.

5.2.2 Στατιστική σημαντικότητα και ποιότητα μοντέλου

Το μοντέλο έχει συντελεστή προσδιορισμού R^2=0.29, βάσει του **πίνακας 5.2**, δείχνοντας μία σχετικά καλή προσαρμογή του μοντέλου

Πίνακας 5.2: Ποιότητα μοντέλου

R^2	0.29
Adjusted R^2	0.26
Std. Error of the Estimate	19.82

5.2.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Στη συνέχεια, για τη συσχέτιση των μεταβλητών διαχωρίστηκαν οι συνεχείς από τις διακριτές μεταβλητές. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η συσχέτιση Spearman για τις διακριτές μεταβλητές. Στο συγκεκριμένο μοντέλο δεν υπήρχαν συνεχείς μεταβλητές παρά μόνο διακριτές. Παρατηρείται ότι δεν παρουσιάζεται υψηλή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών καθώς όλες οι τιμές είναι μικρότερες του 0.4.

Πίνακας 5.3: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

	scenario_No	**beer_limit**	**gender**	**average_alcohol_quantity**
average_alcohol_quantity	0	-0.01	0	1
gender	-0.14	-0.11	1	0
beer_limit	-0.23	1	-0.11	-0.01
scenario_No	1	-0.23	-0.14	0

5.2.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στο παρακάτω πίνακα εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά για κάθε διακριτή μεταβλητή σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική, όπως η συχνότητα και τα ποσοστά.

Πίνακας 5.4: Περιγραφική στατιστική των διακριτών μεταβλητών

Days_perweek_urban			Beer_limit		
	Frequency	Percent		Frequency	Percent
1	16	11.4%	1	24	17.1%
2	8	5.7%	2	76	54.3%
3	16	11.4%	3	32	22.9%
4	8	5.7%	4	8	5.7%
5	24	17.1%	TOTAL	140	100%
6	20	14.2%	gender		
7	48	34.3%		Frequency	Percent
8	0	0%	1	84	60%
TOTAL	140	100%	2	56	40%
			TOTAL	140	100%

5.2.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

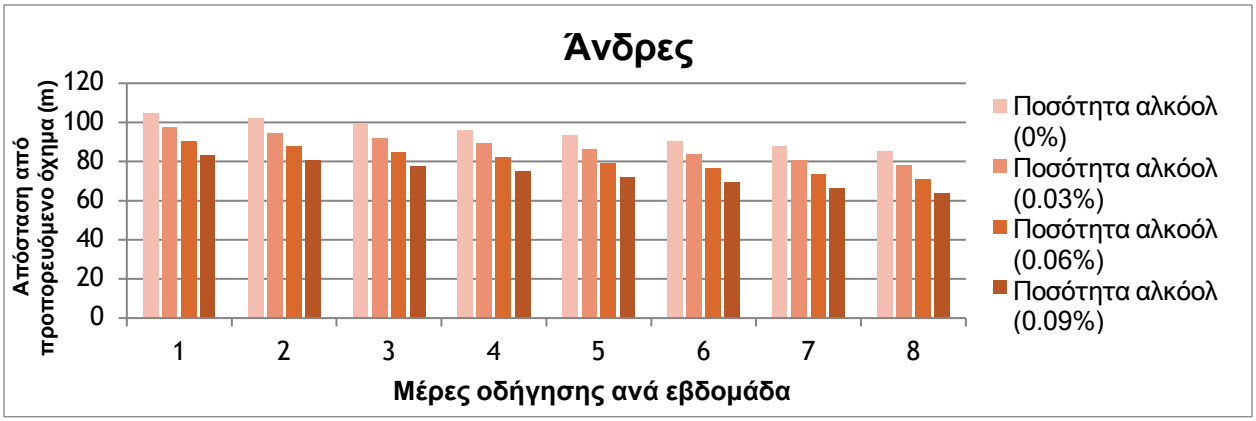
Για να υπολογιστεί η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στην απόσταση του προπορευόμενου οχήματος αναλόγως της ποσότητας αλκοόλ στον οργανισμό, υπολογίζεται η ελαστικότητα "e" και ο βαθμός σχετικής επίδρασης "e*", που αντιπροσωπεύει τον λόγο των ανεξάρτητων μεταβλητών προς εκείνη με τη μικρότερη επίδραση στην εξαρτημένη. Μεγαλύτερη επίδραση στην απόσταση από το προπορευμένο όχημα έχει το φύλο, με το σενάριο οδήγησης να ακολουθεί σημειώνοντας **2.52 φορές μεγαλύτερη επίδραση** από τη μεταβλητή των ημερών κατανάλωσης αλκοόλ.

Πίνακας 5.5: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

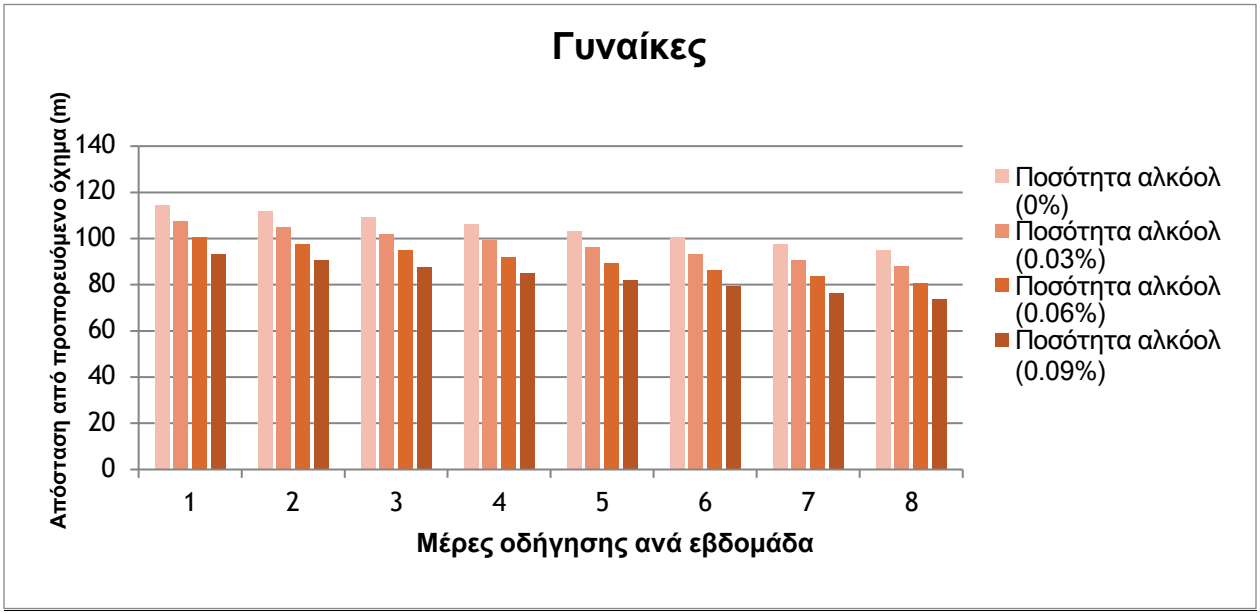
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	t value	e	e*
	(Constant)	109.201	11.224		
1 έως 8	Μέρες κατανάλωσης αλκοόλ	-2.813	-3.763	-0.03	1.00
1 έως 4	Επιτρεπτό όριο ποτηριών μπύρας	-5.951	-2.638	-0.06	2.12
1 έως 2	Φύλο	10.115	2.857	0.10	-3.60
1 έως 4	Σενάριο Οδήγησης	-7.102	-4.722	-0.07	2.52

5.2.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Για την ανάλυση της ευαισθησίας της μεταβλητής days_perweek_urban (Ημέρες που χρησιμοποιεί ο οδηγός το όχημα του ανά εβδομάδα) σχηματίστηκαν τα **Διαγράμματα 5.1 και 5.2** στα οποία παρουσιάζεται η επιρροή της μεταβλητής σε σχέση με την απόσταση του προπορευμένου οχήματος σε όλα τα στάδια ποσότητας αλκοόλ στον οργανισμό χωρισμένα σε φύλο.



Διάγραμμα 5.1: Επιρροή της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα σε μέτρα στους άνδρες αναλόγως τις μέρες οδήγησης ανά εβδομάδα



Διάγραμμα 5.2: Επιρροή της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα στις γυναίκες αναλόγως τις μέρες οδήγησης ανά εβδομάδα

Παρατηρείται πως όσο αυξάνεται η κατανάλωση αλκοόλ τόσο μειώνεται η απόσταση από το προπορευμένο όχημα. Δεν αλλάζει σημαντικά η απόσταση αναλόγως το φύλο. Όσο ενισχύεται η εμπειρία οδήγησης, τόσο μειώνεται και η απόσταση, καθώς αυξάνεται η αυτοπεποίθηση του οδηγού.

5.3 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τον μέσο χρόνο αντίδρασης

Το γραμμικό μοντέλο για τον μέσο χρόνο αντίδρασης, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πληθώρα δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

Avg_ReactionTime = 1.021 + 0.108 * Scenario_No + 0.204 * average_alcohol_quantity + 0.128 * beer_limit -0.14 * returning_home_scenario

- Avg_ReactionTime: Μέσος χρόνος αντίδρασης κατά την εμφάνιση εμποδίου (s) - Συνεχής μεταβλητή
- Scenario_No: Σενάριο που εξαρτάται από την ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό βάσει πυκνότητας στο αίμα – 0: 0%, 1: 0.03%, 2: 0.06%, 3: 0.09% - Διακριτή μεταβλητή
- Average_alcohol_quantity: Ερώτηση από ερωτηματολόγιο - Μέση κατανάλωση αλκοόλ του οδηγού -1: 1 ή λιγότερο, ... 6: 6 ή περισσότερα – Διακριτή μεταβλητή.
- Beer_limit: Πόσα ποτήρια μπύρας χρειάζονται για να φτάσουν τα επιτρεπτά όρια του αλκοόλ – 1 ποτήρι: one, ... 4 ποτήρια: 4 – Διακριτή μεταβλητή
- Returning_home_scenario: Οι επιλογές επιστροφής στο σπίτι μετά από την κατανάλωση αλκοόλ -1: Θα έβρισκα οποιονδήποτε άλλο τρόπο, 2: Θα οδηγούσα με πολύ μεγάλη προσοχή, 3: θα οδηγούσα κανονικά – Διακριτή μεταβλητή

Ο παρακάτω πίνακας (**πίνακας 5.6**) εμφανίζει τα δεδομένα που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό σχετικά με τις μεταβλητές του μοντέλου. Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου, παρατηρείται ότι όλες οι τιμές του t-value για κάθε μεταβλητή υπερβαίνουν το 1.7, ενώ οι τιμές του pr(|t|) είναι κάτω από 0.05. Συνεπώς, το μοντέλο έχει επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επιπλέον, όπως θα αναλυθεί αργότερα, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης είναι λογικά και ερμηνεύσιμα.

Πίνακας 5.6: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

	Estimate Std.	Error	t value	Pr(>|t|)	(*)
(Intercept)	1.0209	0.173	5.898	2.81e-08	***
average_alcohol_quantity	0.2041	0.053	3.883	0.0002	***
beer_limit	0.1283	0.046	2.819	0.006	**
returning_home_scenario	-0.14	0.062	-2.270	0.025	*
Scenario_No	0.108	0.031	3.429	0.0008	***

*Επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ** Επίπεδο εμπιστοσύνης 99% *** Επίπεδο εμπιστοσύνης 99,9%

Σύμφωνα με την αιτιολόγηση των προσήμων:

- Ο **μέσος χρόνος αντίδρασης** αυξάνεται υπό την επήρεια αλκοόλ, επιβεβαιώνοντας ότι τα αντανακλαστικά του οδηγού επηρεάζονται σημαντικά.
- Η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων αλκοόλ συσχετίζεται με **αυξημένο χρόνο αντίδρασης**, γεγονός που ενδέχεται να οφείλεται στην αδυναμία των ατόμων να αντιληφθούν πλήρως τις επιπτώσεις του αλκοόλ στη σωματική τους λειτουργία.
- Όσο λιγότερη είναι η γνώση των συμμετεχόντων σχετικά με την επίδραση του αλκοόλ στον οργανισμό, τόσο **αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασής** τους, καθώς δεν αντιλαμβάνονται άμεσα ότι έχουν επηρεαστεί από την κατανάλωσή του.
- Διαπιστώθηκε ότι οι οδηγοί που επιλέγουν **εναλλακτικό μέσο μεταφοράς** για την επιστροφή τους μετά την κατανάλωση αλκοόλ, παρουσίασαν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, πιθανώς λόγω της μειωμένης εξοικείωσης με την αντίδραση σε καταστάσεις υπό την επίδραση του αλκοόλ.

5.3.2 Στατιστική σημαντικότητα και ποιότητα μοντέλου

Το μοντέλο έχει συντελεστή προσδιορισμού R^2=0.20, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.7, δείχνοντας ικανοποιητική προσαρμογή στο μοντέλο.

Πίνακας 5.7: Ποιότητα μοντέλου

R^2	0.20
Adjusted R^2	0.17
Std. Error of the Estimate	0.41

5.3.3. Συσχέτιση μεταβλητών

Στη συνέχεια, για τη συσχέτιση των μεταβλητών διαχωρίστηκαν οι συνεχείς από τις διακριτές μεταβλητές. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η συσχέτιση Spearman για τις διακριτές μεταβλητές. Στο συγκεκριμένο μοντέλο δεν υπήρχαν συνεχείς μεταβλητές παρά μόνο διακριτές. Παρατηρείται ότι δεν παρουσιάζεται υψηλή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών καθώς όλες οι τιμές είναι κατά βάση μικρότερες του 0.4, με μία τιμή οριακά αποδεκτή στο 0.43.

Πίνακας 5.8: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

	Scenario_No	**beer_limit**	**returning_home _scenario**	**average_alcohol_ quantity**
average_alcohol_quantity	0	-0.01	0	1
returning_home_scenario	0.43	0.1	1	0
beer_limit	-0.07	1	0.1	-0.01
Scenario_No	1	-0.07	0.43	0

5.3.4. Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Στο παρακάτω πίνακα εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά για κάθε διακριτή μεταβλητή σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική, όπως η συχνότητα και τα ποσοστά

Πίνακας 5.9: Περιγραφική στατιστική των διακριτών μεταβλητών

average_alcohol_quantity		
	Frequency	Percent
1	52	37.14%
2	72	51.43%
3	12	8.57%
4	4	2.86%
Total	140	100%

beer_limit		
	Frequency	Percent
1	24	17.1%
2	76	54.3%
3	32	22.9%
4	8	5.7%
Total	140	100%

returning_home_scenario		
	Frequency	Percent
1	52	37.14%
2	76	54.29%
3	12	8.57%
Total	140	100%

5.3.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

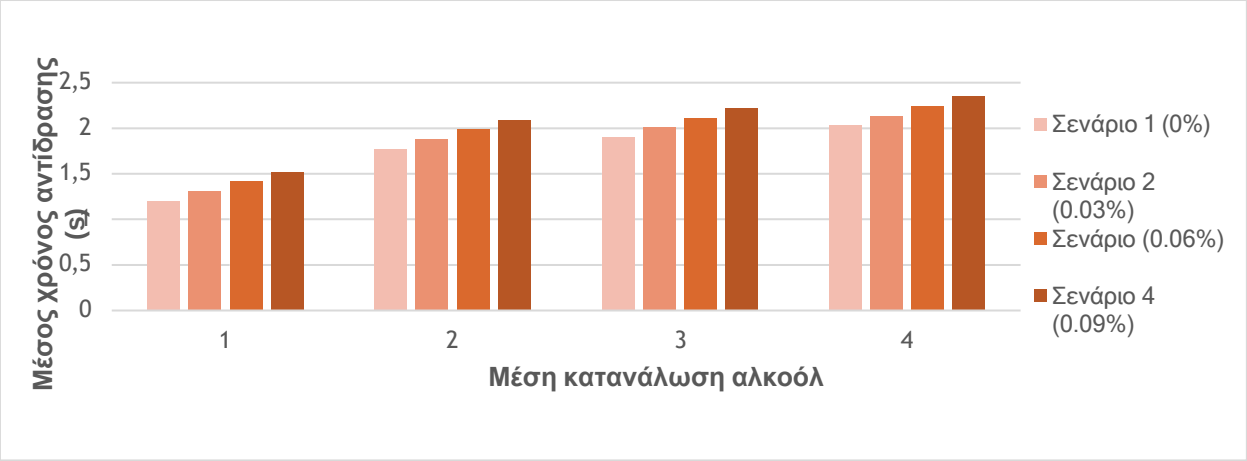
Για να υπολογιστεί η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στον μέσο χρόνο αντίδρασης βάσει της ποσότητας αλκοόλ στον οργανισμό, υπολογίζεται η ελαστικότητα "e" και ο βαθμός σχετικής επίδρασης "e*," που αντιπροσωπεύει τον λόγο των ανεξάρτητων μεταβλητών προς εκείνη με τη μικρότερη επίδραση στην εξαρτημένη. Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 5.10** η μέση κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει περισσότερο στον χρόνο αντίδρασης. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα όλες οι μεταβλητές επηρεάζονται παρόμοια στην απόσταση από το προπορευμένο όχημα, με τη πρώτη θέση να απέχει μόνο κατά 0.59 από τη δεύτερη και 0.7 τη τρίτη και 0.89 τη τελευταία.

Πίνακας 5.10 : Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	t value	e	e*
	(Constant)	1.021	5.898		
1 έως 4	Μέση κατανάλωση αλκοόλ	0.204	3.883	0.13	1.89
1 έως 3	Επιτρεπτό όριο ποτηριών μπύρας	0.128	2.819	0.08	1.19
1 έως 4	Επιλογές επιστροφής στο σπίτι	0.140	-2.270	0.09	1.30
1 έως 4	Σενάριο Οδήγησης	0.108	3.429	0.07	1.00

5.3.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Για την ανάλυση της ευαισθησίας της μεταβλητής average_alcohol_quantity (Μέση ποσότητα κατανάλωσης αλκοόλ) σχηματίστηκαν το **Διάγραμμα 5.3** στα οποία παρουσιάζεται η επιρροή της μεταβλητής σε σχέση με την απόσταση του προπορευμένου οχήματος σε όλα τα στάδια ποσότητας αλκοόλ στον οργανισμό χωρισμένα σε φύλο .



Διάγραμμα 5.3 : Επίδραση στον χρόνο αντίδρασης αναλόγως την ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνουν συνήθως

Επεξήγηση: 1: 1 ή λιγότερα ποτά , 2: 2-3 ποτά , 3: 4-5 ποτά, 4: 6 ή περισσότερα ποτά

Συμπεραίνεται πως αυτοί που πίνουν συχνότερα περισσότερη ποσότητα αλκοόλ , αυξάνουν τον χρόνο αντίδρασης τους, πιθανώς λόγω της συνήθειά τους θεωρούν πως έχει αναπτυχθεί εμπειρία στην οδήγηση με επήρεια το αλκοόλ, γεγονός όμως που δεν είναι αληθινό.

5.4 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την πιθανότητα ατυχήματος

5.4.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα

Ένα διωνυμικό λογιστικό μοντέλο για την πιθανότητα ατυχήματος, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας λογιστική παλινδρόμηση ύστερα από δοκιμές, δίνεται από την εξής σχέση:

$$Accident\ Probability = \frac{e^{Number_of_accident}}{e^{Number_of_accident} + 1}$$

Number_of_accidents = -2.4192+ 1.7238*Scenario_No -0.0022 *exceeded_breathalyzer_limit -0.1486 *times_driven_intoxicated_last_year -0.5819 *annual_family_income

Όπου,

- Number_of_accidents: Ύπαρξη ή όχι ατυχήματος – 0: όχι, 1: ναι – Διακριτή μεταβλητή.
- Scenario_No: Σενάριο που εξαρτάται από την ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό βάσει πυκνότητας στο αίμα – 0: 0%, 1: 0.03%, 2: 0.06%, 3: 0.09% - Διακριτή μεταβλητή
- Exceeded_breathalyzer_limit: Οι φορές, σε αριθμό, που ο οδηγός έχει υπερβεί το όριο του αλκοτέστ τον περασμένο χρόνο - Συνεχής μεταβλητή.
- Times_driven_intoxicated_last_year: Φορές που ο οδηγός έχει χρησιμοποιήσει αμάξι ύστερα από κατανάλωση αλκοόλ τον περασμένο χρόνο – Συνεχής μεταβλητή
- Annual_family_income: Το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα - 1: <10000, 2: 10000-25000, 3: >25000 – Διακριτή μεταβλητή

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 5.11) παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου, παρατηρείται ότι όλες οι τιμές του p-value για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1.7. Οι τιμές του pr(>|t|) είναι μικρότερες από 0.05, δηλαδή το μοντέλο έχει επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, εκτός από τις τιμές του pr(>|t|) του annual_family_income που έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 90%. Ακόμα, όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία.

Πίνακας 5.11: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

	Estimate Std.	**Error**	**p-value**	**Pr(>|t|)**	**(*)**
(Intercept)	-2.419	0.789	-3.065	0.002175	**
Scenario_No	1.724	0.285	6.049	1.46e-09	***
exceeded_breathalyzer_limit	-0.002	0.0006	-3.399	0.000676	***
times_driven_intoxicated_last_year	-0.147	0.061	-2.424	0.015332	*
annual_family_income	-0.582	0.344	-1.694	0.090360	.

Αναλύοντας:

- Όσο **αυξάνεται η κατανάλωση αλκοόλ** , τόσο αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος
- Για όσους έχουν **υποστεί έλεγχο του αλκοτέστ** και έχουν **υπερβεί το όριο**, η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος μειώνεται, πιθανώς επειδή

συνειδητοποιούν ότι πρέπει να είναι προσεκτικοί όταν πίνουν και αντισταθμίζουν τον κίνδυνο με προσεκτικότερη οδήγηση. Παρόλο που η κατανάλωση αλκοόλ σχετίζεται με την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, ο έλεγχος τους παρακινεί να οδηγούν με μεγαλύτερη προσοχή, ή να αποφεύγουν να οδηγούν υπό την επήρεια αλκοόλ.

- Όσο **περισσότερο έχουν οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ** τον τελευταίο χρόνο, τόσο λιγότερο πιθανό είναι να προκαλέσουν ατύχημα, ίσως επειδή συνειδητοποιούν την ανάγκη για μεγαλύτερη προσοχή.
- Το **εισόδημα** επηρεάζει την πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα. Τα σύγχρονα οχήματα διαθέτουν προηγμένους αισθητήρες και τεχνολογίες ασφαλείας, όπως αυτόματη πέδηση έκτακτης ανάγκης. Αν υποθέσουμε ότι άτομα με υψηλότερο εισόδημα έχουν μεγαλύτερη πρόσβαση σε οχήματα με τέτοια συστήματα, η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα ίσως να μην μειώνεται σημαντικά.

5.4.2 Στατιστική σημαντικότητα και ποιότητα μοντέλου

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 5.12) παρουσιάζεται η πιθανότητα επιτυχημένης πρόβλεψης του μοντέλου για την πραγματοποίηση ή μη ατυχήματος. Το ποσοστό επιτυχημένης πρόβλεψης είναι 78.57%, αρκετά ικανοποιητικό.

Πίνακας 5.12 : Ποσοστό πρόβλεψης μοντέλου

	Prediction	
Reference	0	1
0	57	14
1	16	53
Overall percentage	**78.57%**	

5.4.3.Συσχέτιση μεταβλητών

Για την ανάλυση της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών εφαρμόστηκε η συσχέτιση Spearman, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.13. Διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, καθώς όλες οι τιμές είναι κάτω από 0.4

Πίνακας 5.13:Συσχέτιση μεταβλητών

	Scenario_No	exceeded_breathalyzer_limit	times_driven_intoxicated_last_year	annual_family_income
Scenario_No	-0.01	-0.09	0.38	1
exceeded_breathalyzer_limit	0	0.07	1	0.38
times_driven_intoxicated_last_year	-0.01	1	0.07	-0.09
annual_family_income	1	-0.01	0	-0.01

5.4.5. Βαθμός επιρροής μεταβλητών

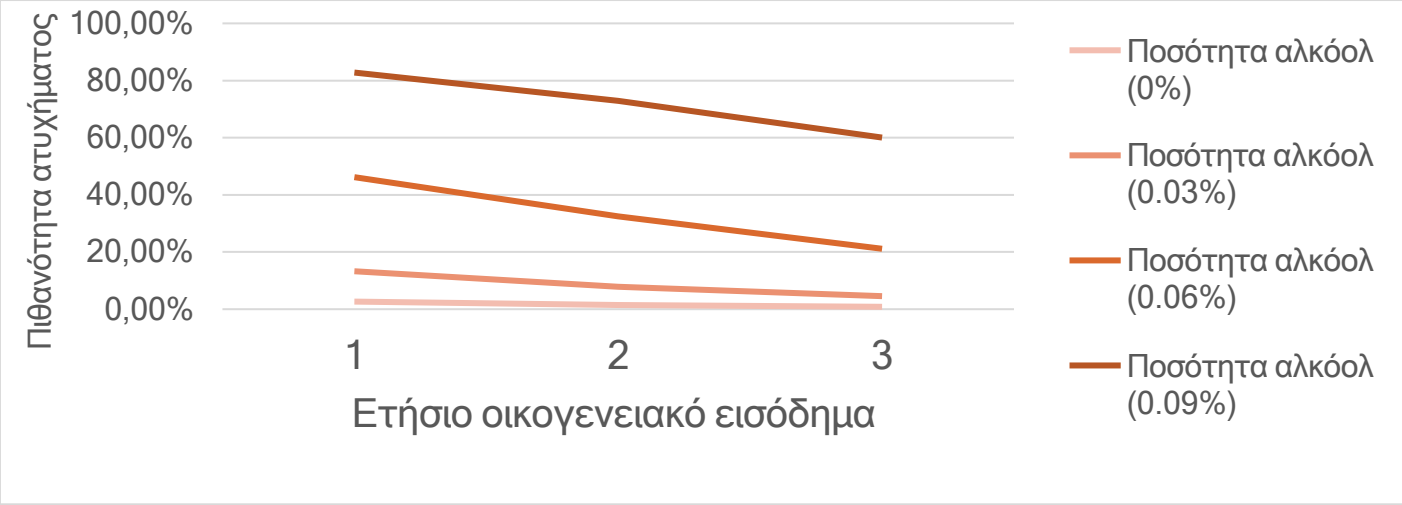
Για να υπολογιστεί η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στον μέσο χρόνο αντίδρασης βάσει της ποσότητας αλκοόλ στον οργανισμό, υπολογίζεται η ελαστικότητα "e" και ο βαθμός σχετικής επίδρασης "e*", που αντιπροσωπεύει τον λόγο των ανεξάρτητων μεταβλητών προς εκείνη με τη μικρότερη επίδραση στην εξαρτημένη. Με μεγάλη διαφορά **η μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης είναι το σενάριο οδήγησης**, δηλαδή αν υπάρχει και πόση ποσότητα αλκοόλ στον οργανισμό του ατόμου, κατά 5475.88 φορές μεγαλύτερη επιρροή από το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Ακολουθούν οι μεταβλητές της οδήγησης άνω του επιτρεπτού ορίου και η μέση κατανάλωση αλκοόλ που είναι 1304.3 και 333.10 φορές μεγαλύτερες από το οικογενειακό εισόδημα αντίστοιχα.

Πίνακας 5.14: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	t value	e	e*
Διακριτές μεταβλητές	Σενάριο Οδήγησης	1.724	0.285	0.972	-5475.88
	Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-0.0022	0.001	-0.002	1.00
Συνεχείς μεταβλητές	Φορές οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ	-0.149	0.061	-0.059	1.00
	Φορές που έχουν περάσει το επιτρεπτό όριο αλκοόλ	-0.582	0.344	-0.232	3.93

5.4.6.Ανάλυση ευαισθησίας

Για την ανάλυση ευαισθησίας δημιουργήθηκαν διαγράμματα στα οποία γίνεται κατανοητή η επιρροή στο ετήσιο μέσο εισόδημα στην πιθανότητα ατυχήματος.



Διάγραμμα 5.4: Επιρροή του μέσου οικογενειακού εισοδήματος στην πιθανότητα ατυχήματος.

Επεξήγηση : 1: <10.000 , 2: 10.000-25.000 , 3: >25.000

- Βάσει του παραπάνω, φαίνεται πως το υψηλότερο εισόδημα συνδυάζεται με την μειωμένη πιθανότητα σε ατύχημα υπό την επήρεια αλκοόλ. Αν υποθέσουμε ότι άτομα με υψηλότερο εισόδημα έχουν μεγαλύτερη πρόσβαση σε οχήματα με τέτοια συστήματα, η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα ίσως να μειώνεται σημαντικά.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Βασικός στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι **οι επιπτώσεις της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ στο αστικό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Εξετάζεται δηλαδή η επιρροή της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ καθώς και η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος στο οδικό δίκτυο.

Ο προσομοιωτής οδήγησης χρησιμοποιήθηκε από 35 εθελοντές οδηγούς, νεαρής ηλικίας (20-35 ετών) που πήραν μέρος στη πειραματική διαδικασία. Ύστερα από την εξέταση τους στον προσομοιωτή, απάντησαν σε ένα ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο και ο συνδυασμός αυτός βοήθησε στη συλλογή απαραίτητων δεδομένων. Κάθε συμμετέχοντας οδήγησε σε τέσσερα (4) σενάρια την ίδια διαδρομή, έχοντας δύο τυχαία εμπόδια σε κάθε ένα σενάριο. Το σενάριο διαφοροποιούταν στην κατανάλωση αλκοόλ και αναλυόταν σε 0%, 0.03%, 0.06% και 0.09% (BAC) ποσότητα αλκοόλ στο αίμα. Άλλαζε λοιπόν η αντανακλαστικότητα, η ορατότητα και η διαχείριση του τιμονιού. Η σειρά που οδηγούσε ο εθελοντής τα σενάρια ήταν τυχαία, με σκοπό να αποφευχθεί η πιθανή ομαλή προσαρμογή στον συμμετέχοντα.

Τα δεδομένα που εξάχθηκαν από το σύστημα του προσομοιωτή οδήγησης, επεξεργάστηκαν σωστά μέσω της στατιστικής ανάλυσης, με τη γλώσσα προγραμματισμού R. Ο πίνακας δεδομένων δημιουργήθηκε συγκεντρώνοντας τα δεδομένα και τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου. Αναλύθηκαν διάφορες δοκιμές εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών μέσω γραμμικής και διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, ώστε να προβλεφθεί η επίπτωση της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ και την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος. Τα αποτελέσματα αφορούν στην απόσταση από το προπορευμένο όχημα και τον μέσο χρόνο αντίδρασης, καθώς και την πιθανότητα ατυχήματος.

Στους παρακάτω **πίνακες 6.1 και 6.2** παρουσιάζονται τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης, στα οποία φαίνονται και οι τιμές ελαστικότητας, ώστε η επιρροή μεταξύ τους να είναι κατανοητή.

Πίνακας 6.1: Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος

Πιθανότητα Ατυχήματος					
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		**B**	**p value**	**e**	**e***
Διακριτές Μεταβλητές	Σενάριο Οδήγησης	1.724	0.285	0.972	-5475.88
	Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-0.0022	0.001	-0.002	1.00
Συνεχείς Μεταβλητές	Φορές οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ	-0.149	0.061	-0.059	1.00
	Φορές που έχουν περάσει το επιτρεπτό όριο αλκοόλ	-0.582	0.344	-0.232	3.93
Ποσοστό πρόβλεψης			78.57%		

Πίνακας 6.2: Γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	**Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα**				**Μέσος χρόνος αντίδρασης**			
	B	**t value**	**e**	**e***	**B**	**t value**	**e**	**e***
Μέρες χρήσης αμαξιού	-2.813	-3.763	-0.03	1.00				
Επιτρεπτό όριο ποτηριών μπύρας	-5.951	-2.638	-0.06	2.12				
Φύλο	10.115	2.857	0.10	-3.60				
Σενάριο Οδήγησης	-7.102	-4.722	-0.07	2.52				
Μέση ποσότητα κατανάλωσης αλκοόλ					0.204	3.883	0.13	1.89
Επιτρεπτό όριο ποτηριών μπύρας					0.128	2.819	0.08	1.19
Επιλογές επιστροφής στο σπίτι					0.140	-2.270	0.09	1.30
Σενάριο οδήγησης					0.108	3.429	0.07	1.00
R^2	0.29				0.20			

6.2 Συνολικά αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από το προηγούμενο κεφάλαιο σε συνδυασμό με τα μαθηματικά μοντέλα και τη σχετική επιρροή μεταξύ των μεταβλητών που παρουσιάζονται παραπάνω είναι οι βασικοί οδηγοί για την εξαγωγή των συμπερασμάτων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Διατυπώνονται ως εξής:

- Η **πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος** επηρεάζονται σημαντικά από την κατανάλωση αλκοόλ. Φαίνεται η ποσότητα αλκοόλ να είναι ο σημαντικότερης λόγος για την εμφάνιση των ατυχημάτων συγκριτικά με τους υπόλοιπους λόγους που ενδέχεται να επηρεάζεται το αποτέλεσμα.

- Το αλκοόλ επηρεάζει επίσης τα **αντανακλαστικά του ατόμου**, αποτέλεσμα της αλλαγής του ρυθμού της επεξεργασίας των δεδομένων. Αυτό επιβεβαιώθηκε στο πείραμα, καθώς ο **χρόνος αντίδρασης** αυξήθηκε σημαντικά με την κατανάλωση αλκοόλ.
- Η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα **μειώνεται**, καθώς αυξάνεται με την κατανάλωση αλκοόλ. Υπό την επίδραση του αλκοόλ, οι λειτουργίες του εγκεφάλου επιβραδύνονται και γίνονται λιγότερο ακριβείς, οδηγώντας σε αλλοιωμένη αντίληψη του χώρου και του χρόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση της ικανότητας του οδηγού να αξιολογεί σωστά την απόσταση και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Όταν αυτός είναι οδηγός δεν αντιλαμβάνεται την απόσταση του και την χώρο γύρω του, γεγονός που επηρεάζει την απόσταση από το προπορευμένο όχημα.

Από τα στατιστικά μοντέλα που επιλέχθηκαν, βγήκαν νέα συμπεράσματα για την οδηγική συμπεριφορά και το αλκοόλ

- Φαίνεται το **γυναικείο φύλο** να κρατά σε γενικές γραμμές μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευμένο όχημα συγκριτικά με το αντρικό φύλο, πιθανώς γιατί χαρακτηρίζονται συνήθως πιο προσεκτικές.
- Η ηλικιακή ομάδα σχετίζεται με την διατήρηση μεγαλύτερης απόστασης ασφαλείας συγκριτικά με τους νεότερους συμμετέχοντες. Άτομα ηλικίας 27 έως 35 ετών διατηρούσαν μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας συγκριτικά με εκείνους ηλικίας 20 έως 26 ετών. Τα άτομα έχουν περισσότερη οδηγική εμπειρία, γεγονός που βοηθάει στην διατήρηση μίας σωστής απόστασης ανεξαρτήτως κατανάλωσης αλκοόλ, λόγω της ωριμότητας τους.
- Το **εισόδημα** επηρεάζει την πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα. Τα σύγχρονα οχήματα διαθέτουν προηγμένους αισθητήρες και τεχνολογίες ασφαλείας, όπως αυτόματη πέδηση έκτακτης ανάγκης. Αν υποθέσουμε ότι άτομα με υψηλότερο εισόδημα έχουν μεγαλύτερη πρόσβαση σε οχήματα με τέτοια συστήματα, η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα ίσως να μην μειώνεται σημαντικά.
- Η **καθημερινή οδήγηση** συχνά ενισχύει την αυτοπεποίθηση των οδηγών, με αποτέλεσμα, όταν οδηγούν υπό την επήρεια αλκοόλ, να βασίζονται περισσότερο στις μηχανικές τους κινήσεις και όχι στην απαραίτητη προσοχή, η οποία είναι κρίσιμη σε αυτές τις συνθήκες.
- Όταν ένας άνθρωπος αγνοεί την επιρροή του αλκοόλ, όπως για παράδειγμα ποιο είναι το αποδεκτό όριο κατανάλωσης που θέτει την οδήγηση ασφαλής, τότε είναι **πιο επιρρεπής** να εμπλακεί σε ατύχημα. Αυτό πιθανολογείται, καθώς υποτιμούν την επίδραση του στον εγκέφαλο και αψηφούν τους κινδύνους.
- Οι άνθρωποι που **καταναλώνουν συχνά αλκοόλ**, είναι πιο πιθανό να εμπλακούν σε ατύχημα. Το αλκοόλ μπορεί να δίνει την ψευδαίσθηση ότι ελέγχεται εύκολα, όμως στην πραγματικότητα οι προσωρινές επιπτώσεις του στον εγκέφαλο, όπως η θόλωση της σκέψης, η μείωση των αντανακλαστικών και η αλλοίωση της

αίσθησης του χώρου και του χρόνου, δεν γίνονται αντιληπτές από το άτομο που βρίσκεται υπό την επήρειά του.

- Όσοι έχουν ήδη οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ δείχνουν λιγότερο πιθανή την εμπλοκή σε ατύχημα. Η **αντίληψη του κινδύνου** τους οδηγεί να αναγνωρίσουν την σημασία του θέματος και να είναι πολύ προσεκτικοί.
- Για όσους έχουν **υποστεί έλεγχο του αλκοτέστ** και έχουν **υπερβεί το όριο**, η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος μειώνεται, πιθανώς επειδή συνειδητοποιούν ότι πρέπει να είναι προσεκτικοί όταν πίνουν και αντισταθμίζουν τον κίνδυνο με προσεκτικότερη οδήγηση. Παρόλο που η κατανάλωση αλκοόλ σχετίζεται με την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, ο έλεγχος τους παρακινεί να οδηγούν με μεγαλύτερη προσοχή, ή να αποφεύγουν να οδηγούν υπό την επήρεια αλκοόλ.

6.3 Προτάσεις για ελαχιστοποίηση οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ

Βάσει της έρευνας με την πειραματική διαδικασία, επιβεβαιώθηκε η σημαντικότητα της αποφυγής της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ. Η κατανάλωση αλκοόλ συμβάλλει σαφώς αρνητικά στην υγεία του ανθρώπου, και είναι δεδομένο ότι ο καθένας οφείλει να μειώσει/εκμηδενίσει όσο μπορεί την κατανάλωσή του, για να ελαχιστοποιήσει τις πιθανότητες εμφάνισης προβλημάτων υγείας λόγω αυτού. Ωστόσο, ο συνδυασμός αλκοόλ και οδήγησης δεν είναι μονάχα ατομικό, αλλά και **συλλογικό ζήτημα**, καθώς θέτει σε κίνδυνο όχι μόνο τον ίδιο τον οδηγό, αλλά και όσους βρίσκονται κοντά του. Καθίσταται, λοιπόν, αναγκαία η **θέσπιση σοβαρών μέτρων από την Πολιτεία**, ώστε να αφυπνίσει την ενσυναίσθηση των πολιτών και να τους κινητοποιήσει, αν όχι να μηδενίσουν, να ελαχιστοποιήσουν την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.

Αρχικά, οι **έλεγχοι αλκοτέστ πρέπει να γίνουν αυστηρότεροι και συχνότεροι**. Χρειάζεται να ενισχυθεί η αστυνομική παρουσία με περισσότερους τυχαίους ελέγχους για αλκοόλ, ειδικά τα βράδια και τα Σαββατοκύριακα, σε κεντρικούς δρόμους και περιοχές με νυχτερινή ζωή. Αυτό σε συνδυασμό με την αυστηρή εφαρμογή των προστίμων, χωρίς δυνατότητα υπεκφυγής. Το κόστος των προστίμων πρέπει να αυξηθεί, και να γίνεται αφαίρεση διπλώματος εάν το επίπεδο αλκοόλ έχει ξεπεράσει κάποιο μειωμένο όριο σε σχέση με το τωρινό.

Η αποθάρρυνση της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ μπορεί να ενισχυθεί μέσω **εκστρατειών ενημέρωσης**. Ο πολίτης χρειάζεται να εκπαιδεύεται και να ενημερώνεται σχετικά με τους κινδύνους της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ μέσω κοινωνικών εκστρατειών, διαφημίσεων και προγραμμάτων σε σχολεία και πανεπιστήμια.

Παράλληλα, η **ανάπτυξη της τεχνολογίας** μπορεί να βοηθήσει στην κινητοποίηση ενάντια στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ. Για παράδειγμα, μπορεί να προωθηθεί η χρήση τεχνολογιών στα **αυτοκίνητα που ανιχνεύουν** εάν ο οδηγός έχει καταναλώσει αλκοόλ και να αποτρέπουν την εκκίνηση του οχήματος. Επίσης, μπορεί να καταστεί

υποχρεωτική η χρήση αλκοολόμετρων σε οχήματα (**Interlocks**), ώστε ο οδηγός να υποβάλλεται σε αλκοτέστ και να επιτρέπεται η εκκίνηση του οχήματος μόνο εάν η κατανάλωση αλκοόλ είναι μηδενική.

Οι λύσεις είναι τόσο συλλογικές όσο και ατομικές. Ο πολίτης οφείλει να είναι **ώριμος και ευσυνείδητος** και να επιλέγει άλλα μέσα επιστροφής στο σπίτι σε περίπτωση που έχει καταναλώσει αλκοόλ.

6.4 Περαιτέρω έρευνα

Αντλώντας πληροφορίες από το κεφάλαιο 2 – βιβλιογραφική ανασκόπηση στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι εμφανές πώς υπάρχουν ζητήματα βάσει το αλκοόλ που ακόμη δεν έχουν αναλυθεί ενδελεχώς αναφορικά στις επιπτώσεις της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ. Μερικές προτάσεις για διενέργεια μελλοντικών ερευνών και πειραμάτων φαίνονται παρακάτω:

- Οδήγηση σε **διαφορετικές καιρικές συνθήκες**. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μόνο με ηλιοφάνεια. Η εμφάνιση βροχής ή ομίχλης, είναι φαινόμενα που σίγουρα θα αποφέρουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα.
- Συμμετοχή **μεγαλύτερου ηλικιακού εύρους**.
- Συμμετοχή ατόμων που **δεν μένουν σε αστική περιοχή** και έτσι δεν είναι συνηθισμένοι σε οδήγηση πόλης.
- Συμμετοχή **μεγαλύτερου αριθμού οδηγών**, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη αξιοπιστία στα αποτελέσματα.
- Οδηγική συμπεριφορά ανθρώπου που έχει καταναλώσει αλκοόλ και οδηγεί **όταν είναι μόνος του και όταν συνοδεύει και άλλα άτομα** (φίλους, οικογένεια , συναδέλφους κ.α.)
- Αξιοποίηση **διαφορετικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης** από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.
- Συμμετοχή στη πειραματική διαδικασία **έχοντας καταναλώσει στη πραγματικότητα αλκοόλ**. Αυτό συνεπάγεται με δεδομένη ώρα ξεκούρασης, παροχής νερού και φαγητού και ύστερα ολοκλήρωση του πειράματος. Τα αποτελέσματα θα είναι ακόμη πιο αξιόπιστα, καθώς θα είναι καθαρά η δική τους επίδραση στο αλκοόλ.
- Διαχωρισμός ομάδων με την πρώτη να είναι άτομα που **πίνουν συχνά αλκοόλ και τη δεύτερη με άτομα που δεν είναι συνηθισμένα στο αλκοόλ.**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Allen, H. C., Weafer, J., Wesley, M. J., & Fillmore, M. T. (2020). Acute rewarding and disinhibiting effects of alcohol as indicators of drinking habits. Psychopharmacology, 1-11
2. Ankit Kumar Yadav, Nagendra R. Velaga, "A comprehensive systematic review of the laboratory-based research investigating the influence of alcohol on driving behavior," Transportation Research Part F: Psychology and Behavior 81, July 2021, 557-585
3. Berthelon, C., & Galy, E. (2020). Variation of performance, of self-reported alertness and effort as a function of low doses of alcohol and of driving experience. European Transport Research Review, 12, 1-9
4. Brickley, B., Desbrow, B., McCartney, D., & Irwin, C. (2018). Effects of Consuming a Low Dose of Alcohol with Mixers Containing Carbohydrate or Artificial Sweetener on Simulated Driving Performance. Nutrients, 10(419), 1-16
5. Casares-Lopez, ´ M., Castro-Torres, J. J., Martino, F., Ortiz-Peregrina, S., Ortiz, C., & Anera, R. G. (2020). Contrast sensitivity and retinal straylight after alcohol consumption: effects on driving performance Scientific Reports, 10, 13599.
6. Christoforou, Z., Karlaftis, M. G., & Yannis, G. (2013). Reaction times of young alcohol-impaired drivers. Accident Analysis and Prevention, 61, 54-62
7. Davis-Stober, C. P., McCarty, K. N., & McCarthy, D. M. (2019). Decision Making and Alcohol: Health Policy Implications. Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, 6(1), 64-71
8. Drummond-Lage, A. P., de Freitas, R. G., Cruz, G., Perillo, L., Paiva, M. A., & Wainstein, A. J. A. (2018). Correlation between blood alcohol concentration (BAC), breath alcohol concentration (BrAC) and psychomotor evaluation in a clinical monitored study of alcohol intake in Brazil. Alcohol, 66, 15-20
9. Fillmore, M. T., Blackburn, J. S., & Harrison, E. L. R. (2008). Acute disinhibiting effects of alcohol as a factor in risky driving behavior. Drug and Alcohol Dependence, 95 (1-2), 97-106
10. Fiorentino, D. D. (2018). The effects of breath alcohol concentration on postural control. Traffic injury prevention, 19(4), 352-357
11. Freydier, C., Berthelon, C., Bastien-Toniazzo, M., & Gineyt, G. Divided attention in young drivers under the influence of alcohol. Journal of Safety Research, 49 (February 2014), 13-18
12. Hartman, R. L., Brown, T. L., Milavetz, G., Spurgin, A., Pierce, R. S., Gorelick, D. A., ... Huestis, M. A. (2015). Cannabis effects on driving lateral control with and without alcohol. Drug and Alcohol Dependence, 31(2), 144-148

13. Huemer, A. K., & Vollrath, M. (2010). Alcohol-related impairment in the Lane Change Task. Accident Analysis and Prevention, 42(6), 1983–1988
14. Lenne, M. G., Dietze, P. M., Triggs, T. J., Walmsley, S., Murphy, B., & Redman, J. R. (2010). The effects of cannabis and alcohol on simulated arterial driving: Influences of driving experience and task demand. Accident Analysis and Prevention, 42, 859–866
15. Li, Y. C., Sze, N. N., Wong, S. C., Yan, W., Tsui, K. L., & So, F. L. (2016). A simulation study of the effects of alcohol on driving performance in a Chinese population. Accident Analysis and Prevention, 95, 334–342
16. Miller, R. E., Brown, T. L., Lee, S., Tibrewal, I., Gaffney, G. G., Milavetz, G., … Huestis, M. A. (2020). Impact of cannabis and low alcohol concentration on divided attention tasks during driving. Traffic injury prevention, 1–7
17. Plawecki, M. H., Koskie, S., Kosobud, A., Justiss, M. D., & Connor, S. O. (2018). Alcohol intoxication progressively impairs drivers' capacity to detect important environmental stimuli. Pharmacology, Biochemistry and Behavior, 175, 62–68.
18. Potard, C., Kubiszewski, V., Camus, G., Courtois, R., & Gaymard, S. (2018). Driving under the influence of alcohol and perceived invulnerability among young adults: An extension of the theory of planned behavior. Transportation research part F: Traffic psychology and behaviour, 55, 38–46
19. Shiferaw, B. A., Crewther, D. P., & Downey, L. A. (2019). Gaze entropy measures detect alcohol-induced driver impairment. Drug and Alcohol Dependence, 204, Article 107519
20. Van Dijken, J. H., Veldstra, J. L., Van de Loo, A. J. A. E., Verster, J. C., van der Sluiszen, N. N. J. J. M., Vermeeren, A., ... de Waard, D. (2020). The influence of alcohol (0.5‰) on the control and manoeuvring level of driving behaviour, finding measures to assess driving impairment: A simulator study. Transportation research part F: Traffic psychology and behaviour, 73, 119–127
21. Van Dyke, N. A., & Fillmore, M. T. (2015). Distraction produces over-additive increases in the degree to which alcohol impairs driving performance. Psychopharmacology, 232, 4277–4284
22. Wan, J., Wu, C., Zhang, Y., Houston, R. J., Chen, C. W., & Chanawangsa, P. (2017). Drinking and driving behavior at stop signs and red lights. Accident Analysis and Prevention, 104(April 2017), 10–17
23. Weafer, J., & Fillmore, M. T. (2012b). Acute tolerance to alcohol impairment of behavioral and cognitive mechanisms related to driving: Drinking and driving on the descending limb. Psychopharmacology, 220(4), 697–706.
24. Zhang, X., Zhao, X., Du, H., Ma, J., & Rong, J. (2014). Effect of different breath alcohol concentrations on driving performance in horizontal curves. Accident Analysis and Prevention, 72, 401–410

25. Zhao, X., Zhang, X., & Rong, J. (2014). Study of the effects of alcohol on drivers and driving performance on straight road. Mathematical Problems in Engineering, 2014
26. European Commission (2024), Annual Statistical report on road safety in the 2024, https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/b30e9840-4c22-4056-9dab-0231a98e7356_en?filename=ERSOnext_AnnualReport_20240229.pdf
27. European Transport Safety Council (2021), Drink-driving fact file- Greece SMART-COUNTRY-ANALYSIS_GREECE_03.pdfhttps://etsc.eu/wp-content/uploads/SMART-COUNTRY-ANALYSIS_GREECE_03.pdf
28. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΣΤΥΝΟΜΙΑ 2023, https://www.astynomia.gr/file/2024/04/epetirida2023.pdf
29. Μανταδάκης 2020 «ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ», Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο https://apothesis.lib.hmu.gr/bitstream/handle/20.500.12688/9390/MantadakisVasileios2020.pdf?sequence=1
30. WHO, https://extranet.who.int/roadsafety/death-on-the-roads/#ticker
31. Ελληνική Στατιστική Αρχή, https://www.statistics.gr/el/home?p_p_id=com_liferay_portal_search_web_portlet_SearchPortlet_INSTANCE_3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_com_liferay_portal_search_web_portlet_SearchPortlet_INSTANCE_3_mvcPath=%2Fview_content.jsp&_com_liferay_portal_search_web_portlet_SearchPortlet_INSTANCE_3_assetEntryId=16874828&_com_liferay_portal_search_web_portlet_SearchPortlet_INSTANCE_3_type=document
32. Επαγγελματικό Επιμελητήριο Αθηνών, https://www.eea.gr/arthra-eea/trochea-atichimata-afti-i-mastiga/
33. Κανελλαϊδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Λαϊου Α., "Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα, 2011-2020", Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Οδοποιίας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, 2012
34. Κοκκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., "Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική με Εφαρμογές", Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 2010
35. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Γκόλιας Ι. Κ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ. Χ., "Κυκλοφοριακή Τεχνική" Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2009
36. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Ι. Κ. Γκόλιας, "Οδική Ασφάλεια" Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994
37. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ. Χ., Τσαμπούλας Δ. Α., "Διαχείριση Κυκλοφορίας" Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1997

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 15773 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ.: 210 772 1285, 210 772 1331 - email: transport@mail.ntua.gr

www.transport.ntua.gr

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
HEROON POLYTECHNIOU 5 - GR-15773 ZOGRAFOU - ATHENS
Phone: +30 210 772 1285, +30 210 772 1331 - email: transport@mail.ntua.gr

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Α/Α συμμετέχοντα:____

Ημερομηνία πειράματος:____/___/____

Α. Γενικά στοιχεία συμμετέχοντα:

1. Ηλικία: ____ετών
2. Φύλο: ☐Άντρας ☐Γυναίκα ☐Άλλο
3. Σας αρέσει η οδήγηση; ☐Ναι ☐Όχι ☐ Ουδέτερο
4. Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;

   ☐Ανύπαντρος/η ☐Παντρεμένος/η ☐Διαζευγμένος/η ☐Χήρος/α
5. Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο;

   ☐Πρωτοβάθμια ☐Δευτεροβάθμια ☐ΑΕΙ ☐Μεταπτυχιακό

Β. Οδική εμπειρία συμμετέχοντα:

1. Πόσα χρόνια έχετε το δίπλωμα οδήγησης; _____χρόνια
2. Πόσα χρόνια οδηγείτε; _____ χρόνια
3. Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα **εντός πόλης**;

   ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐ Λιγότερες:___ημέρες κατά τη διάρκεια ενός μήνα.
4. Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα σε **επαρχιακή οδό** (όχι αυτοκινητόδρομος);

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7

☐Λιγότερες: ημέρες κατά τη διάρκεια ενός μήνα.

5. Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα **εντός πόλης**;

☐<20 ☐20-50 ☐50-100 ☐100-150 ☐>150

6. Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα **σε επαρχιακή οδό**;

☐<20 ☐20-50 ☐50-100 ☐100-150 ☐ >150

Γ. Συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ:

1. Πόσο συχνά καταναλώνετε αλκοόλ.

☐Ποτέ ☐Περιστασιακά (λιγότερο από 1 φορά τη βδομάδα) ☐ 1-2 φορές την εβδομάδα ☐3-4 φορές την εβδομάδα ☐5 φορές ή περισσότερες την εβδομάδα

2. Ποια είναι η μέση ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνετε κάθε φορά που πίνετε;

☐1 ποτό ή λιγότερο ☐2-3 ποτά ☐4-5 ποτά ☐6 ή περισσότερα ποτά

3. Έχετε αισθανθεί ποτέ ότι δεν μπορείτε να ελέγξετε την κατανάλωση αλκοόλ σας;

☐Ποτέ ☐Σπάνια ☐Συχνά ☐Πολύ συχνά

Δ. Εμπειρίες οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ:

1. Έχετε οδηγήσει ποτέ υπό την επήρεια αλκοόλ;

☐Όχι ☐Ναι

2. Αν ναι, πόσες φορές έχετε οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ τον τελευταίο χρόνο;

☐1 φορά ☐2-3 φορές ☐4-5 φορές ☐6 ή περισσότερες φορές

3. Έχετε νιώσει ποτέ ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρέασε την ικανότητά σας να οδηγήσετε;

☐Όχι ☐ Ναι, λίγο ☐Ναι, αρκετά ☐Ναι, πολύ

4. Ποιες από τις ακόλουθες δυσκολίες αντιμετωπίσατε κατά την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ; (Επιλέξτε όλες που ισχύουν)

☐ Δυσκολία συγκέντρωσης ☐ Αργά αντανακλαστικά ☐ Δυσκολία στην κρίση ☐ Ασταθής συντονισμός ☐ Υπνηλία ☐ Άλλο (διευκρινίστε): _____

5. Πόσο συχνά νιώθετε ότι η κατανάλωση αλκοόλ σας ωθεί να οδηγήσετε πιο παρορμητικά ή επιθετικά;

   ☐ Ποτέ ☐ Σπάνια ☐ Περιστασιακά ☐ Συχνά ☐ Πάντα

6. Έχετε εμπλακεί ποτέ σε τροχαίο ατύχημα είτε ως οδηγός είτε ως επιβάτης, εξαιτίας της κατανάλωσης αλκοόλ;

   ☐ Ναι, ήμουν οδηγός και είχα πιει αλκοόλ .
   ☐ Ναι, ήμουν επιβάτης σε όχημα που οδηγούσε κάποιος υπό την επήρεια αλκοόλ.
   ☐ Όχι, ευτυχώς δεν έχω εμπλακεί σε τροχαίο ατύχημα υπό την επήρεια αλκοόλ.
   ☐ Προτιμώ να μην απαντήσω σε αυτήν την ερώτηση.

7. Έχετε δεχθεί ποτέ έλεγχο για τα επίπεδα οινοπνεύματος στον οργανισμό σας (αλκοτέστ) από τις αρμόδιες αρχές;

   ☐ Όχι ☐ Ναι, μία φορά ☐ Ναι, 2-3 φορές ☐ Ναι, 4 ή περισσότερες φορές

8. Αν ναι, έχετε παραβιάσει ποτέ τα επιτρεπτά επίπεδα συγκέντρωσης οινοπνεύματος στον οργανισμό σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία;

   ☐ Όχι ☐ Ναι, μία φορά ☐ Ναι, 2-3 φορές ☐ Ναι, 4 ή περισσότερες φορές

Ε. Γνώσεις και αντιλήψεις σχετικά με την οδήγηση και το αλκοόλ:

1. Γνωρίζετε το επιτρεπόμενο όριο κατανάλωσης αλκοόλ από έναν οδηγό ανά λίτρο εκπνεόμενου αέρα, σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία;

   ☐ Όχι ☐ Ναι, είναι 0.1gr ☐ Ναι, είναι 0.25gr ☐ Ναι, είναι 0.5gr

2. Πόσα μεγάλα ποτήρια μπύρας πιστεύετε ότι αρκούν για να φτάσει κάποιος το επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό;

   ☐ Ένα ☐ Δύο ☐ Τρία ☐ Τέσσερα