



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Διπλωματική Εργασία

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΛΚΟΟΛ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΕΠΑΡΧΙΑΚΕΣ ΟΔΟΥΣ



Παπαδάκης Γεώργιος

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

Αθήνα, Μάρτιος 2025

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται ο κύκλος των σπουδών μου στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Υψίστης σημασίας ήταν η συμβολή όλων όσων βοήθησαν, μέσω ενός κλίματος εξαιρετικής συνεργασίας, με οποιοδήποτε τρόπο στην ανάπτυξη και ολοκλήρωσή της.

Πρωτίστως, ευχαριστώ θερμά τον κύριο Γεώργιο Γιαννή, καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την ανάθεση του αντικειμένου της έρευνας και την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Οι παραδειγματικές υποδείξεις του και οι οδηγίες συνέβαλαν στην πραγματοποίηση μίας σύμφωνης με τα επιστημονικά πρότυπα ολοκληρωμένης μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω στον υποψήφιο διδάκτορα κύριο Μάριο Σεκαδάκη, του οποίου η συνεχής υποστήριξη και πολύτιμη καθοδήγηση υπήρξαν καθοριστικές για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένειά μου για την αμέριστη υποστήριξη και συμπαράσταση σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και τους φίλους μου, που στάθηκαν δίπλα μου, παρέχοντας ενθάρρυνση και δύναμη σε κάθε βήμα αυτής της διαδρομής.

Αθήνα, Μάρτιος 2025

Γεώργιος Παπαδάκης

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΛΚΟΟΛ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΕΠΑΡΧΙΑΚΕΣ ΟΔΟΥΣ

Γεώργιος Παπαδάκης

Επιβλέπων | Γεώργιος Γιαννής Καθηγητής, Ε.Μ.Π.

Σύνοψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει την επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά σε επαρχιακές οδούς, εστιάζοντας στις αλλαγές που επιφέρει σε κρίσιμες παραμέτρους, όπως η μέση ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης, η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και η πιθανότητα ατυχήματος. Η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου για την πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων, επηρεάζοντας τόσο τις γνωστικές όσο και τις κινητικές δεξιότητες του οδηγού. Για τη διερεύνηση της επίδρασης αυτής, πραγματοποιήθηκε πείραμα προσομοίωσης οδήγησης, στο οποίο συμμετείχαν 35 οδηγοί διαφορετικών χαρακτηριστικών. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγήσουν υπό διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα, συγκεκριμένα 0%, 0.03%, 0.06% και 0.09%, προκειμένου να καταγραφούν οι διακυμάνσεις στην οδηγική τους συμπεριφορά. Παράλληλα, συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω ερωτηματολογίων, τα οποία περιλάμβαναν πληροφορίες για τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τις οδηγικές τους συνήθειες και τις αντιλήψεις τους σχετικά με την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση στατιστικών και μαθηματικών μοντέλων, όπως η γραμμική παλινδρόμηση και η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η αύξηση της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα οδηγεί σε μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης, αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος και μειωμένη ικανότητα διατήρησης ασφαλούς απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι όσο αυξάνεται το αλκοόλ στον οργανισμό, τόσο αυξάνεται ο μέσος χρόνος αντίδρασης του οδηγού σε ξαφνικά συμβάντα, γεγονός που αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος. Η έρευνα παρέχει πολύτιμα δεδομένα που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ενίσχυση των πολιτικών οδικής ασφάλειας, μέσω της αυστηροποίησης των νομοθετικών πλαισίων, της αύξησης των ελέγχων και της προώθησης εκπαιδευτικών προγραμμάτων ενημέρωσης των οδηγών. Συνολικά, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη σημαντική επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική ασφάλεια και υπογραμμίζουν την ανάγκη λήψης επιπρόσθετων μέτρων πρόληψης.

Λέξεις κλειδιά:

Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, επαρχιακές οδοί, χρόνος αντίδρασης, πιθανότητα ατυχήματος, μέση ταχύτητα, μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, προσομοίωση οδήγησης, οδική ασφάλεια, τροχαία ατυχήματα, κυκλοφοριακή συμπεριφορά.

THE IMPACT OF ALCOHOL CONSUMPTION ON DRIVING IN RURAL ROADS

Georgios Papadakis

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

Abstract

The present thesis examines the effect of alcohol consumption on driving behavior on rural roads, focusing on changes in critical parameters such as average speed, reaction time, average distance from the preceding vehicle, and accident probability. Driving under the influence of alcohol is one of the most significant risk factors for traffic accidents, affecting both the cognitive and motor skills of the driver. To investigate this effect, a driving simulation experiment was conducted with 35 drivers of different characteristics, who were required to drive under varying blood alcohol concentration (BAC) levels of 0%, 0.03%, 0.06%, and 0.09% to record variations in their driving behavior. Additionally, data were collected through questionnaires, including demographic characteristics, driving habits, and perceptions regarding alcohol-impaired driving. Data analysis was performed using statistical and mathematical models, such as linear regression and binary logistic regression, revealing that increased BAC leads to a longer reaction time, higher accident probability, and reduced ability to maintain a safe distance from the preceding vehicle. Furthermore, findings indicated that as alcohol levels in the body rise, the driver's reaction time to sudden events significantly increases, thereby elevating the risk of an accident. This research provides valuable insights that can be used to strengthen road safety policies through stricter legislation, increased enforcement measures, and the promotion of educational awareness programs for drivers. Overall, the results confirm the significant impact of alcohol consumption on driving safety and emphasize the necessity of additional preventive measures.

Keywords:

Driving under the influence of alcohol, rural roads, reaction time, accident probability, average speed, average distance from the preceding vehicle, driving simulation, road safety, traffic accidents, driving behavior.

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά την επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά σε επαρχιακές οδούς, εστιάζοντας στις μεταβολές κρίσιμων παραμέτρων οδήγησης, όπως η μέση ταχύτητα, ο μέσος χρόνος αντίδρασης, η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και η πιθανότητα ατυχήματος. Η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ αποτελεί έναν από τους πλέον τεκμηριωμένους παράγοντες κινδύνου για την πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων, καθώς επηρεάζει σημαντικά τις γνωστικές και κινητικές δεξιότητες του οδηγού, μειώνοντας την ικανότητά του να λαμβάνει ορθές αποφάσεις και να αντιδρά έγκαιρα σε απρόβλεπτες καταστάσεις. Οι επιπτώσεις αυτές είναι ιδιαίτερα έντονες στις επαρχιακές οδούς, όπου η ποικιλία των οδικών χαρακτηριστικών και η έλλειψη φωτισμού δυσχεραίνουν περαιτέρω την οδήγηση.

Για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων αυτών, **πραγματοποιήθηκε πείραμα προσομοίωσης οδήγησης**, στο οποίο συμμετείχαν 35 οδηγοί διαφορετικών φύλων, ηλικίας 20-35 ετών. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγήσουν σε επαρχιακή οδό υπό διαφορετικά επίπεδα κατανάλωσης αλκοόλ, ενώ καταγράφηκαν κρίσιμες παράμετροι, όπως η μέση ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης, η τήρηση απόστασης ασφαλείας, καθώς και πολλές άλλες σημαντικές μεταβλητές που σχετίζονται με την οδηγική συμπεριφορά και την ασφάλεια. Το πείραμα περιλάμβανε τέσσερα διαφορετικά σενάρια οδήγησης, στα οποία προσομοιώνονταν η επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ μέσω αλλαγών στις συνθήκες οδήγησης, όπως η μείωση της ορατότητας στην οθόνη του προσομοιωτή, η αύξηση της αντίστασης στο τιμόνι και η μείωση της σταθερότητας του οχήματος. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγήσουν τα τέσσερα αυτά σενάρια με τυχαία σειρά, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση της εξοικείωσης. Το πρώτο σενάριο (Σενάριο 1) προσομοίωνε την οδήγηση σε κατάσταση πλήρους νηφαλιότητας με BAC (Blood Alcohol Content – Περιεκτικότητα Αλκοόλ στο Αίμα) 0%, ενώ το τέταρτο σενάριο (Σενάριο 4) αντιπροσώπευε το ακραίο επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ, αντιστοιχώντας σε BAC 0.9%. Παράλληλα, συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω ερωτηματολογίων, ώστε να διερευνηθούν περαιτέρω οι ατομικές διαφορές στην οδηγική συμπεριφορά και στην υποκειμενική αντίληψη του κινδύνου.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω εφαρμογής προηγμένων στατιστικών μεθόδων, όπως γραμμικά και λογιστικά μοντέλα παλινδρόμησης, προκειμένου να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ επιπέδων αλκοόλ στο αίμα (BAC) και των παραμέτρων οδήγησης. Τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές ελαστικότητας, παρουσιάζονται στους **Πίνακες 1 και 2**, προκειμένου να αποτυπωθεί με σαφήνεια η μεταξύ τους συσχέτιση.

Πίνακας 1: Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος

		Υπαρξη ατυχήματος			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	z	e	e*
Διακριτές	Σενάριο προσομοιωτή με αλκοόλ ή χωρίς	0.597	1.430	0.16	-5.03
	Αριθμός ελέγχων (αλκοτέστ)	-0.249	-2.236	-0.03	1
	Συνήθης ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνει ο συμμετέχων σε έξοδο	0.978	2.668	0.6	-19.13
Συνεχείς	Φορές οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ τον τελευταίο χρόνο	-0.208	-3.077	-0.04	-

Πίνακας 2: Γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης οδηγικών χαρακτηριστικών

		Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέσος χρόνος αντίδρασης				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	t	e	e*	B	t	e	e*	B	t	e	e*
Διακριτές	Ετήσια χιλιόμετρα σε επαρχιακό δίκτυο	2.677	3.549	0.050	-1.480								
	Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	8.984	6.564	0.160	-4.960					-184.500	-6.130	-0.330	-4.990
	Εμπλοκή σε ατύχημα ως οδηγός	-4.686	-3.445	-0.080	2.580	0.128	3.161	0.074	1.000	130.000	4.170	0.240	3.510
	Επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή	-1.813	-2.274	-0.030	1.000	0.062	2.391	0.040	0.490	37.010	2.070	0.070	1.000
	Πώς θα επιστρέψουν στο σπίτι τους μετά από κατανάλωση αλκοόλ					-0.207	-3.606	-0.120	-1.610	-119.100	-3.460	-0.220	-3.220
	Αριθμός ελέγχων (αλκοτέστ)					-0.035	-2.121	-0.020	-0.270				
	Επηρεοή του αλκοόλ στην ικανότητά για οδήγηση					0.129	3.648	0.074	1.010				
Συνεχείς	Προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι οδηγοί όταν καταναλώνουν αλκοόλ	1.083	0.266	0.000	-								
	Ετήσια χιλιόμετρα									-0.010	-2.890	-1.000	-
R ²		0.400				0.202				0.326			

Τα βασικά ευρήματα συνοψίζονται ως εξής:

- **Μέση ταχύτητα οδήγησης:**
 - ο Η ετήσια απόσταση οδήγησης σε επαρχιακές οδούς συσχετίζεται θετικά με τη μέση ταχύτητα, καθώς οι πιο έμπειροι οδηγοί αισθάνονται μεγαλύτερη εξοικείωση με τον δρόμο.
 - ο Η εμπλοκή σε τροχαία ατυχήματα στο παρελθόν συνδέεται με χαμηλότερες ταχύτητες, καθώς οι οδηγοί γίνονται πιο προσεκτικοί.
 - ο Το οικογενειακό εισόδημα σχετίζεται με αυξημένη μέση ταχύτητα, πιθανώς λόγω πρόσβασης σε πιο ασφαλή οχήματα.
 - ο Η κατανάλωση αλκοόλ οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας, πιθανώς λόγω προσπάθειας αντιστάθμισης των μειωμένων αντιδράσεων.
- **Μέσος χρόνος αντίδρασης:**
 - ο Οι οδηγοί που έχουν εμπλακεί σε ατυχήματα παρουσιάζουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, υποδηλώνοντας μεγαλύτερη προσοχή και διστακτικότητα.
 - ο Όσοι θεωρούν ότι μπορούν να οδηγήσουν κανονικά υπό την επήρεια αλκοόλ εμφανίζουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης, πιθανώς λόγω υπερεκτίμησης των ικανοτήτων τους.
 - ο Οι συχνοί έλεγχοι αλκοτέστ φαίνεται να μειώνουν τον χρόνο αντίδρασης, καθώς οι οδηγοί προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους υπό την προσδοκία ελέγχου.
- **Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα:**
 - ο Οι πιο έμπειροι οδηγοί τείνουν να διατηρούν μικρότερη απόσταση, ενδεχομένως λόγω εξοικείωσης με τις συνθήκες κυκλοφορίας.
 - ο Αντίθετα, η κατανάλωση αλκοόλ αυξάνει την απόσταση ασφαλείας, πιθανώς ως ασυνείδητη προσπάθεια αντιστάθμισης των μειωμένων αντιδράσεων.
 - ο Η οικονομική κατάσταση του οδηγού επηρεάζει επίσης την απόσταση, με τα άτομα υψηλότερου εισοδήματος να τη μειώνουν λόγω αυξημένης εμπιστοσύνης στα οχήματά τους.
- **Πιθανότητα ατυχήματος:**
 - ο Η κατανάλωση μεγαλύτερων ποσοτήτων αλκοόλ αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο ατυχήματος.
 - ο Η συχνότητα ελέγχων αλκοτέστ συνδέεται με μείωση της πιθανότητας ατυχήματος, καθώς οι οδηγοί γίνονται πιο προσεκτικοί.
 - ο Οι οδηγοί που καταναλώνουν αλκοόλ τακτικά φαίνεται να έχουν χαμηλότερη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, πιθανώς λόγω εξοικείωσης με την κατάσταση, αλλά αυτό δεν αναιρεί τον κίνδυνο.
 - ο Η μέση ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνει κάποιος στις εξόδους του κάθε φορά είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας στην πιθανότητα ατυχήματος.

Η παρούσα έρευνα επιβεβαιώνει ότι η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ έχει σαφώς αρνητικές επιπτώσεις στην οδηγική συμπεριφορά, αυξάνοντας την πιθανότητα τροχαίων ατυχημάτων, ιδιαίτερα σε επαρχιακές οδούς όπου οι συνθήκες οδήγησης είναι πιο απαιτητικές. Τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης συγκλίνουν με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, καταδεικνύοντας ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει πολλαπλούς παράγοντες της οδηγικής συμπεριφοράς, όπως η εκτίμηση αποστάσεων, ο χρόνος αντίδρασης και η διαχείριση της ταχύτητας.

Η έρευνα υπογραμμίζει την ανάγκη για αυστηρότερους ελέγχους και πολιτικές πρόληψης, όπως η εφαρμογή συστημάτων interlock, η εντατικοποίηση των αλκοτέστ και η ευαισθητοποίηση των οδηγών σχετικά με τους κινδύνους της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ. Η συνολική εικόνα που προκύπτει ενισχύει τη σημασία λήψης προληπτικών μέτρων και αυστηρότερων πολιτικών επιβολής του νόμου, με σκοπό τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων που σχετίζονται με την κατανάλωση αλκοόλ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1	Γενική ανασκόπηση	1
1.2	Στόχος.....	2
1.3	Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας	2
1.4	Δομή	4
2.	ΒΙΟΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	6
2.1	Γενικά.....	6
2.2	Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες.....	6
2.2.1	Επίδραση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα υπό την επήρεια αλκοόλ.....	6
2.2.2	Επίδραση του χρόνου αντίδρασης στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.....	7
2.2.3	Επίδραση της ταχύτητας στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.....	8
2.3	Σύνοψη	9
3.	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	13
3.1	Εισαγωγή.....	13
3.2	Μαθηματικά πρότυπα.....	13
3.2.1	Γραμμικό μοντέλο	13
3.2.2	Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο	13
3.3	Κριτήρια αξιολόγησης και αποδοχής μοντέλου.....	14
3.4	Εξήγηση αποτελεσμάτων	16
3.5	Λειτουργία λογισμικού στατιστικής ανάλυσης	16
4.	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	18
4.1	Εισαγωγή.....	18
4.2	Πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης	18
4.2.1	Εισαγωγή	18
4.2.2	Προσομοιωτής.....	18
4.2.3	Σενάρια πειράματος.....	21
4.2.4	Συμμετέχοντες	22
4.2.5	Προετοιμασία και επιλογή πειράματος	22
4.3	Επεξεργασία στοιχείων	23
4.3.1	Επεξεργασία ερωτηματολογίων	23
4.3.2	Επεξεργασία μετρήσεων πειράματος	26
4.4	Βάση δεδομένων	27

4.5 Περιγραφικά στοιχεία δείγματος.....	28
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	32
5.1 Γενικά.....	32
5.2 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση ταχύτητα οδήγησης	32
5.2.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα	32
5.2.2 Ποιότητα μοντέλου	34
5.2.3 Συσχέτιση μεταβλητών.....	34
5.2.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών	35
5.2.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών.....	35
5.2.6 Ανάλυση ευαισθησίας	36
5.3 Μαθηματικό μοντέλο για τον μέσο χρόνο αντίδρασης.....	36
5.3.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα	36
5.3.2 Ποιότητα μοντέλου	38
5.3.3 Συσχέτιση μεταβλητών.....	39
5.3.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών	39
5.3.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών.....	40
5.3.6 Ανάλυση ευαισθησίας	41
5.4 Μαθηματικό μοντέλο για την μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	42
5.4.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα	42
5.4.2 Ποιότητα μοντέλου	44
5.4.3 Συσχέτιση μεταβλητών.....	44
5.4.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών	44
5.4.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών.....	45
5.4.6 Ανάλυση ευαισθησίας	46
5.5 Μαθηματικό μοντέλο για την πιθανότητα ατυχήματος	47
5.5.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα	47
5.5.2 Στατιστική σημαντικότητα και ποιότητα μοντέλου	49
5.5.3 Συσχέτιση μεταβλητών.....	49
5.5.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών	49
5.5.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών.....	50
5.5.6 Ανάλυση ευαισθησίας	50
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	53
6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων.....	53
6.2 Συνολικά συμπεράσματα.....	55
6.3 Προτάσεις για ελαχιστοποίηση οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ	56
6.4 Περαιτέρω έρευνα	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	58

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική ανασκόπηση

Το αλκοόλ, ως ψυχοδραστική ουσία, επηρεάζει καθοριστικά τη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος, με άμεσες συνέπειες στις γνωστικές και κινητικές ικανότητες του ατόμου. Η επίδρασή του ποικίλλει ανάλογα με φυσιολογικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, το φύλο, η σωματική μάζα, η συχνότητα κατανάλωσης και η ταυτόχρονη πρόσληψη τροφής. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις, το αλκοόλ μπορεί να επιφέρει ευφορία και προσωρινή χαλάρωση, ωστόσο, σε υψηλότερες ποσότητες, μειώνει τη συγκέντρωση, επιβραδύνει τον χρόνο αντίδρασης και επηρεάζει την ορθή λήψη αποφάσεων. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν την κατανάλωση αλκοόλ προ της οδήγησης έναν από τους πλέον κρίσιμους παράγοντες πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων διεθνώς.

Η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ συνιστά έναν από τους πλέον τεκμηριωμένους παράγοντες κινδύνου για τροχαία δυστυχήματα, με πολυάριθμες μελέτες να αναδεικνύουν τη θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα (Blood Alcohol Concentration – BAC) και της πιθανότητας ατυχήματος. Συγκεκριμένα, επιστημονικά δεδομένα δείχνουν ότι ένας οδηγός με BAC 0.5 g/L έχει 1.4 φορές αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, ενώ με BAC 1.0 g/L, ο κίνδυνος πενταπλασιάζεται. Σε συγκεντρώσεις της τάξης του 1.5 g/L, η πιθανότητα θανατηφόρου τροχαίου είναι 20 φορές υψηλότερη σε σύγκριση με έναν νηφάλιο οδηγό.

Σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ), το 2019, το 23% των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα σχετίζονταν με την κατανάλωση αλκοόλ. Το 2020, παρά τη μείωση της κυκλοφορίας λόγω της πανδημίας, το ποσοστό αυτό παρέμεινε υψηλό, επιβεβαιώνοντας τη σοβαρότητα του προβλήματος. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, εκτιμάται ότι το 25% των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων συνδέονται με την κατανάλωση αλκοόλ, με χώρες όπως η Γαλλία, η Γερμανία και η Ισπανία να εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά εμπλοκής αλκοόλ σε τροχαία.

Πρόσθετα δεδομένα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το European Transport Safety Council (ETSC) δείχνουν ότι η πιθανότητα εμπλοκής σε τροχαίο ατύχημα αυξάνεται σημαντικά κατά τις νυχτερινές ώρες και τα Σαββατοκύριακα, περίοδοι κατά τις οποίες καταγράφεται υψηλότερη κατανάλωση αλκοόλ. Επιπλέον, μελέτες αναφέρουν ότι το 1.5-2% των συνολικών διανυθέντων χιλιομέτρων στην Ευρώπη πραγματοποιείται από οδηγούς με επίπεδα BAC πάνω από τα νόμιμα όρια, αυξάνοντας τον κίνδυνο ατυχήματος.

Όσον αφορά τους ελέγχους και την επιβολή του νόμου, τα δεδομένα της Τροχαίας καταδεικνύουν ότι το 2019 καταγράφηκαν 31.557 παραβάσεις για οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, ενώ το 2020 ο αριθμός αυτός μειώθηκε σε 19.096. Παρά τη μείωση, ο αριθμός των παραβάσεων παραμένει ιδιαίτερα υψηλός, γεγονός που επισημαίνει την ανάγκη για αυστηρότερη επιτήρηση και ενίσχυση των ελεγκτικών μηχανισμών.

Η αντιμετώπιση του φαινομένου της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ απαιτεί πολυδιάστατες παρεμβάσεις, που συνδυάζουν αυστηρότερα νομικά μέτρα, εντατικοποίηση των ελέγχων και προληπτικές στρατηγικές ευαισθητοποίησης του κοινού. Η υιοθέτηση

τεχνολογικών λύσεων, όπως οι αλκοολικοί αναφλεκτήρες (alcolocks), έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική στη μείωση της υποτροπής οδηγών με ιστορικό οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ, μειώνοντας την πιθανότητα υποτροπής έως και 75%. Παράλληλα, η εμπειρία άλλων κρατών έχει δείξει ότι η μείωση του νόμιμου ορίου BAC και η εφαρμογή αυστηρότερων ποινών μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη μείωση των ατυχημάτων.

Συμπερασματικά, η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων, με σημαντικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια τόσο στην Ελλάδα όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η αποτελεσματική αντιμετώπιση του φαινομένου απαιτεί τη συνδυαστική εφαρμογή προληπτικών, τεχνολογικών και νομοθετικών μέτρων, με στόχο τη μείωση των τροχαίων δυστυχημάτων και την ενίσχυση της γενικότερης οδικής ασφάλειας.

1.2 Στόχος

Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, καθίσταται σαφές ότι η κατανάλωση αλκοόλ έχει σημαντικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια και στη συμπεριφορά των οδηγών. Αυτό αναδεικνύει την ανάγκη διερεύνησης του φαινομένου, το οποίο αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Η ανάλυση επικεντρώνεται στις επιπτώσεις της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ, ακολουθώντας σύγχρονα ερευνητικά πρότυπα. Για τον σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε πείραμα με χρήση προσομοιωτή οδήγησης, μέσω του οποίου καταγράφηκαν δεδομένα σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά των συμμετεχόντων υπό διαφορετικά επίπεδα κατανάλωσης αλκοόλ. Παράλληλα, συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω ερωτηματολογίων, τα οποία περιλάμβαναν ερωτήσεις σχετικά με τα προσωπικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τις συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ, καθώς και τις απόψεις και εμπειρίες τους σχετικά με την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ. Ο συνδυασμός αυτών των δεδομένων συμβάλλει στην εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων.

Βασικοί στόχοι της εργασίας είναι η επιλογή και εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης, ώστε να προκύψουν αξιόπιστα και τεκμηριωμένα αποτελέσματα. Επιπλέον, αξιοποιείται το θεωρητικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, τα οποία θα επιτρέψουν την πρόβλεψη οδηγικών χαρακτηριστικών και τη σύγκριση των διαφορών στην οδηγική συμπεριφορά πριν και μετά την κατανάλωση αλκοόλ. Μέσω αυτής της ανάλυσης, θα είναι δυνατή η ποσοτική αποτύπωση της επίδρασης του αλκοόλ στην οδηγική ικανότητα και η διερεύνηση πιθανών μέτρων πρόληψης.

1.3 Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας

Για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ακολουθήθηκε μια συστηματική μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει τη βιβλιογραφική επισκόπηση, τη συλλογή δεδομένων μέσω προσομοίωσης οδήγησης και τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση, με στόχο τον εντοπισμό προηγούμενων σχετικών μελετών και την αξιολόγηση των χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών. Η αναζήτηση επικεντρώθηκε σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και βάσεις

δεδομένων, ώστε να προσδιοριστούν τα κενά γνώσης και να αναδειχθούν τα ζητήματα που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

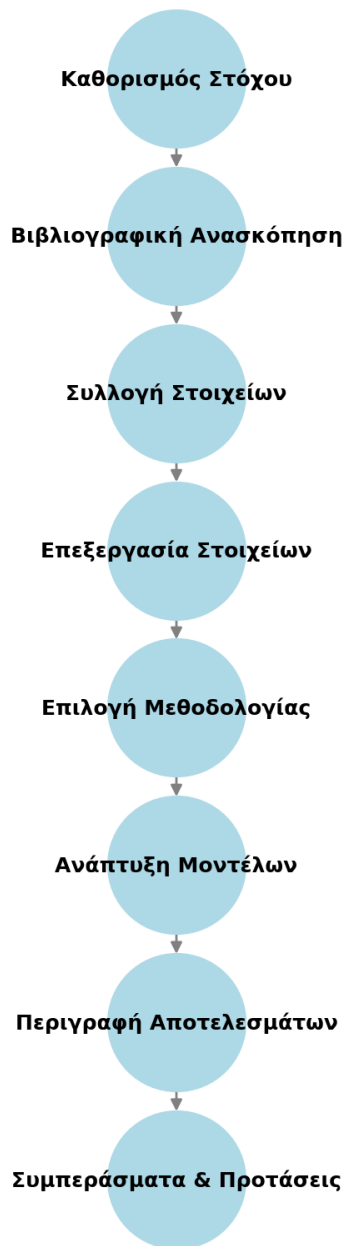
Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η πειραματική διαδικασία μέσω προσομοιωτή οδήγησης, προκειμένου να καταγραφεί η επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στη συμπεριφορά των οδηγών. Ο προσομοιωτής παρείχε ακριβή δεδομένα σχετικά με διάφορες παραμέτρους οδήγησης, όπως η μέση ταχύτητα, η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα κ.α. Επιπλέον, η συλλογή δεδομένων εμπλουτίστηκε με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες, στα οποία καταγράφηκαν δημογραφικά χαρακτηριστικά, συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ και προσωπικές απόψεις σχετικά με την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.

Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή δεδομένων, ακολούθησε η ανάλυσή τους με τη χρήση σύγχρονων στατιστικών μεθόδων. Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη γλώσσα προγραμματισμού R, όπου αναπτύχθηκαν γραμμικά και διωνυμικά μαθηματικά μοντέλα. Τα μοντέλα αυτά ποσοτικοποιούν την επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στη συμπεριφορά των οδηγών, λαμβάνοντας υπόψη κρίσιμους παράγοντες που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια.

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογικής διαδικασίας περιλαμβάνει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων. Η ανάλυση των δεδομένων αποσκοπεί στην κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την οδηγική ασφάλεια και στη διατύπωση προτάσεων για την ενίσχυση των υφιστάμενων μέτρων πρόληψης. Επιπλέον, προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών πολιτικών οδικής ασφάλειας.

Η συνολική μεθοδολογική προσέγγιση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτυπώνεται σχηματικά στο διάγραμμα ροής που ακολουθεί (Γράφημα 1.1).

Γράφημα 1.1: Βήματα μεθοδολογίας διπλωματικής εργασίας



1.4 Δομή

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που εφαρμόζεται, διαμορφώνεται και η συνολική δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, με σκοπό τη σαφή και συνεκτική παρουσίαση του αντικειμένου της. Για τον λόγο αυτό, ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των κεφαλαίων που την απαρτίζουν.

Το Κεφάλαιο 1 αποτελεί την εισαγωγή, παρέχοντας μια γενική επισκόπηση του ζητήματος της οδικής ασφάλειας. Παρουσιάζονται στατιστικά δεδομένα για τροχαία ατυχήματα τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, ενώ παράλληλα αναλύονται οι επιπτώσεις της

κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά. Επίσης, περιγράφονται ο στόχος της έρευνας και η μεθοδολογία που ακολουθείται, συνοδευόμενη από ένα διάγραμμα ροής.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου παρατίθενται σχετικές έρευνες και χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών συνοψίζονται και συγκρίνονται, ώστε να καθοριστούν οι βασικοί παράγοντες που θα διερευνηθούν στην παρούσα μελέτη. Επιπλέον, περιλαμβάνεται ένας συγκριτικός πίνακας με τα βασικά ευρήματα της βιβλιογραφίας.

Το Κεφάλαιο 3 αφορά το θεωρητικό υπόβαθρο της ανάλυσης. Παρουσιάζονται οι στατιστικές μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν, οι τύποι μαθηματικών μοντέλων που θα εφαρμοστούν και οι απαραίτητοι έλεγχοι για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Περιγράφονται, επίσης, οι εντολές και οι διαδικασίες που θα εκτελεστούν μέσω του λογισμικού στατιστικής ανάλυσης.

Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων. Παρουσιάζεται το πείραμα που πραγματοποιείται σε προσομοιωτή οδήγησης, τα χαρακτηριστικά του, οι συμμετέχοντες και τα σενάρια οδήγησης που εφαρμόστηκαν. Αναλύεται η μέθοδος επεξεργασίας των δεδομένων και η δημιουργία των τελικών βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τη στατιστική ανάλυση.

Το Κεφάλαιο 5 περιλαμβάνει την παρουσίαση των μαθηματικών μοντέλων και των αποτελεσμάτων της στατιστικής ανάλυσης. Περιγράφονται οι διαδικασίες ανάπτυξης των μοντέλων και εξετάζεται η εγκυρότητα των συμπερασμάτων. Τα μοντέλα αυτά κατηγοριοποιούνται σε μοντέλα πρόβλεψης οδηγικών χαρακτηριστικών και μοντέλα σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών επιπέδων κατανάλωσης αλκοόλ, προσφέροντας πολύτιμα συμπεράσματα για την επίδραση του αλκοόλ στην οδήγηση.

Το Κεφάλαιο 6 παρουσιάζει τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων και την ερμηνεία των μαθηματικών μοντέλων. Επίσης, διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα, που θα μπορούσαν να συμβάλουν στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και στην ανάπτυξη νέων στρατηγικών πρόληψης των τροχαίων ατυχημάτων.

Τέλος, το Κεφάλαιο 7 περιλαμβάνει τη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, σε μορφή καταλόγου, αναφέροντας όλες τις πηγές και επιστημονικές εργασίες που αξιοποιήθηκαν για την πραγματοποίησή της.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει ως κύριο στόχο την εκτενή και εις βάθος ανάλυση της επίδρασης της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά και κατ' επέκταση στην οδική ασφάλεια. Η κατανάλωση αλκοόλ αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες κινδύνου τροχαίων ατυχημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ), περίπου το 37% των οδηγών που εμπλέκονται σε τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα βρίσκονται υπό την επήρεια αλκοόλ (Papadodima et al., 2007). Η διεθνής βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι ακόμη και μικρά επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα (BAC περίπου 0,02%) μπορούν να επιφέρουν αξιοσημείωτη μείωση των γνωστικών και αντιληπτικών ικανοτήτων του οδηγού, αυξάνοντας τον κίνδυνο ατυχήματος έως και κατά 20% (Høye & Hesjevoll, 2023; Ogden & Moskowitz, 2004).

Η World Health Organization (WHO, 2018) αναφέρει ότι το αλκοόλ ευθύνεται για περίπου το 25% των θανατηφόρων τροχαίων διεθνώς, ενώ για τους οδηγούς ηλικίας κάτω των 25 ετών, το ποσοστό αυτό ανέρχεται περίπου στο 30%. Αντίστοιχα, το European Transport Safety Council (2020) αναφέρει ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση περίπου το 20-25% των θανατηφόρων τροχαίων σχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση αλκοόλ. Μελέτες των Yannis et al. (2016) και Dong (2021) δείχνουν ότι η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα λήψης ριποκίνδυνων αποφάσεων στην οδήγηση, οδηγώντας σε σοβαρά τροχαία ατυχήματα.

Επιπλέον, οι πολιτικές μείωσης των νόμιμων ορίων αλκοόλ για τους οδηγούς έχουν προταθεί ως μέτρο βελτίωσης της οδικής ασφάλειας, με μελέτες όπως αυτή των Alcaniz et al. (2025) να επισημαίνουν ότι η μείωση των επιτρεπτών επιπέδων BAC οδηγεί σε αυξημένη συμμόρφωση των οδηγών και μείωση των τροχαίων ατυχημάτων.

2.2 Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες

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

Η ικανότητα των οδηγών να διατηρούν ασφαλή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα είναι ζωτικής σημασίας για την πρόληψη τροχαίων συγκρούσεων, καθώς παρέχει τον απαραίτητο χρόνο αντίδρασης σε απότομες αλλαγές της κυκλοφορίας. Ωστόσο, η κατανάλωση αλκοόλ αποδεδειγμένα διαταράσσει αυτή την ικανότητα, επηρεάζοντας την ακρίβεια στην εκτίμηση αποστάσεων, την αντίληψη της ταχύτητας και τη συνολική σταθερότητα της οδήγησης.

Σύμφωνα με εμπειρικές μελέτες, η αύξηση των επιπέδων του αλκοόλ στο αίμα (BAC) οδηγεί σε σημαντική επιδείνωση της οδηγικής συμπεριφοράς. Οι Yadav και Velaga (2020) κατέδειξαν ότι οδηγοί με BAC 0,05% - 0,08% εμφανίζουν 30-40% αυξημένη μεταβλητότητα στη διατήρηση σταθερής απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Οι οδηγοί αυτοί τείνουν να υποτιμούν την απόσταση και να λαμβάνουν αποφάσεις που αυξάνουν τον κίνδυνο οπίσθιων συγκρούσεων, ειδικά σε περιβάλλοντα χαμηλού φωτισμού

ή υψηλής κυκλοφορίας (Zhao et al., 2014). Σε ανώτερα επίπεδα BAC (0,10% και άνω), η αστάθεια στη διατήρηση απόστασης επιδεινώνεται σημαντικά, μειώνοντας την ακρίβεια στην εκτίμηση των αποστάσεων έως και 50%, όπως επισημαίνουν οι Schrauth (2024) & Ronen et al. (2010).

Περαιτέρω διαφοροποίηση παρατηρείται μεταξύ έμπειρων και αρχάριων οδηγών. Οι Freydier et al. (2014) διαπίστωσαν ότι οι αρχάριοι οδηγοί παρουσιάζουν 10-15% μικρότερη απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους πιο έμπειρους, όταν οδηγούν υπό την επήρεια αλκοόλ. Αν και οι έμπειροι οδηγοί διατήρησαν μια σχετική συνέπεια στην απόσταση ασφαλείας, εξακολουθούσαν να επιδεικνύουν μειωμένη ικανότητα εκτίμησης αποστάσεων και χρόνου αντίδρασης.

Επιπλέον, οι J.H. van Dijken et al. (2020) ανέφεραν ότι οδηγοί με 0.5‰ BAC παρουσίαζαν 40% μείωση της απόστασης ασφαλείας κατά τη διάρκεια ελιγμών προσπέρασης, αυξάνοντας τον κίνδυνο απώλειας ελέγχου του οχήματος. Παρόμοια, οι Kennntner-Mabiala et al. (2015) ανέφεραν ότι οδηγοί με BAC 0.5‰ - 0.8‰ εμφάνιζαν 30% μικρότερη χρονική απόσταση (time headway, THW), γεγονός που μείωσε την ικανότητα έγκαιρης πέδησης και αύξησε την πιθανότητα εμπλοκής σε τροχαίο.

Συνολικά, οι ερευνητικές ενδείξεις υπογραμμίζουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ διαταράσσει τη γνωστική επεξεργασία και τη φυσιολογική ικανότητα προσαρμογής στην οδηγική συμπεριφορά, μειώνοντας την αποτελεσματικότητα στη ρύθμιση της απόστασης ασφαλείας. Αυτή η επίδραση είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη σε συνθήκες αυξημένης κυκλοφορίας και σε υψηλές ταχύτητες. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την ανάγκη για αυστηρή εφαρμογή των νομοθετικών ρυθμίσεων σχετικά με την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ και την ενίσχυση εκπαιδευτικών προγραμμάτων που επικεντρώνονται στην αντίληψη των κινδύνων και την ανάπτυξη ασφαλών οδηγικών στρατηγικών.

2.2.2 Επίδραση του χρόνου αντίδρασης στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ

Ο χρόνος αντίδρασης αποτελεί έναν από τους πλέον κρίσιμους παράγοντες ασφαλείας στην οδήγηση, καθώς επηρεάζει άμεσα την ικανότητα ενός οδηγού να αναγνωρίζει και να ανταποκρίνεται σε απρόβλεπτα γεγονότα στον δρόμο. Η κατανάλωση αλκοόλ έχει τεκμηριωθεί ότι μειώνει σημαντικά αυτή την ικανότητα, επηρεάζοντας τόσο την αντίληψη των κινδύνων όσο και τον συντονισμό των κινητικών δεξιοτήτων που απαιτούνται για την αποτελεσματική πέδηση και ελιγμό αποφυγής εμποδίων.

Σύμφωνα με την έρευνα των Yadav et al. (2021), η αύξηση των επιπέδων αλκοόλ στο αίμα έχει άμεση επίδραση στον χρόνο αντίδρασης των οδηγών. Σε πειράματα προσομοίωσης οδήγησης, οδηγοί με επίπεδα BAC 0.03%, 0.05% και 0.08% παρουσίασαν αύξηση στον χρόνο αντίδρασης κατά 36%, 53% και 94%, αντίστοιχα, σε περιπτώσεις αιφνίδιας διέλευσης πεζών. Αντίστοιχα, για την αντίδραση σε απρόσμενη εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος, οι καθυστερήσεις ήταν 64%, 78% και 116%. Αυτά τα δεδομένα καταδεικνύουν μια σαφή γραμμική σχέση μεταξύ της ποσότητας αλκοόλ στο αίμα και της επιδείνωσης της οδηγικής ανταπόκρισης.

Παρόμοια ευρήματα αναφέρει η μελέτη των Christoforou et al. (2013), σύμφωνα με την οποία η αύξηση του BrAC (Breath Alcohol Concentration) κατά 10% συνοδεύεται από 2% αύξηση στον χρόνο αντίδρασης των οδηγών. Η συσχέτιση αυτή είναι ιδιαίτερα έντονη σε

νεότερους οδηγούς, των οποίων η νευρολογική ωρίμανση δεν έχει ολοκληρωθεί πλήρως, καθιστώντας τους πιο επιρρεπείς στις επιπτώσεις του αλκοόλ.

Η έρευνα των Ogden et al. (2014) προσθέτει περαιτέρω στοιχεία σχετικά με την πολυπλοκότητα των απαιτούμενων αντιδράσεων. Βρέθηκε ότι επίπεδα 0.07% BAC προκαλούν σημαντική καθυστέρηση στην απόκριση σε σύνθετα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα, όπως η οδήγηση τη νύχτα ή σε κυκλοφοριακά επιβαρυμένες περιοχές, όπου απαιτείται γρήγορη προσαρμογή σε απρόβλεπτες καταστάσεις. Επιπλέον, η αναφορά του U.S. Department of Transportation (2020) καταδεικνύει ότι, πέρα από την απλή καθυστέρηση στην αντίδραση, το αλκοόλ επηρεάζει δυσανάλογα την ικανότητα επιλογής της κατάλληλης απόκρισης. Η επιβράδυνση στη λήψη αποφάσεων είναι πιο έντονη σε επίπεδα BAC 0.05% και άνω, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες κινήσεις, όπως υπερβολική επιβράδυνση ή μη επαρκή αποφυγή εμποδίων.

Συνολικά, οι ερευνητικές ενδείξεις επιβεβαιώνουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ μειώνει σημαντικά τον χρόνο αντίδρασης των οδηγών, τόσο σε απλά όσο και σε πολύπλοκα σενάρια οδήγησης. Αυτή η επίδραση καθιστά τους οδηγούς υπό την επήρεια αλκοόλ ιδιαίτερα επικίνδυνους για την κυκλοφορία, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για αυστηρότερες πολιτικές πρόληψης και την εφαρμογή εκπαιδευτικών προγραμμάτων που ενισχύουν την κατανόηση των κινδύνων που σχετίζονται με την εξασθένηση των αντιδράσεων στην οδήγηση

2.2.3 Επίδραση της ταχύτητας στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ

Η ταχύτητα αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την οδική ασφάλεια, καθώς επηρεάζει την πιθανότητα και τη σοβαρότητα των τροχαίων ατυχημάτων. Η κατανάλωση αλκοόλ έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει σημαντικά τη διαχείριση της ταχύτητας από τους οδηγούς, προκαλώντας είτε υπερβολική αύξηση είτε αστάθεια στην τήρηση σταθερού ρυθμού, ανάλογα με το περιβάλλον και τις κυκλοφοριακές συνθήκες.

Σύμφωνα με τους Yadav et al. (2020), οδηγοί με BAC 0.03%, 0.05% και 0.08% παρουσίασαν αύξηση της μέσης ταχύτητας κατά 3.5 km/h, 5.76 km/h και 8.78 km/h αντίστοιχα σε επαρχιακούς δρόμους. Αντίθετα, σε αστικές περιοχές, η αύξηση ήταν πιο περιορισμένη, καταγράφοντας διακυμάνσεις 3.6 km/h, 3.69 km/h και 4.13 km/h, όπως επιβεβαιώνουν οι Gunn et al. (2018), γεγονός που υποδηλώνει ότι το περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση της ταχύτητας υπό την επήρεια αλκοόλ.

Η έρευνα των van Dijken et al. (2020) σε προσομοιωμένες οδικές συνθήκες κατέδειξε ότι η ταχύτητα παρουσίαζε μέση αύξηση 0.38 km/h όταν οι οδηγοί βρίσκονταν υπό την επήρεια αλκοόλ. Αυτή η αύξηση σχετίστηκε με μειωμένη ικανότητα διατήρησης σταθερής ταχύτητας και δυσκολία συμμόρφωσης στις οδηγίες τήρησης ενός σταθερού ρυθμού οδήγησης.

Επιπλέον, η ανάλυση των Aarts & Van Schagen (2006) επιβεβαιώνει ότι η αύξηση της ταχύτητας, ανεξαρτήτως του επιπέδου αλκοόλ, αυξάνει τον κίνδυνο ατυχήματος, ενώ η επίδραση του αλκοόλ στην ταχύτητα εξαρτάται από παραμέτρους όπως η πολυπλοκότητα του οδηγικού περιβάλλοντος και η κυκλοφοριακή ροή.

Ένα ενδιαφέρον εύρημα προέρχεται από τη μελέτη των Vollrath & Fischer (2017), όπου διαπιστώθηκε ότι οι οδηγοί υπό την επήρεια αλκοόλ τείνουν να οδηγούν ταχύτερα σε

τυπικές οδηγικές συνθήκες. Ωστόσο, σε πιο απαιτητικές οδηγικές καταστάσεις, όπως στενοί δρόμοι ή περιοχές με υψηλή κυκλοφοριακή συμφόρηση, οι οδηγοί παρουσίασαν επιβράδυνση, πιθανώς λόγω αυξημένης συνειδητοποίησης του κινδύνου.

Επιπρόσθετα, η μελέτη των Brown, Lee & Fiorentino (2018) κατέδειξε ότι οδηγοί με BAC 0.05% οδηγούσαν με αυξημένη ταχύτητα κατά 0.97 km/h για BAC 0.05% και κατά 2.1 km/h για BAC 0.10%. Οι οδηγοί με υψηλότερα επίπεδα αλκοόλ παρουσίασαν επίσης αυξημένη διακύμανση στη διατήρηση λωρίδας, καθώς και μειωμένη οπτική συγκέντρωση στον δρόμο, δυσχεραίνοντας την προσαρμογή της ταχύτητας στις εκάστοτε κυκλοφοριακές συνθήκες.

Συνολικά, οι ερευνητικές ενδείξεις υπογραμμίζουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική αύξηση της ταχύτητας, αλλά και σε ασταθή οδηγική συμπεριφορά, γεγονός που ενισχύει τον κίνδυνο τροχαίων ατυχημάτων. Αυτή η διαφοροποιημένη επίδραση του αλκοόλ στην ταχύτητα καθιστά απαραίτητη τη συνεχή επιτήρηση και την εφαρμογή πολιτικών για την πρόληψη των επικίνδυνων οδηγικών συμπεριφορών.

2.3 Σύνοψη

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε τις πολυδιάστατες επιπτώσεις της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά, με έμφαση σε τρεις κρίσιμες μεταβλητές: την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, τον χρόνο αντίδρασης και τη διαχείριση της ταχύτητας.

Αναφορικά με την **απόσταση από το προπορευόμενο όχημα**, οι μελέτες κατέδειξαν ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει την ικανότητα των οδηγών να εκτιμούν σωστά τις αποστάσεις, με αποτέλεσμα τη μείωση της ασφαλούς απόστασης και την αύξηση της πιθανότητας σύγκρουσης. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται εντονότερα σε οδηγούς με BAC 0,05% και άνω, καθώς η ικανότητα ελέγχου της απόστασης μεταβάλλεται απρόβλεπτα.

Η **επιβράδυνση του χρόνου αντίδρασης** αποτελεί μια από τις πλέον τεκμηριωμένες επιπτώσεις της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδήγηση. Μελέτες έδειξαν ότι ακόμα και χαμηλά επίπεδα BAC (0,03%-0,05%) μπορούν να αυξήσουν τον χρόνο αντίδρασης των οδηγών κατά 30% ή περισσότερο, καθιστώντας δυσκολότερη την έγκαιρη αντίδραση σε απρόβλεπτα γεγονότα, όπως αιφνίδια εμφάνιση πεζών ή απότομες αλλαγές στην κυκλοφορία.

Σχετικά με την **επίδραση του αλκοόλ στη διαχείριση της ταχύτητας**, τα ερευνητικά δεδομένα κατέδειξαν μικτές επιδράσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οδηγοί υπό την επήρεια αλκοόλ παρουσίασαν αύξηση της μέσης ταχύτητας, ιδιαίτερα σε ανοιχτούς δρόμους ή σε καταστάσεις όπου η αντίληψη του κινδύνου ήταν χαμηλή. Σε πιο απαιτητικές οδηγικές συνθήκες, όπως στενοί δρόμοι ή αυξημένη κυκλοφορία, οι οδηγοί τείνουν να επιβραδύνουν, πιθανώς λόγω υποσυνείδητης προσπάθειας αντιστάθμισης της μειωμένης ικανότητας ελέγχου.

Συνολικά, τα ερευνητικά ευρήματα αναδεικνύουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει αρνητικά τόσο την ικανότητα εκτίμησης αποστάσεων όσο και τον χρόνο αντίδρασης και τη διαχείριση της ταχύτητας. Αυτές οι επιδράσεις αυξάνουν σημαντικά την πιθανότητα

πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη για αυστηρότερη τήρηση των ορίων αλκοόλ στην οδήγηση και την ενίσχυση προληπτικών μέτρων και εκπαιδευτικών προγραμμάτων που στοχεύουν στην ευαισθητοποίηση των οδηγών σχετικά με τους κινδύνους της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ.

Πίνακας 2.1: Σύνοψη βιβλιογραφικών αναφορών

Έρευνα	Αντικείμενο Μελέτης	Τύπος Οδού	Συμμετέχοντες	Αποτελέσματα
Aarts & Van Schagen (2006)	Σχέση ταχύτητας και ατυχημάτων λόγω αλκοόλ	Αστικό/Επαρχιακό	100	Η αύξηση της ταχύτητας κατά 1% οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος κατά 2-3% και της πιθανότητας θανατηφόρου ατυχήματος κατά 4-5%.
Alcaniz et al. (2025)	Νομοθεσία και αλλαγές νόμιμου ορίου BAC*	Αστικό	Νομοθετικά δεδομένα	Αυστηρότερα όρια BAC μειώνουν τα ατυχήματα
Brown, Lee & Fiorentino (2018)	Διακύμανση οδήγησης σε διάφορα επίπεδα BAC	Αστικό	110	BAC >0.05% οδηγεί σε ασταθή οδήγηση
Christoforou et al. (2021)	Χρόνος αντίδρασης νεαρών οδηγών υπό την επήρεια αλκοόλ	Αστικό	49	Αύξηση 10% στα επίπεδα BrAC** προκαλεί αύξηση 2% στον χρόνο αντίδρασης.
Dong (2021)	Αποφάσεις οδήγησης υπό επήρεια αλκοόλ	Αστικό	160	Οδήγηση υπό αλκοόλ πιο συχνή στους νεαρούς
European Transport Safety Council (2020)	Τροχαία ατυχήματα και BAC όρια στην Ε.Ε.	Επαρχιακό	Ευρωπαϊκά δεδομένα	Μείωση ατυχημάτων με αυστηρότερα BAC όρια
Freydier et al. (2014)	Διαφορές μεταξύ έμπειρων και νέων οδηγών υπό επήρεια αλκοόλ	Επαρχιακό	90	Νεαρότεροι οδηγοί υπό την επήρεια αλκοόλ διατηρούν μικρότερη

				απόσταση ασφαλείας
Gunn et al. (2018)	Αύξηση ταχύτητας υπό επήρεια αλκοόλ	Αυτοκινητόδρομος	40	Αύξηση ταχύτητας κατά 3-8 km/h σε BAC >0.05%
Høye & Hesjevoll (2023)	Γνωστική εξασθένηση από κατανάλωση αλκοόλ	Γενικό	200	Μείωση γνωστικών δεξιοτήτων κατά 20% σε BAC 0.02%
J.H. van Dijken et al. (2020)	Μείωση απόστασης ασφαλείας με αυξημένο BAC	Αυτοκινητόδρομος	75	Αυξημένος κίνδυνος σε ελιγμούς προσπέρασης
Kenntner-Mabiala et al. (2015)	Χρόνος αντίδρασης σε σχέση με BAC	Επαρχιακό	85	Μείωση THW*** κατά 30% σε BAC >0.5%
Ogden & Moskowitz (2004)	Αλκοόλ και κινητικές λειτουργίες στην οδήγηση	Γενικό	50	Αύξηση χρόνου αντίδρασης κατά 30%
Ogden et al. (2014)	Επίδραση αλκοόλ σε σύνθετες οδηγικές συνθήκες	Αστικό	95	Ο χρόνος αντίδρασης μειώνεται σε BAC >0.7%".
Papadodima et al. (2007)	Επιπτώσεις αλκοόλ στα τροχαία ατυχήματα	Γενικό	85	Το 37% των τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα οφείλεται στην κατανάλωση αλκοόλ
Schrauth & Ronen (2010)	Επίδραση αλκοόλ στην εκτίμηση αποστάσεων	Αστικό/Επαρχιακό	50	Οι οδηγοί αντιλαμβάνονται λανθασμένα τις αποστάσεις κατά 50% λόγω αλκοόλ
U.S. Department of Transportation (2020)	Στατιστικά τροχαίων ατυχημάτων και BAC στις ΗΠΑ	Γενικό	140	25% των τροχαίων στις ΗΠΑ σχετίζονται με αλκοόλ

Vollrath & Fischer (2017)	Άυξηση ταχύτητας και κίνδυνοι τροχαίων	Αυτοκινητόδρομος	50	Αυξημένη ταχύτητα αυξάνει το ρίσκο τροχαίων
WHO (2018)	Παγκόσμια στατιστικά ατυχημάτων λόγω αλκοόλ	Γενικό	Παγκόσμια δεδομένα	Αλκοόλ υπεύθυνο για 25% των παγκόσμιων τροχαίων
Yadav & Velaga (2020)	Απόσταση από προπορευόμενο όχημα και BAC	Επαρχιακό	80	Αύξηση πιθανότητας 27% οπίσθιας σύγκρουσης
Yannis et al. (2016)	Επιδράσεις αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά		100	Αύξηση ρίσκου ατυχημάτων κατά 40%
Zhao et al. (2014)	Επίδραση BAC στη διατήρηση λωρίδας	Αστικό	60	Μεγαλύτερη απόκλιση από τη λωρίδα σε BAC >0.05%

BAC*: Συγκέντρωση Αλκοόλ στο Αίμα, BrAC**: Συγκέντρωση Αλκοόλ στην Αναπνοή

THW***: Χρονική Απόσταση από το Προπορευόμενο Όχημα

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται **το θεωρητικό πλαίσιο και η μεθοδολογία που εφαρμόζεται για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων** της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων, χρησιμοποιούνται δύο μαθηματικά πρότυπα: η γραμμική παλινδρόμηση και η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση. Τα δύο αυτά πρότυπα, ως στατιστικές μέθοδοι μοντελοποίησης, μας επιτρέπουν να αναλύσουμε τη σχέση που σχετίζονται με την οδηγική συμπεριφορά. Τα δεδομένα συλλέγονται μέσα από μια συνδυαστική προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει πειραματικά δεδομένα από τον προσομοιωτή οδήγησης, καθώς και απαντήσεις των συμμετεχόντων σε ερωτηματολόγιο. Επιπλέον, αναλύεται η διαδικασία αξιολόγησης των επιλεγμένων μοντέλων, ώστε να διασφαλιστεί η καταλληλότητα και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Τέλος, περιγράφεται η ανάπτυξη κώδικα στη γλώσσα προγραμματισμού R, η οποία χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των στατιστικών αναλύσεων.

3.2 Μαθηματικά πρότυπα

3.2.1 Γραμμικό μοντέλο

Το γραμμικό μοντέλο προκύπτει από την ανάπτυξη εξίσωσης, η οποία βρίσκεται με τη **γραμμική παλινδρόμηση**. Η γραμμική παλινδρόμηση αναζητά τη σχέση μεταξύ μιας συνεχούς εξαρτημένης μεταβλητής (που ακολουθεί κανονική κατανομή) και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών, η οποία περιγράφεται από την εξίσωσή του μοντέλου. Εξαρτημένη μεταβλητή είναι η μεταβλητή της οποίας γίνεται η πρόβλεψη των τιμών της και ανεξάρτητη η μεταβλητή η οποία είναι δεδομένη και χρησιμοποιείται για την εύρεση της εξαρτημένης.

Η μορφή της εξίσωσης είναι η εξής:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_n x_{ni} + \varepsilon_i, \quad (3.1)$$

όπου

n : το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών $x_1, x_2, \dots, x_n$

β_0 : ο σταθερός όρος της εξίσωσης (δηλαδή η τιμή του y όταν $x_1, x_2, \dots, x_n = 0$)

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

Αντίστοιχα με το γραμμικό μοντέλο, προκύπτει και το **διωνυμικό λογιστικό μοντέλο** με τη διαφορά ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή και για τη διαμόρφωσή του εφαρμόζεται η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

Η μορφή της εξίσωσης είναι η εξής:

$$y_i = \text{logit}(P_i) = \ln \frac{P_i}{1-P_i} = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_n x_{ni}, \quad (3.2)$$

όπου

n : το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών $x_1, x_2, \dots, x_n$

β_0 : ο σταθερός όρος της εξίσωσης (δηλαδή η τιμή του y όταν $x_1, x_2, \dots, x_n = 0$)

P_i : η προβλεπόμενη πιθανότητα, η οποία λαμβάνει τιμές από 0 (αποτυχία) έως 1 (επιτυχία)

Η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει την τιμή 1 με πιθανότητα επιτυχίας P και την τιμή 0 με πιθανότητα αποτυχίας $1-P$ και καλείται δυαδική (Binary). Το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψή της είναι ένα δυαδικό λογιστικό μοντέλο (Binary Logistic Regression) και ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή (Binomial Distribution).

3.3 Κριτήρια αξιολόγησης και αποδοχής μοντέλου

Η αξιολόγηση των γραμμικών και λογιστικών μοντέλων που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων αποτελεί μια μείζονος σημασίας διαδικασία, καθώς διασφαλίζει την εγκυρότητα και αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. **Για να γίνει αποδεκτό ένα μοντέλο απαιτείται να ικανοποιεί κάποια συγκεκριμένα κριτήρια** τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

Λογική ερμηνεία των συντελεστών του μοντέλου

Στη γραμμική και λογιστική παλινδρόμηση, οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων πρέπει να έχουν λογική και επιστημονικά αποδεκτή ερμηνεία σε σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή όσον αφορά το πρόσημό τους. Ένας θετικός συντελεστής σημαίνει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής σχετίζεται με αύξηση της εξαρτημένης, ενώ αντίστοιχα, ένας αρνητικός συντελεστής υποδεικνύει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής σχετίζεται με μείωση της εξαρτημένης. Αν ο συντελεστής έχει αντίθετο πρόσημο από αυτό που αναμένεται θεωρητικά ή βάσει εμπειρίας, το μοντέλο απορρίπτεται.

Στατιστική σημαντικότητα

Η στατιστική σημαντικότητα είναι ένα κρίσιμο κριτήριο αποδοχής ενός μοντέλου, καθώς διασφαλίζει ότι οι παρατηρούμενες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι αποτέλεσμα τυχαίας διακύμανσης, αλλά ότι οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών έχουν ουσιαστική επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή. Η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών εκτιμάται μέσω στατιστικών ελέγχων, ανάλογα με τον τύπο του μοντέλου. Για τον έλεγχο των συντελεστών των γραμμικών μοντέλων, χρησιμοποιείται το t -test (κριτήριο κατανομής Student). Ο τύπος για τον υπολογισμό του t -statistic είναι ο εξής:

$$t_i = \frac{\beta_i}{s\beta_i} \quad (3.3)$$

όπου

β_i : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_i

$s\beta_i$: το τυπικό σφάλμα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i

Στη λογιστική παλινδρόμηση, η σημαντικότητα των συντελεστών εκτιμάται μέσω του Wald test (z-test). Ο τύπος για τον υπολογισμό του z-statistic είναι ο εξής:

$$z_i = \frac{\beta_i}{s\beta_i} \quad (3.4)$$

όπου

β_i : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_i

$s\beta_i$: το τυπικό σφάλμα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i

Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% μια ενδεικτική τιμή του συντελεστή t και z είναι το 1,7 ενώ για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι το 1,3.

Ποιότητα μοντέλου

Ο υπολογισμός του συντελεστή προσδιορισμού R^2 αποτελεί το επόμενο βήμα για την αξιολόγηση της ποιότητας των γραμμικών μοντέλων. Ο συντελεστής R^2 υπολογίζεται από τον εξής τύπο:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3.5)$$

όπου

Y_i : η παρατηρηθείσα ανεξάρτητη μεταβλητή

$\hat{Y}_i$: 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

Το R^2 είναι μέτρο της ποιότητας προσαρμογής ενός μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, αποτυπώνει το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που μπορεί να εξηγηθεί από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Οι τιμές του συντελεστή κυμαίνονται από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι ο συντελεστής προσδιορισμού τόσο πιο ορθή είναι η πρόβλεψη του μοντέλου και ελαχιστοποιείται το σφάλμα, καθώς για $R^2 = 1$ η προβλεπόμενη τιμή του $\hat{y}$ είναι ίση με την παρατηρούμενη y . Ο προσαρμοσμένος συντελεστής R^2 (Adjusted R^2) είναι μια παραλλαγή που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των μεταβλητών στο μοντέλο και μπορεί να είναι πιο χρήσιμος όταν συγκρίνουμε μοντέλα με διαφορετικό αριθμό μεταβλητών.

Στα λογιστικά μοντέλα, δεν χρησιμοποιείται ο συντελεστής R^2 , καθώς το ζητούμενο είναι η ακρίβεια πρόβλεψης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Ο έλεγχος γίνεται στο ποσοστό ορθής πρόβλεψης του μοντέλου (percentage correct).

Σφάλμα

Το σφάλμα της εξίσωσης του μοντέλου, θα πρέπει να πληροί τρεις προϋποθέσεις, οι οποίες είναι να ακολουθεί κανονική κατανομή, να έχει σταθερή διασπορά, $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2 = c$ και να έχει μηδενική συσχέτιση, $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \forall i \neq j$. Η διασπορά του σφάλματος, εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Αυτό σημαίνει ότι, όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 , τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη του μαθηματικού μοντέλου.

3.4 Εξήγηση αποτελεσμάτων

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αποδοχής, ακολουθεί η **εξήγηση των αποτελεσμάτων του μαθηματικού μοντέλου**. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται ο προσδιορισμός των ακόλουθων παραμέτρων:

Εξήγηση σχέσεων εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών

Η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών καθορίζεται από τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης. Ένας θετικός συντελεστής υποδηλώνει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης, ενώ ένας αρνητικός συντελεστής υποδεικνύει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής σχετίζεται με μείωση της εξαρτημένης.

Επιβεβαίωση ή απόρριψη της διεθνούς βιβλιογραφίας

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση της σχέσης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών συγκρίνονται με τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Μέσα από αυτήν τη σύγκριση, διαπιστώνεται κατά πόσο τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν στην ενότητα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης επιβεβαιώνονται ή όχι.

3.5 Λειτουργία λογισμικού στατιστικής ανάλυσης

Για τη δημιουργία και τον έλεγχο της αποδοχής των μοντέλων χρησιμοποιήθηκε η **γλώσσα προγραμματισμού R**. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία ανάπτυξης του κώδικα για τα γραμμικά μοντέλα και λογιστικά μοντέλα:

Γραμμικά μοντέλα

Τα πακέτα που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν το `readxl` για την ανάγνωση δεδομένων από αρχεία excel, το `dplyr` για επεξεργασία δεδομένων, το `car` για στατιστικές αναλύσεις και το `ggcorrplot` για τη δημιουργία διαγραμμάτων συσχέτισης. Για την ανάπτυξη των μοντέλων εκτελέστηκαν οι εξής εντολές:

`data <- read_excel(mastertable)`: Ο πίνακας δεδομένων φορτώθηκε από αρχείο Excel και περιλαμβάνει τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση.

`data_subset <- data %>% select(Dependent, Independent(s))`: Επιλογή των μεταβλητών που κρίθηκαν σημαντικές για τη δημιουργία του μοντέλου.

`model <- lm(Dependent ~ ., data = data_subset)`: Κατασκευή του γραμμικού μοντέλου με εξαρτημένη μεταβλητή την `Dependent` και ανεξάρτητες τις `Independent(s)`.

`summary(model)`: Παρουσιάζονται οι συντελεστές παλινδρόμησης, οι τιμές p-value για έλεγχο σημαντικότητας και ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 , που αξιολογεί την προσαρμογή του μοντέλου.

ggplot(...) + geom_point() + geom_abline(...): Δημιουργία του P-P Plot για την αξιολόγηση της κατανομής των υπολειμμάτων και του κατά πόσο αυτά ακολουθούν κανονική κατανομή.

continuous_vars <- data_subset %>% select_if(...): Επιλογή των συνεχών μεταβλητών.

discrete_vars <- data_subset %>% select_if(...): Επιλογή των διακριτών μεταβλητών.

cor_matrix_pearson <- cor(continuous_vars, method = "pearson"): Υπολογισμός του πίνακα συσχετίσεων Pearson για τις συνεχείς μεταβλητές.

cor_matrix_spearman <- cor(discrete_vars, method = "spearman"): Υπολογισμός του πίνακα Spearman για τις διακριτές μεταβλητές.

Λογιστικό μοντέλο

Για την δημιουργία του λογιστικού μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια πακέτα και εντολές όπως στο γραμμικό προσθέτοντας τις εξής:

model <- glm(Dependent ~ ., data = data_subset, family = binomial(link = "logit")): Κατασκευή του λογιστικού μοντέλου με εξαρτημένη μεταβλητή την Dependent και ανεξάρτητες τις Independent(s), χρησιμοποιώντας συνάρτηση σύνδεσης logit.

summary(model): Παρουσιάζονται οι συντελεστές παλινδρόμησης (β), οι τιμές p-value για έλεγχο σημαντικότητας και τα στατιστικά αξιολόγησης του μοντέλου.

predicted_probs <- predict(model, newdata = data_subset, type = "response"): Υπολογισμός των πιθανοτήτων που προκύπτουν από το λογιστικό μοντέλο.

predicted_classes <- ifelse(predicted_probs > 0.5, 1, 0): Κατηγοριοποίηση των προβλέψεων με βάση ένα κατώφλι 0.5.

confusion_matrix <- confusionMatrix(factor(predicted_classes), factor(data_subset\$Dependent)): Δημιουργία και εκτύπωση του confusion matrix για την αξιολόγηση της ακρίβειας του μοντέλου.

accuracy <- confusion_matrix\$overall['Accuracy']: Υπολογισμός του ποσοστού σωστών προβλέψεων του μοντέλου.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Η διεξοδική ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας αποτέλεσε το θεμέλιο για τη διαμόρφωση του θεωρητικού υποβάθρου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Στο πλαίσιο της μελέτης, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πείραμα με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης, το οποίο αποσκοπούσε στη διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά σε επαρχιακές οδούς. Για την πραγματοποίηση του πειράματος, επιλέχθηκαν άτομα διαφορετικών φύλων, τα οποία κλήθηκαν να οδηγήσουν υπό τέσσερις διαφορετικές συνθήκες κατανάλωσης αλκοόλ. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τον προσομοιωτή καταγράφηκαν και αναλύθηκαν μέσω της γλώσσας R, χρησιμοποιώντας γραμμικά και λογιστικά μοντέλα, με στόχο την εξαγωγή επιστημονικά τεκμηριωμένων συμπερασμάτων. Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία συλλογής δεδομένων, περιγράφεται η μεθοδολογία υλοποίησης του πειράματος, καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά του δείγματος. Επιπλέον, αναλύονται τα στάδια επεξεργασίας των δεδομένων, από τη διαχείριση των πρωτογενών μετρήσεων μέχρι τη δημιουργία της ενιαίας βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση.

4.2 Πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης

4.2.1 Εισαγωγή

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 στην εικόνα 4.1 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 4.2.

Εικόνα 4.1: Εξωτερικά χαρακτηριστικά προσομοιωτή οδήγησης



Εικόνα 4.2: Ψηφιακό περιβάλλον προσομοιωτή οδήγησης



Το ψηφιακό περιβάλλον, πέρα από την αναπαράσταση του οδικού δικτύου και του οδοστρώματος, περιλαμβάνει δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη, επιτρέποντας την πλήρη εποπτεία του οχήματος. Επιπλέον, μέσω υπολογιστή, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει διαφορετικές οδικές συνθήκες, όπως το είδος του δρόμου, την κυκλοφοριακή ροή και το περιβάλλον. Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, επιλέχθηκε η οδήγηση σε υπεραστική οδό με φυσιολογική κυκλοφοριακή κίνηση και ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Παράλληλα, οι συνθήκες οδήγησης περιλαμβάνουν τυχαία περιστατικά που μπορεί να συμβούν σε πραγματικές συνθήκες, όπως η ξαφνική εμφάνιση ενός εμποδίου (Εικόνα 4.3) ή μια απρόβλεπτη αντίδραση άλλου οδηγού. Αυτές οι παράμετροι αξιοποιούνται για τη διερεύνηση της οδηγικής συμπεριφοράς σε επικίνδυνες καταστάσεις, τόσο πριν όσο και μετά την κατανάλωση αλκοόλ.

Εικόνα 4.3: Τυχαία εμφάνιση εμποδίου

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
Drigh	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/s ²
AccLon	acceleration longitudinal, in m/s ²
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 εξετάζονται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία αφορούν την **οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον**, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Η υπεραστικού τύπου οδός παρέχεται από τον προσομοιωτή και περιλαμβάνει μια συγκεκριμένη διαδρομή με μία (1) λωρίδα ανά κατεύθυνση σε όλο το μήκος της, καθώς και τυπική οδική σήμανση, η οποία αντιστοιχεί σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Σε κάθε σενάριο ενσωματώθηκαν δύο (2) τυχαία και μη αναμενόμενα συμβάντα, τα οποία προέκυπταν χωρίς προειδοποίηση. **Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να ολοκληρώσουν τέσσερα (4) διαφορετικά σενάρια**, τα οποία τους ανατίθεντο σε τυχαία σειρά, ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα εξοικείωσης και, κατά συνέπεια, η αλλοίωση των αποτελεσμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι συμμετέχοντες δεν κατανάλωσαν πραγματικά αλκοόλ. Αντίθετα, τα επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ BAC (πυκνότητα αλκοόλ στο αίμα) , 0%, 0.3%, 0.6%, 0.9%, αναπαριστούνταν στον προσομοιωτή μέσω ειδικών εφέ. Για παράδειγμα, η προσομοίωση επηρέαζε την αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων με το όχημα, κάνοντας το τιμόνι βαρύτερο, μειώνοντας την οπτική ευκρίνεια και επιβραδύνοντας τον χρόνο αντίδρασης. Στην Εικόνα 4.4 απεικονίζεται η οθόνη του προσομοιωτή κατά τη διάρκεια του Σεναρίου 1(0%), ενώ στην Εικόνα 4.5 παρουσιάζεται η αντίστοιχη απεικόνιση για το Σενάριο 4 (0.9%)

Εικόνα 4.4: Οπτική απεικόνιση του Σεναρίου 1 (0%)



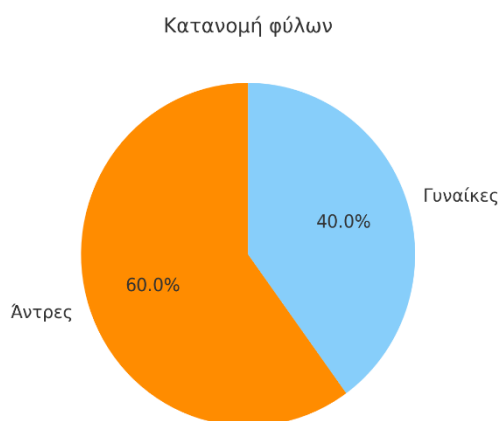
Εικόνα 4.5: Οπτική απεικόνιση του Σεναρίου 4 (0.9%)



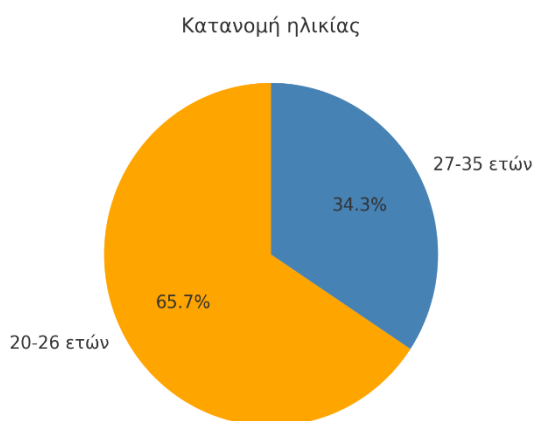
4.2.4 Συμμετέχοντες

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.

Γράφημα 4.1: κατανομή βάσει του φύλου



Γράφημα 4.2: κατανομή βάσει της ηλικίας



4.2.5 Προετοιμασία και επιλογή πειράματος

Η διεξαγωγή του πειράματος στον προσομοιωτή οδήγησης πραγματοποιήθηκε από τα τέλη Μαρτίου έως τα μέσα Απριλίου 2024, με τη συμμετοχή 35 εθελοντών οδηγών. Για να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον σχεδιασμό και την προετοιμασία των σεναρίων, διασφαλίζοντας ότι όλοι οι συμμετέχοντες θα βρεθούν κάτω από τις ίδιες συνθήκες κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

Πριν την έναρξη των κύριων δοκιμών, οι οδηγοί πραγματοποίησαν μια σύντομη δοκιμαστική διαδρομή στον προσομοιωτή. Η συγκεκριμένη διαδρομή ήταν διαφορετική από εκείνες που περιλαμβάνονταν στα βασικά σενάρια, προκειμένου να αποφευχθεί

οποιαδήποτε εξοικείωση που θα μπορούσε να επηρεάσει τα αποτελέσματα. Ο στόχος αυτής της προπαρασκευαστικής φάσης ήταν να εξοικειωθούν οι συμμετέχοντες με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προσομοιωτή, όπως η αίσθηση του τιμονιού, η απόκριση του κιβωτίου ταχυτήτων και οι διαφοροποιήσεις σε σχέση με την πραγματική οδήγηση. Η δοκιμαστική διαδρομή ολοκληρωνόταν μόλις ο εκάστοτε οδηγός αισθανόταν άνετα με το εικονικό περιβάλλον και το όχημα του προσομοιωτή.

Μετά τη φάση προσαρμογής, οι 35 συμμετέχοντες κλήθηκαν να ολοκληρώσουν τα τέσσερα (4) διαφορετικά σενάρια οδήγησης, που προαναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 4.2.4. Η σειρά εκτέλεσης των σεναρίων επιλεγόταν τυχαία, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα σταδιακής προσαρμογής που θα μπορούσε να επηρεάσει τα αποτελέσματα. Ο υπεύθυνος του πειράματος κατέγραφε τόσο τη σειρά των σεναρίων για κάθε συμμετέχοντα όσο και τυχόν παρατηρήσεις που ενδέχεται να επηρέαζαν την ανάλυση των δεδομένων. Κατά τη διάρκεια κάθε σεναρίου, εισάγονταν δύο (2) επικίνδυνα συμβάντα, που απαιτούσαν άμεση αντίδραση από τον οδηγό, προκειμένου να αποφευχθεί ένα ατύχημα. Παράλληλα, προσομοιώνονταν αλλαγές στην οδηγική εμπειρία, οι οποίες αντιστοιχούσαν στις επιδράσεις διαφορετικών επιπέδων αλκοόλ στο αίμα. Οι προσομοιωμένες επιδράσεις περιλάμβαναν αλλοιώσεις στην οπτική αντίληψη, όπως θόλωση εικόνας κατά την αλλαγή κατεύθυνσης, μείωση του οπτικού πεδίου και καθυστερημένη απόκριση στο φρενάρισμα.

Με την ολοκλήρωση του πειράματος, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο παρατίθεται στο Παράρτημα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε βασικές ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως η ηλικία, το φύλο, η οικογενειακή κατάσταση κλπ. Επιπλέον, περιείχε ερωτήσεις που αφορούσαν τις οδηγικές τους συνήθειες, καθώς και τη σχέση τους με την κατανάλωση αλκοόλ.

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

4.3.1 Επεξεργασία ερωτηματολογίων

Το επόμενο στάδιο της πειραματικής διαδικασίας περιλάμβανε τη συλλογή και επεξεργασία των ερωτηματολογίων των 35 συμμετεχόντων, με στόχο την ενσωμάτωση των δεδομένων στη βάση πληροφοριών που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα Διπλωματική Εργασία. Για τη σωστή καταχώρηση των δεδομένων, κρίθηκε αναγκαία η κωδικοποίηση των ερωτήσεων και των μεταβλητών, ακολουθώντας ένα ενιαίο και λογικό σύστημα, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.2. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με την καταγραφή των απαντήσεων κάθε συμμετέχοντα σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα ($35 \text{ συμμετέχοντες} \times 25 \text{ ερωτήσεις}$), από τον οποίο παρατίθεται ένα δείγμα στην Εικόνα 4.6.

Πίνακας 4.2: Ονομασία μεταβλητών ερωτηματολογίου / Κωδικοποίηση απαντήσεων

ΕΡΩΤΗΣΗ			ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ		ΑΠΑΝΤΗΣΗ				
Α. Εμπειρία οδήγησης συμμετέχοντα									
A1	Πόσα χρόνια έχετε το δίπλωμα οδήγησης;	years_license	Οποιαδήποτε τιμή						
A2	Πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε ετησίως;	year_km	Οποιαδήποτε τιμή						
A3	Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα εντός;	days_perweek_urban	1: [1]	2: [2]	3: [3]	4: [4]	5: [5]	6: [6]	7: [7]
A4	Πόσα χιλιόμετρα διανύετε την εβδομάδα εντός;	km_perweek_urban	1: [<20]	2: [20-50]	3: [50-100]	4: [100-150]	5: [>150]		8: [Λιγότερες]
A5	Πόσα χιλιόμετρα διανύετε ετησίως στο υπεραστικό δίκτυο;	year_km_rural	1: [<500]	2: [500-1000]	3: [1000-5000]	4: [5000-15000]	5: [>15000]		
Β. Συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ									
B1	Πόσες μέρες μέσα σε μία εβδομάδα καταναλώνετε αλκοόλ;	days_alc_consump	1: [0]	2: [1]	3: [2]	4: [3]	5: [4]	6: [5]	7: [6]
B2	τα αλκοόλ που καταναλώνω	avg_alc_quantity	1: [1 ποτό ή λιγότερο]	2: [2-3 ποτά]	3: [4-5 ποτά]	4: [6 ή περισσότερα ποτά]			
B3	Έχετε αισθανθεί ποτέ ότι δεν μπορείτε να ελέγξετε την κατανάλωση αλκοόλ σας;	alcohol_control	1: [Ποτέ]	2: [Σπάνια]	3: [Μερικές φορές]	4: [Συχνά]	5: [Συνέχεια]		
Γ. Εμπειρίες οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ									
Γ1	Έχετε οδηγήσει ποτέ υπό την επήρεια αλκοόλ;	driven_under_alcohol	1: [Όχι]	2: [Ναι]					
Γ2	Αν ναι, πόσες φορές έχετε οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ τον τελευταίο χρόνο;	times_last_year	Οποιαδήποτε τιμή						
Γ3	Έχετε νιώσει ποτέ ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρέασε την ικανότητά σας να οδηγήσετε;	driving_impact	1: [Ποτέ]	2: [Σπάνια]	3: [Μερικές φορές]	4: [Συχνά]	5: [Συνέχεια]		
Γ4	Ποιες από τις ακόλουθες δυσκολίες αντιμετωπίσατε κατά την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ; (Επιλέξτε τουλάχιστον)	driving_problems	0: [Δεν ξέρω, δεν πίνω]	1: [Δυσκολία συγκέντρωσης]	2: [Αργά αντανάκλαστικά]	3: [Δυσκολία στην κρίση]	4: [Ασταθής συντονισμός]	5: [Υπνηλία]	
Γ5	Πόσο συχνά νιώθετε ότι η κατανάλωση αλκοόλ σας ωθεί να οδηγήσετε πιο παρορμητικά ή επιθετικά;	impulsivity_driving	1: [Ποτέ]	2: [Σπάνια]	3: [Περιστασιακά]	4: [Συχνά]	5: [Πάντα]		
Γ6	Έχετε εμπλακεί ποτέ σε τροχαίο ατύχημα είτε ως οδηγός είτε ως επιβάτης, εξαιτίας της κατανάλωσης αλκοόλ;	accident_involved	1: [Όχι, ποτέ]	2: [Ναι, ήμουν οδηγός]					
Γ7	Πόσες φορές σας έχει κάνει έλεγχο η Τροχαία για τα επίπεδα αλκοόλ στον οργανισμό σας;	police_tests	Οποιαδήποτε τιμή						
Γ8	Αν ναι, έχετε παραβιάσει ποτέ τα επιτρεπτά επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (0,5kg/lit)	exceeded_limit	Οποιαδήποτε τιμή	*ΝΑ: [Δεν έχω δεχθεί έλεγχο άρα δεν απαντώ]					
Γ9	Ας υποθέσει ότι έπετα από νυχτερινή έξοδο έχετε καταναλώσει 3 ποτά και έχετε βρεθεί εκεί με το αυτοκίνητο σας. Πώς θα ενεργούσατε για να επιστρέψετε σπίτι σας;	returning_scenario	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									
Δ1	Πόσα κανονικά ποτήρια μπύρας πιστεύετε ότι αρκούν για να φτάσει κάποιος το επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό;	beer_limit	1: [1]	2: [2]	3: [3]	4: [4]			
Δ2	Πιστεύετε ότι είναι ασφαλές να οδηγήσετε μετά από 1-2 ποτά;	driving_after_drink	1: [Καθόλου]	2: [Λίγο]	3: [Αρκετά]	4: [Πολύ]	5: [Πάρα πολύ]		
Δ3	Πιστεύετε ότι οι κυρώσεις για την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ είναι αρκετά αυστηρές;	strict_law	1: [Διαφωνώ κάθιστα]	2: [Διαφωνώ]	3: [Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ]	4: [Συμφωνώ]	5: [Συμφωνώ απόλυτα]		
Ε. Γενικά στοιχεία συμμετέχοντα									
E1	Ηλικία	age	Οποιαδήποτε τιμή						
E2	Φύλο	gender	1: [Αντρας]	2: [Γυναίκα]	3: [Άλλο]				
E3	Σας αρέσει η οδήγηση;	like_driving	1: [ναι]	2: [Ουδέτερο]	3: [Όχι]				
E4	Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;	family	1: [Ανύπαντρος/η]	2: [Παντρεμένος/η]	3: [Διαζευγμένος/η]	4: [Χήρος/α]			
E5	Ποιο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;	fmly_income	1: [<10000]	2: [10000-25000]	3: [>25000]				
E6	Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο;	educational_level	1: [Πρωτοβάθμια]	2: [Δευτεροβάθμια]	3: [ΑΕΙ]	4: [Μεταπτυχιακό]	5: [Διδακτορικό]	6: [Άλλο]	

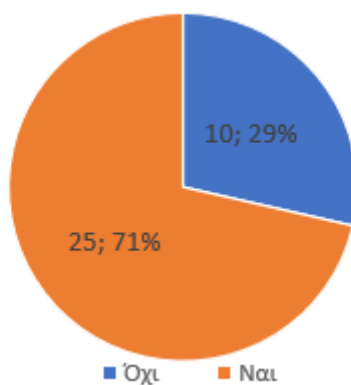
Εικόνα 4.6 Απόσπασμα πίνακα αποτελεσμάτων ερωτηματολογίου

A/A	Participant	Type	Alcohol State	Scenario No	years license	year km	year km rural	days alc consump	avg alc quantity	alcohol control	driven under alcohol
1	1	R	1	1	5	40000	5	3	2	3	2
2	1	R	2	2	5	40000	5	3	2	3	2
3	1	R	2	3	5	40000	5	3	2	3	2
4	1	R	2	4	5	40000	5	3	2	3	2
5	2	R	1	1	6	5000	3	3	2	1	2
6	2	R	2	2	6	5000	3	3	2	1	2
7	2	R	2	3	6	5000	3	3	2	1	2
8	2	R	2	4	6	5000	3	3	2	1	2
9	3	R	1	1	12	20000	1	2	2	1	2
10	3	R	2	2	12	20000	1	2	2	1	2
11	3	R	2	3	12	20000	1	2	2	1	2
12	3	R	2	4	12	20000	1	2	2	1	2
13	4	R	1	1	4	15000	4	2	2	4	2
14	4	R	2	2	4	15000	4	2	2	4	2
15	4	R	2	3	4	15000	4	2	2	4	2
16	4	R	2	4	4	15000	4	2	2	4	2
17	5	R	1	1	8	15000	4	4	4	1	2
18	5	R	2	2	8	15000	4	4	4	1	2
19	5	R	2	3	8	15000	4	4	4	1	2
20	5	R	2	4	8	15000	4	4	4	1	2
21	6	R	1	1	1	100	1	1	1	1	1
22	6	R	2	2	1	100	1	1	1	1	1
23	6	R	2	3	1	100	1	1	1	1	1
24	6	R	2	4	1	100	1	1	1	1	1
25	7	R	1	1	3	9000	5	3	3	3	2
26	7	R	2	2	3	9000	5	3	3	3	2
27	7	R	2	3	3	9000	5	3	3	3	2
28	7	R	2	4	3	9000	5	3	3	3	2
29	8	R	1	1	1	1500	2	2	1	1	2
30	8	R	2	2	1	1500	2	2	1	1	2
31	8	R	2	3	1	1500	2	2	1	1	2
32	8	R	2	4	1	1500	2	2	1	1	2
33	9	R	1	1	5	15000	4	2	1	1	2
34	9	R	2	2	5	15000	4	2	1	1	2
35	9	R	2	3	5	15000	4	2	1	1	2
36	9	R	2	4	5	15000	4	2	1	1	2

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα στοιχεία από τα ερωτηματολόγια που αφορούν τις συνήθειες και τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων. Ενδεικτικά δημιουργήθηκαν γραφήματα που αφορούν τις παρακάτω ερωτήσεις: **Έχετε οδηγήσει ποτέ υπό την επήρεια αλκοόλ;** (Γράφημα 4.3), **Ποια είναι η μέση ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνετε κάθε φορά που πίνετε** (Γράφημα 4.4), **Πιστεύετε ότι είναι ασφαλές να οδηγήσετε μετά από 1-2 ποτά;** (Γράφημα 4.5).

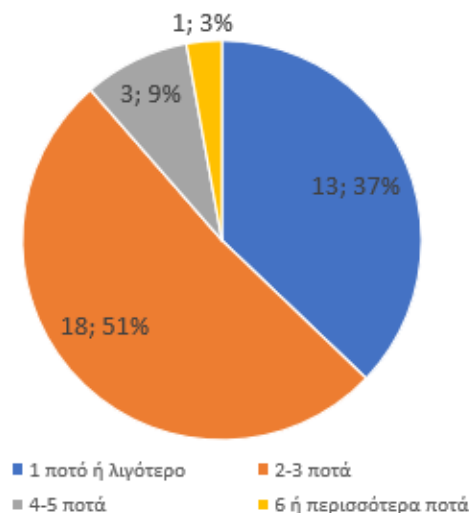
Γράφημα 4.3

Έχετε οδηγήσει ποτέ υπό την επήρεια αλκοόλ;



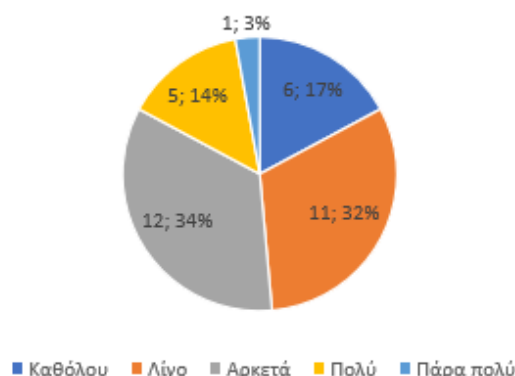
Γράφημα 4.4

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



Γράφημα 4.5

Πιστεύετε ότι είναι ασφαλές να οδηγήσετε μετά από 1-2 ποτά;



Το γράφημα 4.3 αποκαλύπτει ένα ανησυχητικά υψηλό ποσοστό (71%) των ερωτηθέντων που παραδέχονται ότι έχουν οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ. Αντίστοιχα, το γράφημα 4.4 δείχνει ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (51%) καταναλώνει 2-3 ποτά κάθε φορά που πίνει, υποδεικνύοντας ένα μέτριο επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ, ενώ ένα σημαντικό ποσοστό (37%) αναφέρει ότι καταναλώνει 1 ποτό ή λιγότερο, υποδεικνύοντας μια πιο συγκρατημένη προσέγγιση. Ωστόσο, το μικρό ποσοστό (3%) που αναφέρει 6 ή περισσότερα ποτά υπογραμμίζει την ανάγκη για προσοχή σε περιπτώσεις υπερβολικής κατανάλωσης. Τέλος, το γράφημα 4.5 αποκαλύπτει μια σημαντική διαφωνία σχετικά με το αν είναι ασφαλές να οδηγήσει κανείς μετά από 1-2 ποτά, με τις απόψεις να είναι σχεδόν ισομερώς κατανεμημένες μεταξύ των "αρκετά" και "λίγο" ασφαλές. Το 17% που θεωρεί ότι δεν είναι καθόλου ασφαλές υπογραμμίζει την ανησυχία για την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, ακόμα και σε μικρές ποσότητες, ενώ η διασπορά των απαντήσεων υποδεικνύει την ανάγκη για καλύτερη ενημέρωση σχετικά με τις επιπτώσεις του αλκοόλ στην ικανότητα οδήγησης.

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 4.7, 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 "R" (Rural) αναφέρεται στο αστικό δίκτυο, και οι δείκτες "1" έως "4" συμβολίζουν τα σενάρια οδήγησης αντίστοιχα.

Εικόνα 4.7 Απόσπασμα από logfiles

1R1	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.813 KB
1R2	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.486 KB
1R3	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	3.353 KB
1R4	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	3.046 KB
1U1	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	3.163 KB
1U2	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.717 KB
1U3	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	5.879 KB
1U4	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	3.523 KB
2R1	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.197 KB
2R2	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.687 KB
2R3	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.466 KB
2R4	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	2.649 KB
2U1	20/3/2024 10:52 μμ	Αρχείο TXT	4.333 KB

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. 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 στην Εικόνα 4.8. Επιπλέον, για την ολοκλήρωση του συγκεντρωτικού πίνακα, προστέθηκαν τα στοιχεία από τα ερωτηματολόγια κάθε συμμετέχοντα, τα οποία κωδικοποιήθηκαν και απεικονίζονται στην Εικόνα 4.6.

Εικόνα 4.8 Απόσπασμα βάσης δεδομένων

A/A	Participant	Type	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
100	25	R	4	264.240	0.190	-2151.492	1.289	2.000	0.000	1393.558	1.763	4.117	1388.532	46.891
101	26	R	1	234.475	0.190	-2110.174	1.328	2.000	0.000	1321.835	1.516	4.329	1317.336	79.211
102	26	R	2	289.380	0.190	-2183.707	1.261	2.000	0.000	1445.831	1.744	3.967	1440.802	71.232
103	26	R	3	281.033	0.190	-2164.228	1.311	2.000	0.000	1418.692	1.430	3.998	1414.662	74.917
104	26	R	4	258.061	0.190	-2120.845	1.089	2.000	0.000	1355.935	1.589	3.990	1352.968	51.587
105	27	R	1	270.338	0.190	-2128.769	1.146	2.000	0.000	1376.969	1.558	3.761	1374.882	53.598
106	27	R	2	286.025	0.190	-2163.103	1.228	2.000	0.000	1427.268	1.584	3.836	1424.375	54.013
107	27	R	3	225.443	0.190	-2064.023	1.217	2.000	0.000	1282.489	1.348	3.486	1280.566	60.842
108	27	R	4	302.357	0.190	-2176.310	1.128	2.000	0.000	1447.551	1.527	3.657	1444.203	59.389
109	28	R	1	275.681	0.190	-2130.965	1.298	2.000	0.000	1386.618	1.210	3.501	1384.039	37.375
110	28	R	2	261.527	0.190	-2074.766	1.266	2.000	0.000	1314.277	1.378	3.619	1310.990	36.301
111	28	R	3	255.182	0.190	-2104.827	1.301	2.000	0.000	1338.785	1.440	3.391	1336.166	37.522
112	28	R	4	291.538	0.190	-2129.618	1.192	2.000	0.000	1393.161	1.547	3.621	1389.656	37.729
113	29	R	1	258.957	0.190	-2102.857	1.272	2.000	0.000	1336.970	1.526	4.007	1332.311	70.013
114	29	R	2	281.556	0.190	-2159.445	1.325	2.000	0.000	1419.873	1.556	3.815	1413.682	70.470
115	29	R	3	256.740	0.190	-2118.996	1.265	2.000	0.000	1357.500	1.488	3.627	1354.048	70.347
116	29	R	4	298.408	0.190	-2183.781	1.279	2.000	0.000	1446.975	1.373	3.971	1442.474	64.455
117	30	R	1	256.036	0.190	-2142.547	1.173	2.000	0.000	1375.971	1.364	4.206	1372.615	65.666
118	30	R	2	281.328	0.190	-2156.849	1.309	2.000	0.000	1415.031	1.771	3.811	1410.506	57.953
119	30	R	3	279.662	0.190	-2127.723	1.183	2.000	0.000	1377.967	1.844	3.631	1373.405	53.994
120	30	R	4	286.157	0.190	-2172.312	1.218	2.000	0.000	1433.799	1.403	3.538	1430.828	50.736
121	31	R	1	260.698	0.190	-2152.606	1.228	2.000	0.000	1386.008	1.368	4.232	1381.652	75.641
122	31	R	2	276.536	0.190	-2140.716	1.419	2.000	0.000	1399.761	1.353	3.653	1395.497	59.953
123	31	R	3	291.661	0.190	-2200.929	1.143	2.000	0.000	1465.371	1.131	3.676	1461.760	63.017
124	31	R	4	272.623	0.190	-2145.461	1.039	2.000	0.000	1396.861	1.136	3.685	1392.970	65.133
125	32	R	1	251.786	0.190	-2105.996	1.280	2.000	0.000	1331.478	1.566	4.035	1328.128	63.783
126	32	R	2	278.467	0.190	-2145.748	1.383	2.000	0.000	1408.653	1.635	3.718	1403.940	58.764
127	32	R	3	264.852	0.190	-2149.752	1.224	2.000	0.000	1398.743	1.486	3.628	1397.230	61.985
128	32	R	4	292.128	0.190	-2182.417	1.165	2.000	0.000	1438.314	1.438	3.678	1434.101	50.548
129	33	R	1	301.082	0.190	-2130.827	1.152	2.000	0.000	1406.423	1.574	3.659	1402.945	48.186
130	33	R	2	270.229	0.190	-2154.222	1.424	2.000	0.000	1410.825	1.302	3.793	1408.756	45.527
131	33	R	3	262.744	0.190	-2113.036	1.183	2.000	0.000	1354.846	1.688	3.567	1350.076	51.757
132	33	R	4	269.805	0.190	-2111.879	1.200	2.000	0.000	1352.539	1.539	3.931	1348.281	46.091
133	34	R	1	213.787	0.190	-2052.018	1.378	2.000	0.000	1256.593	1.429	3.942	1253.350	59.881
134	34	R	2	269.584	0.190	-2162.611	1.337	2.000	0.000	1410.703	1.541	3.687	1407.416	48.474
135	34	R	3	252.563	0.190	-2125.067	1.162	2.000	0.000	1354.914	1.308	3.738	1352.579	57.387
136	34	R	4	306.204	0.190	-2210.990	0.941	2.000	0.000	1480.719	1.467	3.517	1477.345	50.789

4.5 Περιγραφικά στοιχεία δείγματος

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά των δεδομένων που είναι χρήσιμα για τη στατιστική ανάλυση. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.4, μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Ο μέσος χρόνος αντίδρασης των οδηγών (Avg_ReactionTime) αυξάνεται όσο αυξάνεται η συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα. Στο Σενάριο 1 (0% BAC), ο μέσος χρόνος αντίδρασης είναι 1,712 δευτερόλεπτα, ενώ στο Σενάριο 4 (0.09% BAC) αυξάνεται σε 1,964 δευτερόλεπτα. Η διαφορά αυτή υποδηλώνει ότι η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ μπορεί να μειώνει την ικανότητα των οδηγών να ανταποκριθούν έγκαιρα σε ερεθίσματα.
- Η μέση ταχύτητα οδήγησης (Avg_Speed) μειώνεται καθώς αυξάνεται το επίπεδο αλκοόλ. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί κινήθηκαν με 62,511 km/h στο Σενάριο 1, ενώ στο Σενάριο 4 η μέση ταχύτητα μειώθηκε στα 55,715 km/h. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μεγαλύτερη αβεβαιότητα ή προσαρμογή της συμπεριφοράς λόγω της κατανάλωσης αλκοόλ.
- Ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων (TotalAccidents) αυξάνεται σημαντικά με την αύξηση της κατανάλωσης αλκοόλ. Στο Σενάριο 1 (νηφάλια κατάσταση),

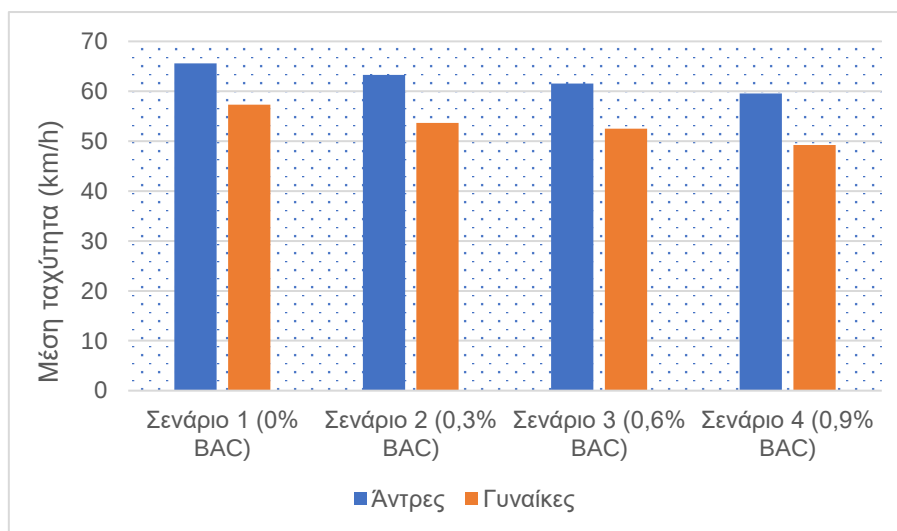
καταγράφηκαν 8 ατυχήματα, ενώ στο Σενάριο 4 (υψηλό επίπεδο BAC) ο αριθμός αυξήθηκε σε 27. Αυτό αποτελεί σαφή ένδειξη της αρνητικής επίδρασης του αλκοόλ στην οδηγική ασφάλεια.

Πίνακας 4.3: Βασικές τιμές μετρήσεων για κάθε σενάριο οδήγησης

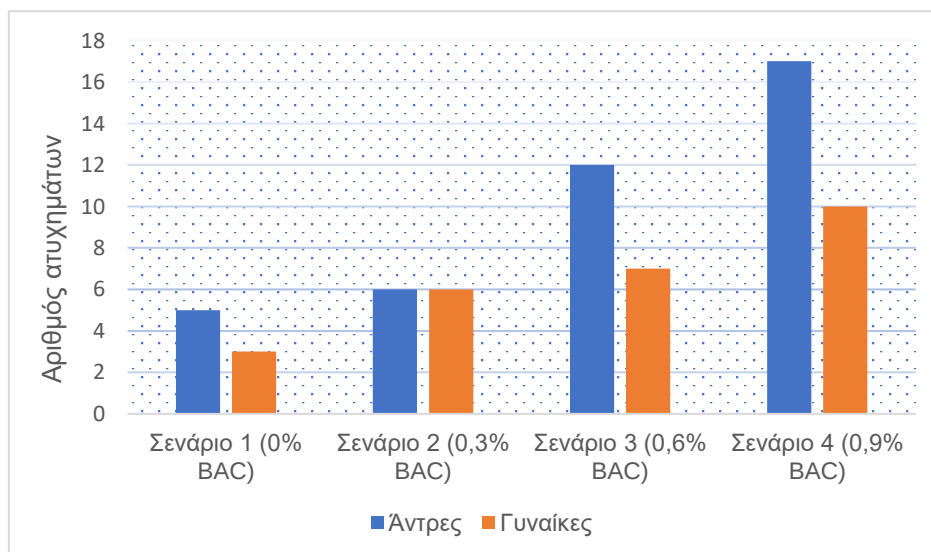
Scenario_No	Avg_ReactionTime	Avg_Speed	TotalAccidents
1	1,712	62,511	8
2	1,789	58,688	12
3	1,851	56,883	19
4	1,964	55,715	27

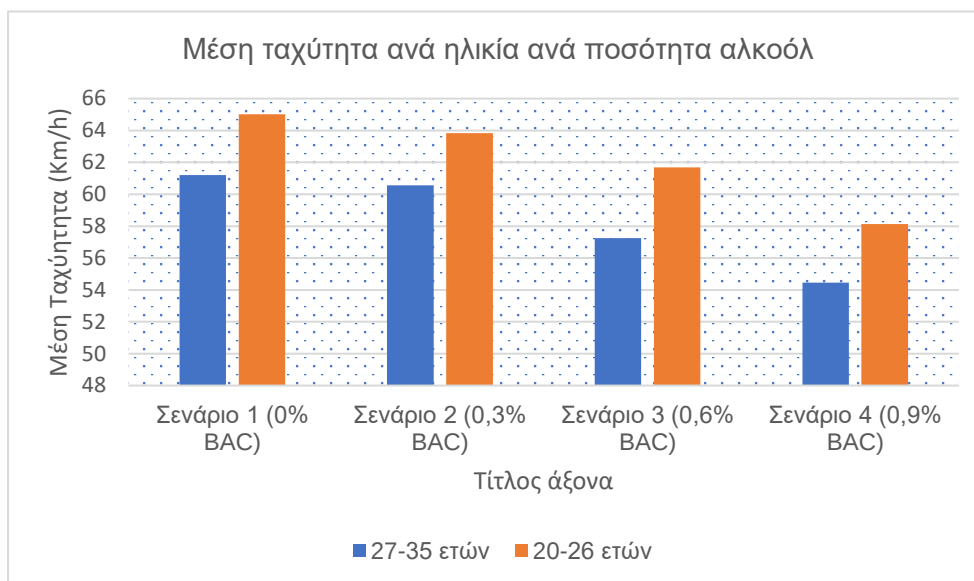
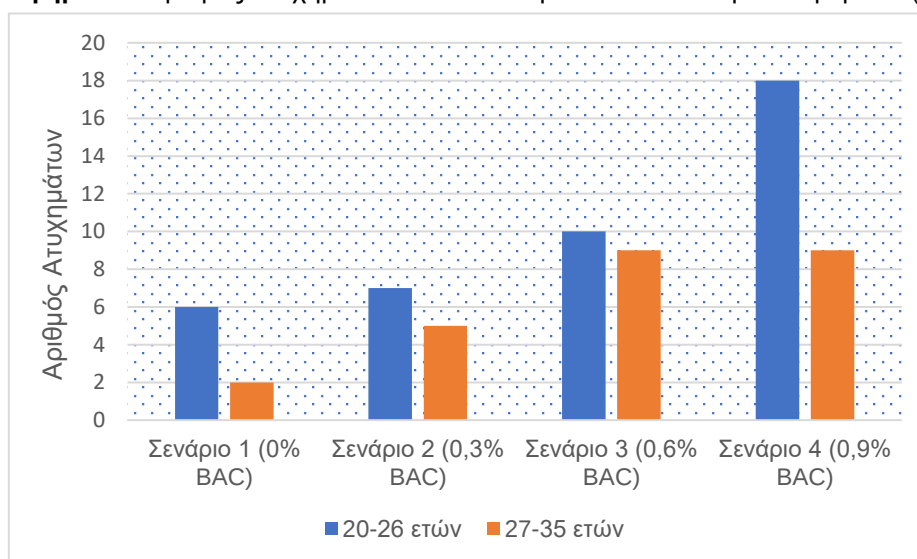
Τέλος, συγκρίνεται η οδηγική των συμμετεχόντων όσον αφορά την μέση ταχύτητα και τα συνολικά ατυχήματα, με βάση το φύλο και την ηλικιακή κατηγορία των οδηγών.

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



Γράφημα 4.7: : Αριθμός ατυχημάτων ανά φύλο ανά ποσότητα αλκοόλ



Γράφημα 4.8: : Μέση ταχύτητα ανά ποσότητα αλκοόλ ανά ηλικιακή ομάδα (km/h)**Γράφημα 4.9:**Αριθμός ατυχημάτων ανά ποσότητα αλκοόλ ανά ηλικιακή ομάδα (km/h)

Σύμφωνα με το Γράφημα 4.6, η μέση ταχύτητα μειώνεται όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα αλκοόλ στο αίμα. Οι άντρες οδηγούν με μεγαλύτερη μέση ταχύτητα από τις γυναίκες σε όλα τα σενάρια, ενώ η διαφορά παραμένει σταθερή. Στα υψηλότερα επίπεδα, η μείωση της ταχύτητας είναι πιο εμφανής, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει μια ασυνείδητη προσπάθεια αντιστάθμισης της μειωμένης ικανότητας αντίδρασης λόγω της επίδρασης του αλκοόλ.

Το Γράφημα 4.7 δείχνει ότι ο αριθμός των ατυχημάτων αυξάνεται σημαντικά με την αύξηση της περιεκτικότητας αλκοόλ στο αίμα, επιβεβαιώνοντας την αρνητική επίδραση του αλκοόλ στην οδηγική ασφάλεια. Οι άντρες παρουσιάζουν περισσότερα ατυχήματα από

τις γυναίκες σε όλα τα σενάρια, με τη διαφορά να γίνεται εντονότερη στα υψηλά επίπεδα αλκοόλ, όπου οι άντρες έχουν κατακόρυφη αύξηση στα ατυχήματα.

Το Γράφημα 4.8, που αφορά τη μέση ταχύτητα ανά ηλικιακή ομάδα και περιεκτικότητα αλκοόλ στο αίμα, παρατηρείται ότι οι οδηγοί 20-26 ετών έχουν σταθερά μεγαλύτερη μέση ταχύτητα σε σχέση με την ομάδα 27-35 ετών. Και στις δύο ηλικιακές ομάδες, η ταχύτητα μειώνεται όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα αλκοόλ στο αίμα, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται είτε με συνειδητή προσαρμογή λόγω μειωμένων αντανεκλαστικών είτε με φυσική αντίδραση στην απώλεια ελέγχου που προκαλεί το αλκοόλ.

Το Γράφημα 4.9 επιβεβαιώνει την τάση αύξησης των ατυχημάτων με την αύξηση της περιεκτικότητας αλκοόλ στο αίμα. Οι νεότεροι οδηγοί (20-26 ετών) εμπλέκονται σε περισσότερα ατυχήματα σε σύγκριση με τους οδηγούς 27-35 ετών, ειδικά στα υψηλότερα επίπεδα. Αυτό μπορεί να συνδέεται με τη γενικότερη ροπή των νεότερων οδηγών προς πιο ριψοκίνδυνη οδήγηση, ακόμα και υπό την επήρεια αλκοόλ.

Συνολικά, τα διαγράμματα δείχνουν ότι η αύξηση της περιεκτικότητας αλκοόλ στο αίμα επιδεινώνει την οδηγική συμπεριφορά, αυξάνοντας τον αριθμό των ατυχημάτων και τον χρόνο αντίδρασης, ενώ παράλληλα μειώνει τη μέση ταχύτητα. Οι άντρες και οι νεότεροι οδηγοί φαίνεται να είναι πιο επιρρεπείς σε ριψοκίνδυνες συμπεριφορές, με υψηλότερες ταχύτητες και περισσότερα ατυχήματα στα υψηλά επίπεδα αλκοόλ.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία ανάπτυξης τεσσάρων μαθηματικών μοντέλων και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτήν. Συγκεκριμένα, τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν αφορούν τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τον μέσο χρόνο αντίδρασης, τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και την πιθανότητα ατυχήματος. Τα τρία πρώτα αναπτύχθηκαν με τη χρήση γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ το τελευταίο με λογιστική παλινδρόμηση. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού R, αξιοποιώντας δεδομένα που προέκυψαν από τον προσομοιωτή οδήγησης. Πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές δοκιμές για την επιλογή των καταλληλότερων μοντέλων, λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια αποδοχής και προσαρμογής. Για κάθε μοντέλο παρουσιάζεται η εξίσωση, η στατιστική του σημαντικότητας και η ερμηνεία των ανεξάρτητων μεταβλητών. Επιπλέον, γίνεται αξιολόγηση της ποιότητας προσαρμογής των μοντέλων με τη χρήση του συντελεστή προσδιορισμού R^2 για τα γραμμικά μοντέλα και του ελέγχου λογάριθμου πιθανοφάνειας για το λογιστικό μοντέλο. Η συσχέτιση των μεταβλητών εξετάζεται μέσω της μεθόδου Pearson για συνεχείς μεταβλητές και της Spearman για διακριτές. Τέλος, παρατίθενται τα βασικά περιγραφικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών, όπως συχνότητα εμφάνισης, ποσοστά, εύρος τιμών, μέγιστη και ελάχιστη τιμή, μέση τιμή και τυπική απόκλιση. Παρουσιάζονται, επίσης, διαγράμματα από την ανάλυση ευαισθησίας και η ελαστικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, συμβάλλοντας στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ κατανάλωσης αλκοόλ και οδικής συμπεριφοράς, καθώς και στον προσδιορισμό των παραμέτρων με τη μεγαλύτερη επίδραση στα υπό εξέταση μεγέθη.

5.2 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση ταχύτητα οδήγησης

5.2.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα

Το γραμμικό μοντέλο για τη μέση ταχύτητα οδήγησης, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

$$\text{Avg_Speed} = 42,535 + 2,677 \cdot \text{year_km_rural} + 1,083 \cdot \text{driving_problems} + 8,984 \cdot \text{fmly_income} - 4,686 \cdot \text{accident_involved} - 1,813 \cdot \text{Scenario_No}$$

όπου:

Εξαρτημένη μεταβλητή:

AverageSpeed: μέση ταχύτητα οδήγησης (km/h)
(συνεχής μεταβλητή)

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

year_km_rural: Ετήσια χιλιόμετρα σε επαρχιακό δίκτυο | <500km: 1, >15000km: 5
(διακριτή μεταβλητή)

driving_problems: προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι οδηγοί όταν καταναλώνουν αλκοόλ | δεν ξέρω, δεν πίνω: 0, δυσκολία συγκέντρωσης: 1, αργά αντανακλαστικά: 2, δυσκολία στην κρίση: 3, ασταθής συντονισμός: 4, υπνηλία: 5. Οι πολλαπλές απαντήσεις αθροίζονται.

(συνεχής μεταβλητή)

fmly_income: Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα | <10000: 1, 10000-25000: 2, >25000:3 .

(διακριτή μεταβλητή)

accident_involved : Εμπλοκή σε ατύχημα ως οδηγός | Όχι:1, Ναί:2 .

(διακριτή μεταβλητή)

Scenario_No: Επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή | 0%: 1, 0,03%: 2, 0,06%: 3, 0,09%: 4 (BAC),

(διακριτή μεταβλητή)

Όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.1, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του t value για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Pr μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία

Πίνακας 5.1 : Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

Dependent Variable: Avg_Speed					
Independent variables	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	Signif. codes
(Intercept)	42.5346	3.4173	12.447	< 2e-16	***
year km rural	2.6771	0.7544	3.549	0.000535	***
driving problems	1.0832	0.2664	4.066	8.11E-05	***
fmly income	8.9844	1.3687	6.564	1.05E-09	***
accident involved	-4.686	1.3604	-3.445	0.000764	***
Scenario_No	-1.813	0.7972	-2.274	0.024548	*
Επίπεδο εμπιστοσύνης	*** 99.9%	** 99%	* 95%		
Multiple R-squared	0.4216				
Adjusted R-squared	0.4				

Από τον πίνακα 5.1 προκύπτουν ορισμένα σημαντικά **ευρήματα** που αξίζει να επισημανθούν. Αρχικά, η **ετήσια απόσταση οδήγησης σε επαρχιακές οδούς** συσχετίζεται θετικά με τη μέση ταχύτητα, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ότι οι οδηγοί με μεγαλύτερη εμπειρία σε τέτοιου είδους δρόμους τείνουν να αισθάνονται πιο εξοικειωμένοι και άνετοι, οδηγώντας με υψηλότερες ταχύτητες. Επιπλέον, τα άτομα που αναφέρουν περισσότερα **προβλήματα οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ** φαίνεται να έχουν υψηλότερη μέση ταχύτητα, γεγονός που μπορεί να οφείλεται είτε σε μειωμένη αντίληψη κινδύνου είτε σε υπερεκτίμηση των ικανοτήτων τους. Το **οικογενειακό εισόδημα** παρουσιάζει επίσης θετική σχέση με τη μέση ταχύτητα, κάτι που ενδέχεται να συνδέεται με το γεγονός ότι άτομα από οικογένειες υψηλότερου εισοδήματος έχουν πρόσβαση σε πιο σύγχρονα και ασφαλή οχήματα ή ότι οδηγούν πιο συχνά, αυξάνοντας έτσι την αυτοπεποίθησή τους στον δρόμο. Αντίθετα, η **προηγούμενη εμπλοκή σε ατύχημα**

φαίνεται να έχει αρνητική επίδραση στη μέση ταχύτητα, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι οδηγοί που έχουν βιώσει τροχαίο γίνονται πιο προσεκτικοί και τείνουν να διατηρούν χαμηλότερες ταχύτητες. Τέλος, η αυξημένη **κατανάλωση αλκοόλ** κατά την οδήγηση φαίνεται να μειώνει τη μέση ταχύτητα, πιθανώς λόγω της μειωμένης ικανότητας ελέγχου του οχήματος και της αυξημένης αντίληψης του κινδύνου. Οι οδηγοί σε αυτή την κατάσταση ενδέχεται να προσπαθούν να αντισταθμίσουν τις μειωμένες αντιδράσεις τους μειώνοντας την ταχύτητα, είτε συνειδητά είτε ως αποτέλεσμα της μειωμένης ικανότητάς τους να εκτιμήσουν σωστά την κατάσταση.

5.2.2 Ποιότητα μοντέλου

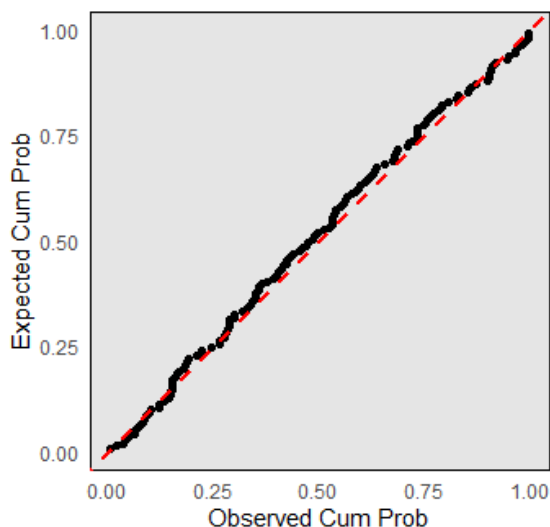
Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 του μοντέλου βάσει του πίνακα 5.2 έχει τιμή 0,4 η οποία δείχνει την ύπαρξη ικανοποιητικής προσαρμογής του μοντέλου.

Πίνακας 5.2 : Ποιότητα μοντέλου

Model	Multiple R-squared	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,422	0,4	10,55

Για τον έλεγχο αν το σφάλμα του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή, κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 5.1 στο οποίο γίνεται κατανοητό ότι οι τιμές δεν απέχουν σε μεγάλο βαθμό από τη διαγώνιο, ούτε παρουσιάζουν μεγάλες εκτροπές από αυτήν, επομένως από οπτικής άποψης ακολουθεί κανονική κατανομή.

Διάγραμμα 5.1: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος



5.2.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Από τη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών του Πίνακα 5.3, συγκεκριμένα με συσχέτιση Spearman αφού πρόκειται μόνο για διακριτές μεταβλητές, προκύπτει ότι δεν παρουσιάζεται υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους, αφού οι τιμές είναι μικρότερες από 0,4.

Πίνακας 5.3: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

Spearman's rho	year_km_rural	fmly_income	accident_involved	Scenario_No
year_km_rural	1.00	0.32	0.15	0.00
fmly_income	0.32	1.00	0.39	0.00
accident_involved	0.15	0.39	1.00	0.00
Scenario_No	0.00	0.00	0.00	1.00

5.2.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Από τον Πίνακα 5.4 επισημαίνονται χρήσιμα χαρακτηριστικά των διακριτών μεταβλητών σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική, όπως συχνότητα, ποσοστά για την κάθε τιμή αλλά και για το σύνολο των τιμών τους.

Πίνακας 5.4: Περιγραφική στατιστική των διακριτών μεταβλητών

year_km_rural				fmly_income			
		Fre- quency	Percent			Fre- quency	Percent
V a l i d	1	32	22,9	V a l i d	1	68	48,6
	2	32	22,9		2	48	34,3
	3	44	31,4		3	24	17,1
	4	16	11,4				
	5	16	11,4				
Total		140	100,0	Total		140	100,0

accident_involved				Scenario_No			
		Fre- quency	Percent			Fre- quency	Percent
V a l i d	1	120	85,7	V a l i d	1	35	25
	2	20	14,3		2	35	25
					3	35	25
					4	35	25
Total		140	100,0	Total		140	100

Επιπλέον, το ίδιο παρουσιάζεται και με τον Πίνακα 5.5 ο οποίος παρουσιάζει τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των συνεχών μεταβλητών, σύνολο τιμών, μέγιστη, ελάχιστη, μέση και τυπική απόκλιση.

Πίνακας 5.5: Περιγραφική στατιστική των συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std, Deviation
Avg_Speed	140	36,20	92,36	59,47	13,62
driving_problems	140	0	14	4,83	3,44
Valid N (listwise)	140				

5.2.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Με τον υπολογισμό της ελαστικότητας e για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή, οι τιμές της οποίας φαίνονται στον Πίνακα 5.6 γίνεται κατανοητός ο βαθμός επιρροής τους στην εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Επίσης, υπολογίστηκε και βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη. Προκύπτει, λοιπόν, ότι η μεγαλύτερη επιρροή στη μέση ταχύτητα οδήγησης εμφανίζεται από τη μεταβλητή που δείχνει την εμπλοκή ή όχι σε

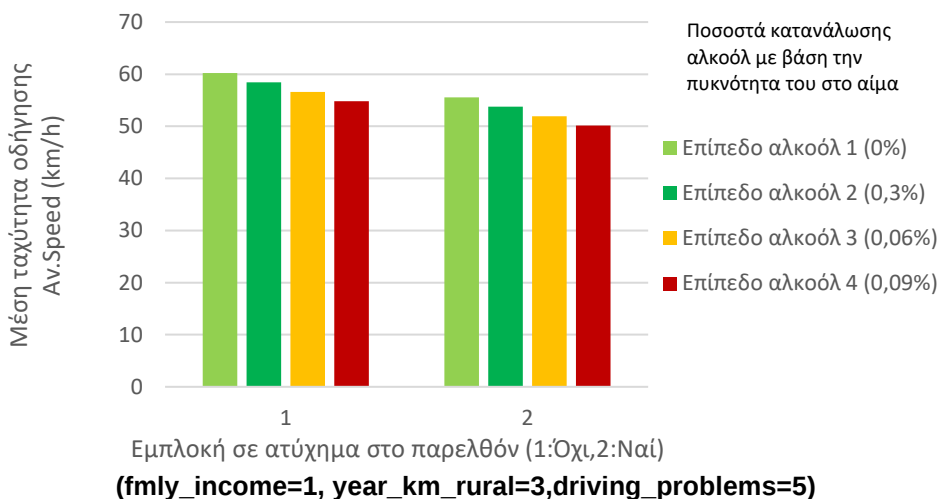
ατύχημα στο παρελθόν από τον οδηγό. Συγκεκριμένα παρατηρείται 2,58 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη που δείχνει το επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή.

Πίνακας 5.6: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	year_km_rural	2,67	0,05	-1,48
	fmly_income	8,98	0,16	-4,96
	accident_involved	-4,68	-0,08	2,58
	Scenario_No	-1,81	-0,03	1,00
Συνε	driving_problems	1,083	0,00	-

5.2.6 Ανάλυση ευαισθησίας

Το διάγραμμα 5.2 παρουσιάζει την ανάλυση ευαισθησίας της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε σχέση με την εμπλοκή του οδηγού σε ατύχημα στο παρελθόν (με τιμές 1: Όχι, 2: Ναι) και την κατανάλωση αλκοόλ (σε τέσσερα στάδια ανάλογα με την περιεκτικότητα του αλκοόλ στο αίμα).



Διάγραμμα 5.1: Επιρροή της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε σχέση με την εμπλοκή του οδηγού σε ατύχημα στο παρελθόν και την κατανάλωση αλκοόλ

Το διάγραμμα δείχνει ότι τόσο η εμπλοκή σε ατύχημα όσο και η κατανάλωση αλκοόλ συσχετίζονται με χαμηλότερες ταχύτητες οδήγησης. Οι οδηγοί που έχουν βιώσει ατύχημα τείνουν να είναι πιο προσεκτικοί, ενώ η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ φαίνεται να μειώνει περαιτέρω την ταχύτητα, πιθανώς λόγω μειωμένης ικανότητας ελέγχου του οχήματος ή μεγαλύτερης συνειδητοποίησης του κινδύνου.

5.3 Μαθηματικό μοντέλο για τον μέσο χρόνο αντίδρασης

5.3.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα

Το γραμμικό μοντέλο για τη μέση ταχύτητα οδήγησης, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

Avg_ReactionTime = 1,662 - 0,207 * **returning_scenario** - 0,035 * **police_tests** + 0,128 * **accident_involved** + 0,129 * **driving_impact** + 0,062 * **Scenario_No** όπου:

Εξαρτημένη μεταβλητή:

Avg_ReactionTime: μέσος χρόνος αντίδρασης (s)
(συνεχής μεταβλητή)

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

returning_scenario: αναπαριστά την απάντηση στην ερώτηση για το πώς θα επιστρέψουν στο σπίτι τους μετά από κατανάλωση αλκοόλ, | θα έβρισκα άλλον τρόπο για να επιστρέψω με ασφάλεια: 1, θα οδηγούσα με μεγάλη προσοχή: 2, θα οδηγούσα κανονικά: 3.
(διακριτή μεταβλητή)

police_tests: αριθμός ελέγχων (αλκοτέστ) που έχει δεχθεί ο συμμετέχων από την αστυνομία | οποιαδήποτε αριθμητική τιμή
(διακριτή μεταβλητή)

driving_impact: απάντηση στην ερώτηση «Έχετε νιώσει ποτέ ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρέασε την ικανότητά σας να οδηγήσετε;» | ποτέ: 1, σπάνια: 2, μερικές φορές: 3, συχνά: 4, συνέχεια : 5.
(διακριτή μεταβλητή)

accident_involved : Εμπλοκή σε ατύχημα ως οδηγός |όχι:1, ναι:2 ,
(διακριτή μεταβλητή)

Scenario_No: Επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή | 0%: 1, 0,03%: 2, 0,06%: 3, 0,09%: 4 (BAC),
(διακριτή μεταβλητή)

Όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.7, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του t value για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Pr μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία

Πίνακας 5.7: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

Dependent Variable: Avg_ReactionTime	Coefficients				
Independent variables	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	Signif. codes
(Intercept)	1,6622	0,1133	14,668	< 2e-16	***
accident_involved	0,1283	0,0406	3,161	1,97E-03	**
returning_scenario	-0,207	0,0575	-3,606	4,49E-04	***
police_tests	-0,035	0,0164	-2,121	3,59E-02	*
driving_impact	0,1293	0,0354	3,648	0,000388	***
Scenario_No	0,0623	0,0261	2,391	0,018307	*
Επίπεδο εμπιστοσύνης	*** 99,9%	** 99%	* 95%		
Multiple R-squared	0,2329				
Adjusted R-squared	0,2019				

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.7, προκύπτουν σημαντικά **αποτελέσματα** από το μαθηματικό μοντέλο για τον μέσο χρόνο αντίδρασης των οδηγών. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που έχουν **εμπλακεί σε τροχαίο ατύχημα** εμφανίζουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε μεγαλύτερη προσοχή και διστακτικότητα κατά την οδήγηση. Αντίθετα, όσοι δηλώνουν ότι **θα οδηγούσαν κανονικά ή με προσοχή μετά την κατανάλωση αλκοόλ**, φαίνεται να έχουν μικρότερο χρόνο αντίδρασης, πιθανώς λόγω αυξημένης αυτοπεποίθησης ή υπερεκτίμησης των ικανοτήτων τους. Επιπλέον, **η συχνότητα ελέγχων αλκοτέστ από την αστυνομία** σχετίζεται με μειωμένο χρόνο αντίδρασης, υποδηλώνοντας ότι οι οδηγοί που υποβάλλονται συχνά σε ελέγχους μπορεί να έχουν αναπτύξει μεγαλύτερη ετοιμότητα και προσαρμοστικότητα. Παράλληλα, οι οδηγοί που **αντιλαμβάνονται ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει την οδηγική τους ικανότητα** εμφανίζουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, γεγονός που υποδηλώνει μειωμένη απόδοση υπό την επίδραση του αλκοόλ. Αντίστοιχα, **η συμμετοχή σε σεναρία οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ στον προσομοιωτή** συνδέεται επίσης με μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης, πιθανώς λόγω της εξασθένησης των γνωστικών και κινητικών λειτουργιών.. Γενικά, το μοντέλο δείχνει ότι ο μέσος χρόνος αντίδρασης επηρεάζεται από την οδηγική εμπειρία, τη στάση απέναντι στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ και την κατανάλωση αλκοόλ κατά την οδήγηση, παρέχοντας σημαντικά στοιχεία για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την οδηγική ασφάλεια.

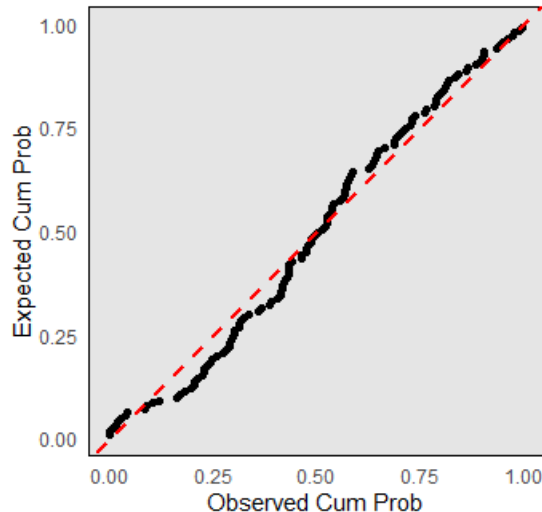
5.3.2 Ποιότητα μοντέλου

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 του μοντέλου βάσει του πίνακα 5.8 έχει τιμή 0,202 η οποία δείχνει την ύπαρξη σχετικά καλής προσαρμογής του μοντέλου.

Πίνακας 5.8 : Ποιότητα μοντέλου

Model	Multiple R-squared	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,233	0,202	0,325

Για τον έλεγχο αν το σφάλμα του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή, κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 5.3 στο οποίο γίνεται κατανοητό ότι οι τιμές δεν απέχουν σε μεγάλο βαθμό από τη διαγώνιο, ούτε παρουσιάζουν μεγάλες εκτροπές από αυτήν, επομένως από οπτικής άποψης ακολουθεί κανονική κατανομή.

Διάγραμμα 5.3: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος

5.3.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Από τη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών του Πίνακα 5.9, συγκεκριμένα με συσχέτιση Spearman αφού πρόκειται μόνο για διακριτές μεταβλητές, προκύπτει ότι δεν παρουσιάζεται υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους, αφού οι τιμές είναι μικρότερες από 0,4.

Πίνακας 5.9: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

Spearman's rho	accident_invol ved	returning_scen ario	police_te sts	driving_imp act	Scenario_ No
accident_involv ed	1	0,33	0,05	0,26	0
returning_scen ario	0,33	1	0,06	0,43	0
police_tests	0,05	0,06	1	0,11	0
driving_impact	0,26	0,43	0,11	1	0
Scenario_No	0	0	0	0	1

5.3.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Από τον Πίνακα 5.10 επισημαίνονται χρήσιμα χαρακτηριστικά των διακριτών μεταβλητών σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική, όπως συχνότητα, ποσοστά για την κάθε τιμή αλλά και για το σύνολο των τιμών τους.

Πίνακας 5.10: Περιγραφική στατιστική των διακριτών μεταβλητών

returning_scenario				police_tests			
		Frequ- ency	Percent			Frequ- ency	Percent
V a l i d	1	52	37,1	V	1	68	48,6
	2	76	54,3	a	2	36	25,7
	3	12	8,57	i	3	16	11,4
				d	4	4	2,86
					5	4	2,86
					6	8	5,71
					7	4	2,86
Total		140	100,0	Total		140	100,0
accident_involved				driving_impact			
		Frequ- ency	Percent			Frequ- ency	Percent
V a l i d	1	120	85,7	V		44	31,4
	2	20	14,3	a		48	34,3
				i		40	28,6
				d		4	2,86
						4	2,86
Total		140	100,0	Total		140	100
Scenario_No							
		Frequ- ency	Percent				
V a l i d	1	35	25				
	2	35	25				
	3	35	25				
	4	35	25				
	Total	140	100,0				

Επιπλέον, το ίδιο παρουσιάζεται και με τον Πίνακα 5.11 ο οποίος παρουσιάζει τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των συνεχών μεταβλητών, σύνολο τιμών, μέγιστη, ελάχιστη, μέση και τυπική απόκλιση.

Πίνακας 5.11: Περιγραφική στατιστική των συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std, Deviation
Avg_ReactionTime	130	0,59	2,97	1,86	0,36
Valid N (listwise)	130				

5.3.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Με τον υπολογισμό της ελαστικότητας e για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή, οι τιμές της οποίας φαίνονται στον Πίνακα 5.12 γίνεται κατανοητός ο βαθμός επιρροής τους στην εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Επίσης, υπολογίστηκε και βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη. Προκύπτει, λοιπόν, ότι η μεγαλύτερη επιρροή στη μέση ταχύτητα οδήγησης εμφανίζεται από τη μεταβλητή που δείχνει την εμπλοκή ή όχι σε ατύχημα στο παρελθόν από τον οδηγό. Συγκεκριμένα παρατηρείται 2,58 φορές μεγαλύτερη

επιρροή από την αντίστοιχη που δείχνει το επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή.

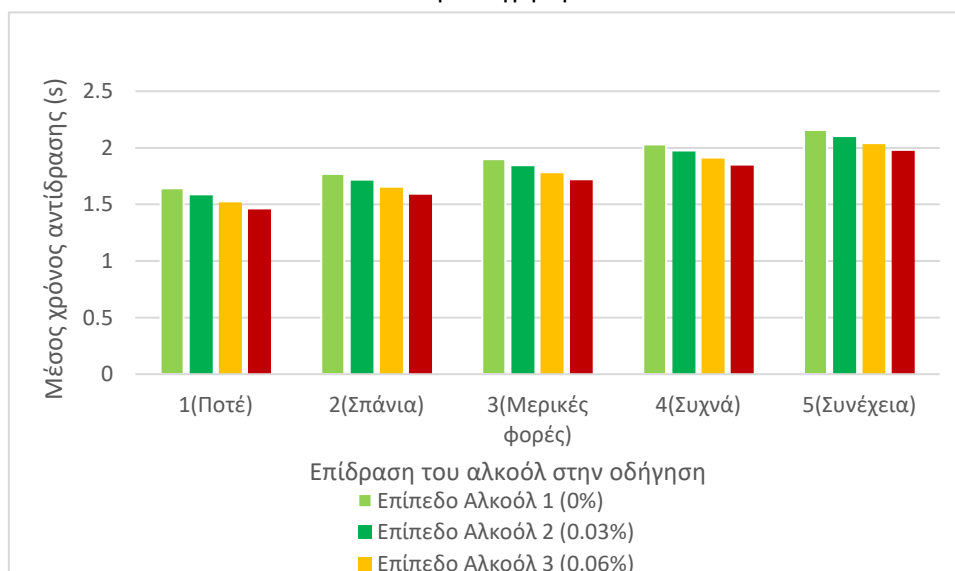
Πίνακας 5.12: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	accident_involved	0,128	0,074	1,000
	returning_scenario	-0,207	-0,125	-1,612
	police_tests	-0,035	-0,027	-0,271
	driving_impact	0,129	0,074	1,011
	Scenario_No	0,062	0,045	0,496

5.3.6 Ανάλυση ευαισθησίας

Το διάγραμμα 5.4 απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της αυτοαντίληψης της επίδρασης του αλκοόλ στην οδήγηση και του μέσου χρόνου αντίδρασης, λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά επίπεδα κατανάλωσης αλκοόλ. Παρατηρείται ότι, ανεξαρτήτως του επιπέδου κατανάλωσης αλκοόλ, οι συμμετέχοντες που δηλώνουν πως το αλκοόλ επηρεάζει συχνά ή συνεχώς την ικανότητά τους να οδηγούν εμφανίζουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης σε σύγκριση με όσους δηλώνουν πως δεν τους επηρεάζει ποτέ ή σπάνια. Αυτό συνάδει με τα ευρήματα του μοντέλου, όπου η μεταβλητή που εκφράζει την αίσθηση των συμμετεχόντων ότι το αλκοόλ επηρεάζει την οδήγησή τους συνδέεται με μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης. Επιπλέον, φαίνεται πως η αύξηση της κατανάλωσης αλκοόλ (από το επίπεδο 1 έως το επίπεδο 4) σχετίζεται με ελαφρώς μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης σε όλες τις κατηγορίες αυτοαντίληψης. Η τάση αυτή επιβεβαιώνει τη γενική παραδοχή ότι η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ επιδρά αρνητικά στην ικανότητα ταχείας απόκρισης των οδηγών. Συνολικά, το διάγραμμα δείχνει ότι τόσο η υποκειμενική αντίληψη των συμμετεχόντων για την επίδραση του αλκοόλ όσο και η πραγματική κατανάλωσή του επηρεάζουν τον μέσο χρόνο αντίδρασης, επιβεβαιώνοντας την αρνητική επίδραση του αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά.

Διάγραμμα 5.4: Πώς η αυτοαντίληψη της επίδρασης του αλκοόλ επηρεάζει τον χρόνο αντίδρασης στην οδήγηση



(returning_scenario=1, police_tests=2, accident_involved=1)

5.4 Μαθηματικό μοντέλο για την μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

5.4.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα

Το γραμμικό μοντέλο για την μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

$$\text{Avg_HWay} = 811,074 - 0,006 * \text{year_km} + -119,099 * \text{returning_scenario} - 184,456 * \text{fmly_income} + 129,983 * \text{accident_involved} + 36,997 * \text{Scenario_No} \text{ όπου:}$$

Εξαρτημένη μεταβλητή:

Avg_HWay: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)
(συνεχής μεταβλητή)

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

year_km: ετήσια απόσταση που οδηγεί κάποιος σε χιλιόμετρα | οποιαδήποτε τιμή.
(συνεχής μεταβλητή)

returning_scenario: αναπαριστά την απάντηση στην ερώτηση για το πώς θα επιστρέψουν στο σπίτι τους μετά από κατανάλωση αλκοόλ, | θα έβρισκα άλλον τρόπο για να επιστρέψω με ασφάλεια: 1, θα οδηγούσα με μεγάλη προσοχή: 2, θα οδηγούσα κανονικά: 3.
(διακριτή μεταβλητή)

fmly_income: Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα | <10000: 1, 10000-25000: 2, >25000: 3 .
(διακριτή μεταβλητή)

accident_involved : Εμπλοκή σε ατύχημα ως οδηγός |όχι:1, ναι:2 ,
(διακριτή μεταβλητή)

Scenario_No: Επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή | 0%: 1, 0,03%: 2, 0,06%: 3, 0,09%: 4 (BAC),
(διακριτή μεταβλητή)

Όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.13, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του t value για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Pr μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία.

Πίνακας 5.13 : Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

Dependent Variable: Avg_HWay	Coefficients				
Independent variables	Estimate	Std, Error	t-value	Pr(> t)	Signif, codes
(Intercept)	811,10	83,82	9,68	< 2e-16	***
year_km	-0,01	0,00	-2,89	4,46E-03	**
returning_scenario	-119,10	34,42	-3,46	7,24E-04	***
fmly_income	-184,50	30,09	-6,13	9,18E-09	***
accident_involved	130,00	31,14	4,17	5,36E-05	***
Scenario_No	37,01	17,87	2,07	0,0403	*
Επίπεδο εμπιστοσύνης	*** 99,9%	** 99%	* 95%		
Multiple R-squared	0,3505				
Adjusted R-squared	0,3263				

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.13, κρίνεται απαραίτητο να αναλυθούν τα **αποτελέσματα** τα οποία προκύπτουν από το μαθηματικό μοντέλο και είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Η **ετήσια απόσταση** οδήγησης εκφράζει την εμπειρία του οδηγού στους δρόμους. Ο αρνητικός συντελεστής υποδηλώνει ότι οι οδηγοί που διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα τον χρόνο πιθανόν να νιώθουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και να διατηρούν μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, ενδεχομένως λόγω εξοικείωσης με τις συνθήκες του δρόμου. Η απόφαση του οδηγού για το **πώς θα επιστρέψει στο σπίτι μετά από κατανάλωση αλκοόλ** περιγράφει τις επιλογές του μεταξύ ασφαλούς επιστροφής ή οδήγησης με προσοχή ή κανονικά. Ο αρνητικός συντελεστής δείχνει ότι όσοι επιλέγουν να οδηγήσουν, ακόμα και με προσοχή, τείνουν να έχουν πιο επιθετική οδηγική συμπεριφορά, μειώνοντας την απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα. Το **οικογενειακό εισόδημα** αντανάκλα την οικονομική κατάσταση του οδηγού. Ο αρνητικός συντελεστής υποδηλώνει ότι οδηγοί από οικογένειες με υψηλότερο εισόδημα τείνουν να διατηρούν μικρότερη απόσταση, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με την κατοχή νεότερων και πιο εξελιγμένων οχημάτων, τα οποία προσφέρουν μεγαλύτερη αίσθηση ασφάλειας και καλύτερη απόκριση σε συνθήκες κυκλοφορίας. Η **εμπλοκή σε τροχαίο ατύχημα στο παρελθόν** αποτελεί μια σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει την οδηγική συμπεριφορά. Ο θετικός συντελεστής δείχνει ότι οι οδηγοί που έχουν βιώσει τροχαίο ατύχημα ως οδηγοί τείνουν να είναι πιο προσεκτικοί και να διατηρούν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, καθώς μπορεί να έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση στους κινδύνους του δρόμου. Τέλος, το **επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ** κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή δείχνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του αλκοόλ τόσο μεγαλύτερη τείνει να είναι και η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι οδηγοί, όταν βρίσκονται υπό την επήρεια αλκοόλ, προσπαθούν να αντισταθμίσουν τη μειωμένη αντίληψη και τα πιο αργά αντανακλαστικά τους, διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας. Είναι πιθανό να οδηγούν πιο προσεκτικά ή με μειωμένη αυτοπεποίθηση λόγω των επιπτώσεων του αλκοόλ στις ικανότητές τους.

5.4.2 Ποιότητα μοντέλου

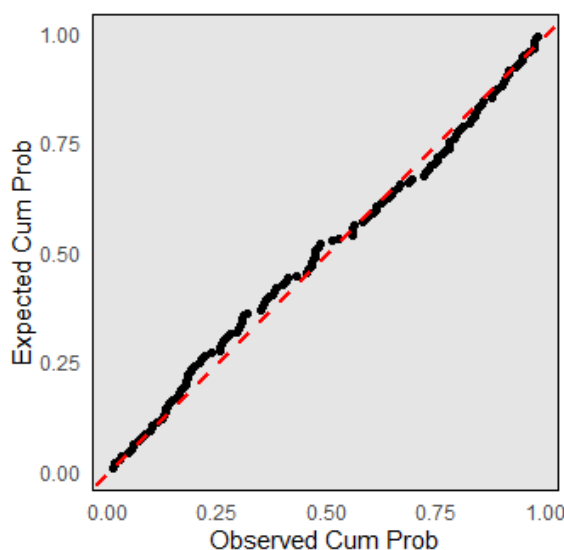
Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 του μοντέλου βάσει του πίνακα 5.8 έχει τιμή 0,326 η οποία δείχνει την ύπαρξη σχετικά καλής προσαρμογής του μοντέλου.

Πίνακας 5.14 : Ποιότητα μοντέλου

Model	Multiple R-squared	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,351	0,326	236,4

Για τον έλεγχο αν το σφάλμα του μοντέλου ακολουθεί κανονική κατανομή, κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 5.5 στο οποίο γίνεται κατανοητό ότι οι τιμές δεν απέχουν σε μεγάλο βαθμό από τη διαγώνιο, ούτε παρουσιάζουν μεγάλες εκτροπές από αυτήν, επομένως από οπτικής άποψης ακολουθεί κανονική κατανομή.

Διάγραμμα 5.5: Έλεγχος κανονικότητας σφάλματος



5.4.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Από τη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών του Πίνακα 5.15, συγκεκριμένα με συσχέτιση Spearman αφού πρόκειται μόνο για διακριτές μεταβλητές, προκύπτει ότι δεν παρουσιάζεται υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους, αφού οι τιμές είναι μικρότερες από 0,45.

Πίνακας 5.15: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

Spearman's rho	returning_scenario	fmly_income	accident_involved	Scenario_No
returning_scenario	1	0,14	0,33	0
fmly_income	0,14	1	0,41	0
accident_involved	0,33	0,41	1	0
Scenario_No	0,00	0,00	0,00	1

5.4.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Από τον Πίνακα 5.16 επισημαίνονται χρήσιμα χαρακτηριστικά των διακριτών μεταβλητών σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική, όπως συχνότητα, ποσοστά για την κάθε τιμή αλλά και για το σύνολο των τιμών τους.

Πίνακας 5.16: Περιγραφική στατιστική των διακριτών μεταβλητών

returning_scenario				fmly_income			
		Frequ- ency	Percent			Frequ- ency	Percent
V a l i d	1	52	37,1	V	1	68	48,6
	2	76	54,3	a	2	48	34,3
	3	12	8,57	l	3	24	17,1
				i			
	Total	140	100,0	d			
					Total	140	100,0

accident_involved				Scenario_No			
		Frequ- ency	Percent			Frequ- ency	Percent
V a l i d	1	120	85,7	V	1	35	25
	2	20	14,3	a	2	35	25
				l	3	35	25
				i	4	35	25
	Total	140	100,0	d			
					Total	140	100

Επιπλέον, το ίδιο παρουσιάζεται και με τον Πίνακα 5.17 ο οποίος παρουσιάζει τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των συνεχών μεταβλητών, σύνολο τιμών, μέγιστη, ελάχιστη, μέση και τυπική απόκλιση.

Πίνακας 5.17: Περιγραφική στατιστική των συνεχών μεταβλητών

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Avg_HWay	140	64,01	1140,40	483,06	288,02
year_km	140	100	40000	12337,14	10322,88
Valid N (listwise)	140				

5.4.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Με τον υπολογισμό της ελαστικότητας ϵ για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή, οι τιμές της οποίας φαίνονται στον Πίνακα 5.18 γίνεται κατανοητός ο βαθμός επιρροής τους στην εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Επίσης, υπολογίστηκε και βαθμός ϵ^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη. Προκύπτει, λοιπόν, ότι τη μεγαλύτερη επιρροή στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα έχει το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Συγκεκριμένα παρουσιάζει 4,99 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη μεταβλητή που δείχνει το επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή. Επιπλέον, οι αμέσως επόμενες σε μέγεθος τιμές παρουσιάζονται στις μεταβλητές, υποθετικό σενάριο επιστροφής στο σπίτι έπειτα από κατανάλωση αλκοόλ και η εμπλοκή σε ατύχημα του οδηγού στο παρελθόν οι οποίες έχουν 3,22 και 3,51 φορές μεγαλύτερη επιρροή από αυτή με τη μικρότερη, αντίστοιχα.

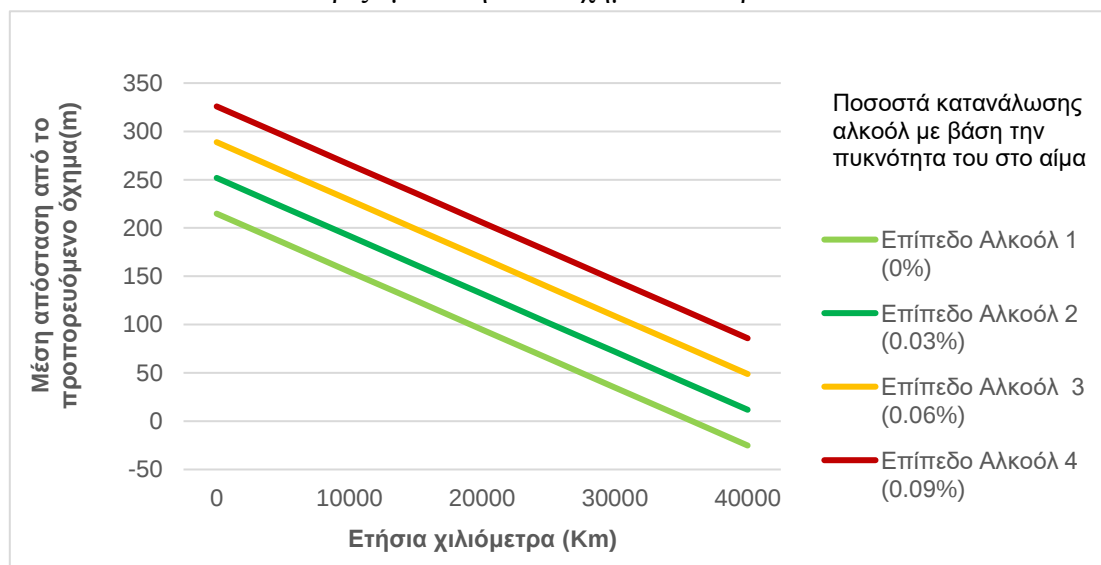
Πίνακας 5.18: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	returning_scenario	-119,1	-0,22	-3,22
	fmly_income	-184,5	-0,33	-4,99
	accident_involved	130	0,24	3,51
	Scenario_No	37,01	0,07	1,00
Συνε	year_km	-0,01	-1,00	-

5.4.6 Ανάλυση ευαισθησίας

Για την ανάλυση ευαισθησίας δημιουργήθηκαν διαγράμματα στα οποία γίνεται κατανοητή η επιρροή των ετήσιων χιλιομέτρων που διανύει ο οδηγός και της κατανάλωσης αλκοόλ (σε τέσσερα στάδια ανάλογα με την περιεκτικότητα του αλκοόλ στο αίμα) στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Τα διαγράμματα αυτά διακρίνονται στην περίπτωση εμπλοκής σε ατύχημα στο παρελθόν (Διάγραμμα 5.6) και χωρίς εμπλοκή σε ατύχημα στο παρελθόν (Διάγραμμα 5.7).

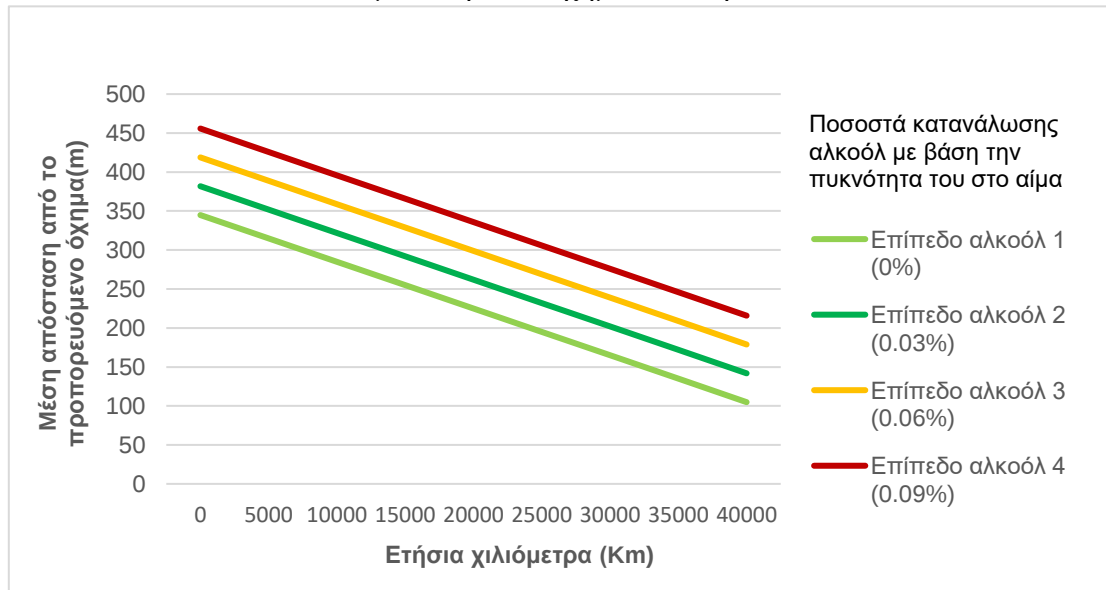
Χωρίς εμπλοκή σε ατύχημα στο παρελθόν



Διάγραμμα 5.6: Επιρροή των ετήσιων χιλιομέτρων που διανύει ο οδηγός που δεν έχει εμπλακεί σε ατύχημα στο παρελθόν, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

(returning_scenario=3, fmly_income=2, accident_involved=1)

Με εμπλοκή σε ατύχημα στο παρελθόν



Διάγραμμα 5.7: Επίρροή των ετήσιων χιλιομέτρων που διανύει ο οδηγός που έχει εμπλακεί σε ατύχημα στο παρελθόν, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

(returning_scenario=3, fmly_income=2, accident_involved=1)

Στο διάγραμμα 5.6, όπου οι οδηγοί δεν έχουν ιστορικό ατυχήματος, η μέση απόσταση μειώνεται όσο αυξάνονται τα ετήσια χιλιόμετρα, πιθανώς λόγω αυξημένης εξοικείωσης με την οδήγηση. Παράλληλα, οι οδηγοί με υψηλότερη κατανάλωση αλκοόλ διατηρούν μεγαλύτερη απόσταση, πιθανώς επειδή συνειδητοποιούν τις μειωμένες αντιδράσεις τους.

Στο δεύτερο διάγραμμα, που αφορά οδηγούς με προηγούμενη εμπλοκή σε ατύχημα, η γενική τάση παραμένει, αλλά η απόσταση είναι μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις. Αυτό υποδηλώνει αυξημένη προσοχή από την πλευρά τους. Παρότι τα ετήσια χιλιόμετρα συνεχίζουν να σχετίζονται με μικρότερη απόσταση, οι οδηγοί που έχουν βιώσει ατύχημα φαίνεται να υιοθετούν μια πιο συντηρητική οδηγική συμπεριφορά.

5.5 Μαθηματικό μοντέλο για την πιθανότητα ατυχήματος

5.5.1 Μαθηματικό μοντέλο και στατιστική σημαντικότητα

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

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

$$\text{NumOfAccidents} = -1,833 + 0,5975 * \text{Alcohol_State} - 0,2491 * \text{police_tests} - 0,2083 * \text{times_last_year} + 0,9782 * \text{avg_alc_quantity}$$

όπου:

Εξαρτημένη μεταβλητή:

NumOfAccidents: ύπαρξη ατυχήματος | όχι: 0, ναι: 1

(διακριτή μεταβλητή)

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Alcohol_State: κατανάλωση αλκοόλ κατά την διάρκεια του πειράματος στον προσομοιωτή
|όχι: 1, ναι: 2

(διακριτή μεταβλητή)

police_tests: αριθμός ελέγχων (αλκοτέστ) που έχει δεχθεί ο συμμετέχων από την αστυνομία | οποιαδήποτε αριθμητική τιμή

(διακριτή μεταβλητή))

times_last_year: οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ τον τελευταίο χρόνο | οποιαδήποτε τιμή.

(συνεχής μεταβλητή)

avg_alc_quantity: συνήθης ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνει ο συμμετέχων σε έξοδο
| 1 ποτό ή λιγότερο: 1, 2-3 ποτά: 2, 4-5 ποτά: 3, 6 ή περισσότερα ποτά: 4

(διακριτή μεταβλητή)

Όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.19, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του z value για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,96 και του Pr μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία.

Πίνακας 5.19 : Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου

Dependent Variable: NumOfAccidents	Coefficients				
Independent variables	Estimate	Std, Error	z-value	Pr(> z)	Signif, codes
(Intercept)	-1,83305	0,92185	-1,988	0,04676	*
Alcohol_State	0,59749	0,4178	2,02	0,04340	*
police_tests	-0,24909	0,11142	-2,236	0,02538	*
times_last_year	-0,20833	0,06771	-3,077	0,00209	**
avg_alc_quantity	0,97822	0,36667	2,668	0,00763	**
Επίπεδο εμπιστοσύνης	*** 99,9%	** 99%	* 95%		

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.19, προκύπτουν ενδιαφέροντα ευρήματα σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την πιθανότητα ατυχήματος. **Η κατανάλωση αλκοόλ** φαίνεται να αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος, καθώς όταν ο οδηγός έχει καταναλώσει αλκοόλ, η πιθανότητα ατυχήματος είναι μεγαλύτερη. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην επιβράδυνση των αντιδράσεων και στην αυξημένη επικινδυνότητα που συνδέεται με την κατανάλωση αλκοόλ. Αντίθετα, οι συχνότεροι **έλεγχοι από την αστυνομία** φαίνεται να έχουν προστατευτική επίδραση στην πιθανότητα ατυχήματος. Όταν οι οδηγοί γνωρίζουν ότι μπορεί να υποβληθούν σε έλεγχο για τα επίπεδα αλκοόλ, τείνουν να οδηγούν πιο προσεκτικά και συντηρητικά, μειώνοντας την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. **Η εμπειρία**

της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ στο παρελθόν φαίνεται επίσης να μειώνει την πιθανότητα ατυχήματος. Όσοι έχουν συχνά οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ κατά το παρελθόν, φέρονται να είναι πιο εξοικειωμένοι με τις συνθήκες και να αντιδρούν πιο γρήγορα, αποφεύγοντας έτσι τα ατυχήματα. Τέλος, **η κατανάλωση μεγαλύτερων ποσοτήτων αλκοόλ σε εξόδους** φαίνεται να αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος. Όσο μεγαλύτερη η ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνει ο οδηγός, τόσο πιο αυξημένος είναι ο κίνδυνος ατυχήματος, λόγω της μειωμένης ικανότητας αντίδρασης και της αυξημένης επικινδυνότητας που συνεπάγεται η υπερβολική κατανάλωση.

5.5.2 Στατιστική σημαντικότητα και ποιότητα μοντέλου

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 5.20) παρουσιάζεται η πιθανότητα επιτυχημένης πρόβλεψης του μοντέλου για την πραγματοποίηση ή μη ατυχήματος. Το ποσοστό επιτυχημένης πρόβλεψης είναι 67,9%, αρκετά ικανοποιητικό.

Πίνακας 5.20: Ποσοστό πρόβλεψης μοντέλου (confusion matrix)

Observed		Predicted		
		NumOfAccidents		Percentage
		0	1	Correct
Step 1	NumOfAccidents	0	42	17
		1	28	53
Overall Percentage				67,9

a, The cut value is ,500

5.5.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Για την ανάλυση της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών εφαρμόστηκε η συσχέτιση Spearman, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.21. Διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, καθώς όλες οι τιμές είναι κάτω από 0.4

Πίνακας 5.21: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

Spearman's rho	NumOfAccidents	Alcohol_State	police_tests	avg_alc_quantity
NumOfAccidents	1,00	0,12	-0,13	0,04
Alcohol_State	0,12	1,00	0,00	0
police_tests	-0,13	0,00	1,00	0,11
avg_alc_quantity	0,04	0,00	0,11	1,00

5.5.4 Περιγραφική στατιστική μεταβλητών

Από τον Πίνακα 5.22 επισημαίνονται χρήσιμα χαρακτηριστικά των διακριτών μεταβλητών σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική, όπως συχνότητα, ποσοστά για την κάθε τιμή αλλά και για το σύνολο των τιμών τους.

Πίνακας 5.22: : Περιγραφική στατιστική των διακριτών μεταβλητών

NumOfAccidents				Alcohol_State			
		Frequ- ency	Percent			Frequ- ency	Percent
V a l i d	0	75	50	V a l i d	1	35	25
	1	75	50		2	105	75
	Total	140	100,0		Total	140	100,0
avg_alc_quantity							
		Frequ- ency	Percent				
V a l i d	1	52	37,1				
	2	72	51,4				
	3	12	8,57				
	4	4	2,86				
	Total	140	100,0				

5.5.5 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

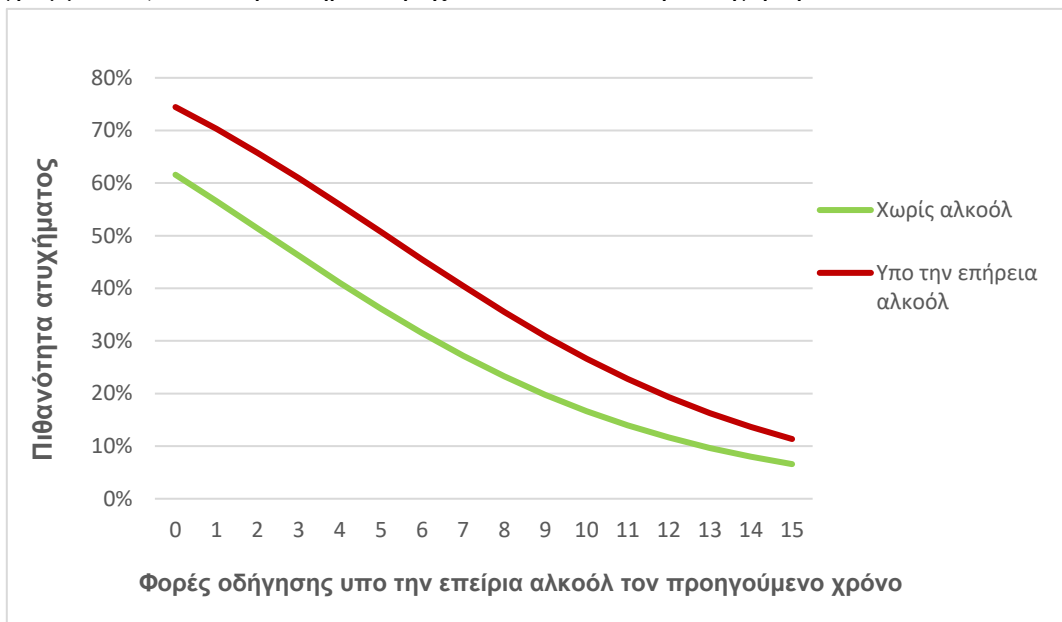
Με τον υπολογισμό της ελαστικότητας e για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή, οι τιμές της οποίας φαίνονται στον Πίνακα 5.22 γίνεται κατανοητός ο βαθμός επιρροής τους στην εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Επίσης, υπολογίστηκε και βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη. Προκύπτει, λοιπόν, ότι η μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος εμφανίζεται από τη μεταβλητή *avg_alc_quantity*, δηλαδή τη μέση ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνει κάποιος κάθε φορά που πίνει. Συγκεκριμένα παρουσιάζει 19,13 φορές μεγαλύτερη επιρροή από αυτή των *police_tests*, δηλαδή των ελέγχων που έχει δεχθεί ο οδηγός από την τροχαία, η οποία έχει τη μικρότερη. Επίσης, η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή παρουσιάζεται από τη μεταβλητή *Alcohol_State*, δηλαδή την επήρεια ή όχι του οδηγού σε αλκοόλ κατά την διάρκεια του πειράματος των συνθηκών φωτισμού με επιρροή 5,03 φορές υψηλότερη.

Πίνακας 5.22: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

		Πιθανότητα ατυχήματος		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	Alcohol_State	0.597	0.16	-5.03
	police_tests	-0.249	-0.03	1.00
	avg_alc_quantity	0.978	0.60	-19.13
Συνεχείς	times_last_year	-0.208	-0.04	-

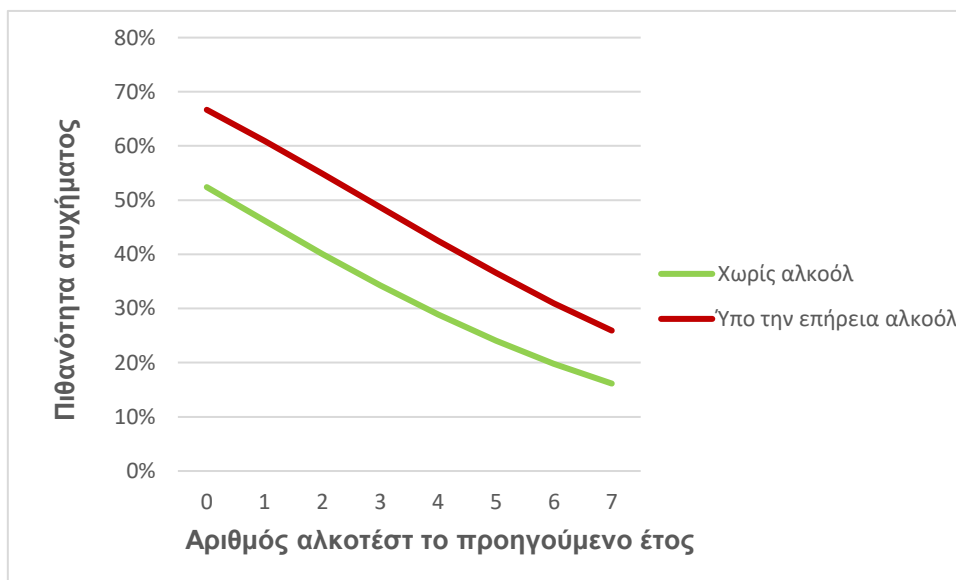
5.5.6 Ανάλυση ευαισθησίας

Για την ανάλυση ευαισθησίας δημιουργήθηκαν διαγράμματα στα οποία γίνεται κατανοητή η επιρροή της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ τον περασμένο χρόνο στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος (διάγραμμα 5.8) καθώς και η επιρροή του αριθμού των αλκοτέστ που δέχθηκε ο οδηγός το περασμένο έτος στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος (διάγραμμα 5.9), υπό την επήρεια ή όχι αλκοόλ κατά την οδήγηση.



Διάγραμμα 5.8: Επιρροή της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ τον περασμένο χρόνο στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος

(police_tests=1, avg_alc_quantity=2)



Διάγραμμα 5.9: Επιρροή του αριθμού των αλκοτέστ που δέχθηκε ο οδηγός το περασμένο έτος στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος

(times_last_year=3, avg_alc_quantity=2)

Από τα παραπάνω διαγράμματα γίνεται σαφές ότι η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ αυξάνει την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος. Η κόκκινη γραμμή δείχνει την πιθανότητα

ατυχήματος όταν οι συμμετέχοντες οδηγούσαν στον προσομοιωτή σε σενάριο υπό την επήρεια αλκοόλ ενώ η πράσινη γραμμή δείχνει την πιθανότητα ατυχήματος όταν οδηγούσαν στο ίδιο περιβάλλον χωρίς την κατανάλωση αλκοόλ. Και στα δύο διαγράμματα, η κόκκινη γραμμή βρίσκεται σταθερά πάνω από την πράσινη, γεγονός που δείχνει ότι η κατανάλωση αλκοόλ πριν από την οδήγηση αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο ατυχήματος. Στο διάγραμμα 5.8, στον οριζόντιο άξονα εμφανίζεται ο αριθμός των φορών που οι οδηγοί είχαν οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ τον προηγούμενο χρόνο, ενώ στον κατακόρυφο άξονα φαίνεται η πιθανότητα ατυχήματος. Ένα ενδιαφέρον – και φαινομενικά αντιφατικό – εύρημα είναι ότι όσο περισσότερες φορές ένας οδηγός είχε οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ στο παρελθόν, τόσο μειωνόταν η πιθανότητα ατυχήματος στο προσομοιωμένο σενάριο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από διάφορους παράγοντες: οι οδηγοί με μεγαλύτερη εμπειρία στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ ενδέχεται να έχουν αναπτύξει στρατηγικές αντιστάθμισης, όπως μεγαλύτερη προσοχή ή χαμηλότερες ταχύτητες. Στο διάγραμμα 5.9, ο οριζόντιος άξονας δείχνει τον αριθμό των αλκοτέστ που είχε δεχθεί ο οδηγός το προηγούμενο έτος. Και εδώ, παρατηρούμε ότι όσο περισσότερα αλκοτέστ είχε δεχθεί ένας οδηγός, τόσο μειωνόταν η πιθανότητα ατυχήματος. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί που έχουν υποβληθεί σε πολλούς ελέγχους είναι πιο πιθανό να έχουν προσαρμόσει τη συμπεριφορά τους, είτε αποφεύγοντας την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ είτε οδηγώντας με μεγαλύτερη προσοχή όταν έχουν καταναλώσει αλκοόλ. Συμπερασματικά, τα διαγράμματα επιβεβαιώνουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος, αλλά δείχνουν επίσης ότι οι οδηγοί με μεγαλύτερη εμπειρία στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ ή εκείνοι που έχουν περάσει από πολλούς ελέγχους μπορεί να έχουν προσαρμόσει τη συμπεριφορά τους, μειώνοντας – αλλά όχι εξαλείφοντας τον κίνδυνο.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Ο βασικός στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των επιπτώσεων της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ σε επαρχιακές οδούς**, μέσω της ανάλυσης δεδομένων που συλλέχθηκαν με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης και ερωτηματολογίων. Ειδικότερα, εξετάζεται η επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στη συμπεριφορά των οδηγών, καθώς και η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος στο οδικό δίκτυο.

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 35 εθελοντών οδηγών, ηλικίας 20-35 ετών, οι οποίοι κλήθηκαν να εκτελέσουν δοκιμές οδήγησης υπό διαφορετικές συνθήκες κατανάλωσης αλκοόλ. Μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο, επιτρέποντας την ενσωμάτωση τόσο αντικειμενικών δεδομένων όσο και υποκειμενικών αξιολογήσεων στη μελέτη. Κάθε οδηγός εκτέλεσε τέσσερα διαφορετικά σενάρια της ίδιας διαδρομής, με δύο τυχαία εμπόδια σε κάθε περίπτωση. Τα επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα (BAC) που εξετάστηκαν ήταν 0%, 0.03%, 0.06% και 0.09%. Οι επιπτώσεις της κατανάλωσης αλκοόλ αξιολογήθηκαν μέσα από ένα πλήθος οδηγικών παραμέτρων, ενώ η σειρά διεξαγωγής των σεναρίων καθορίστηκε τυχαία, ώστε να αποφευχθεί πιθανή εξοικείωση των συμμετεχόντων.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R, όπου εφαρμόστηκαν σύγχρονες στατιστικές μέθοδοι για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Αρχικά, τα δεδομένα του προσομοιωτή συνδυάστηκαν με τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου, δημιουργώντας μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν μέθοδοι γραμμικής και διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, με στόχο την ποσοτικοποίηση της επίδρασης του αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά και στην πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επικεντρώνονται σε μεταβλητές όπως, η μέση ταχύτητα, η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, ο μέσος χρόνος αντίδρασης και η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα. Στους **πίνακες 6.1** και **6.2** παρουσιάζονται τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές ελαστικότητας, προκειμένου να αποτυπωθεί με σαφήνεια η μεταξύ τους συσχέτιση.

Πίνακας 6.1: Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος

		Υπαρξη ατυχήματος			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	z	e	e*
Πίνακας Διακριτές	Σενάριο προσομοιότη με αλκοόλ ή χωρίς	0.597	1.430	0.16	-5.03
	Αριθμός ελέγχων (αλκοτέστ)	-0.249	-2.236	-0.03	1
	Συνήθης ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνει ο συμμετέχων σε έξοδο	0.978	2.668	0.6	-19.13
Συνεχείς	Φορές οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ τον τελευταίο χρόνο	-0.208	-3.077	-0.04	-

6.2: Γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης οδηγικών χαρακτηριστικών

		Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέσος χρόνος αντίδρασης				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	t	e	e*	B	t	e	e*	B	t	e	e*
Διακριτές	Ετήσια χιλιόμετρα σε επαρχιακό δίκτυο	2.677	3.549	0.050	-1.480								
	Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	8.984	6.564	0.160	-4.960					-184.500	-6.130	-0.330	-4.990
	Εμπλοκή σε ατύχημα ως οδηγός	-4.686	-3.445	-0.080	2.580	0.128	3.161	0.074	1.000	130.000	4.170	0.240	3.510
	Επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση στον προσομοιωτή	-1.813	-2.274	-0.030	1.000	0.062	2.391	0.040	0.490	37.010	2.070	0.070	1.000
	Πώς θα επιστρέψουν στο σπίτι τους μετά από κατανάλωση αλκοόλ					-0.207	-3.606	-0.120	-1.610	-119.100	-3.460	-0.220	-3.220
	Αριθμός ελέγχων (αλκοτέστ)					-0.035	-2.121	-0.020	-0.270				
	Επηρεάζει του αλκοόλ στην ικανότητά για οδήγηση					0.129	3.648	0.074	1.010				
Συνεχείς	Προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι οδηγοί όταν καταναλώνουν αλκοόλ	1.083	0.266	0.000	-								
	Ετήσια χιλιόμετρα									-0.010	-2.890	-1.000	-
R^2		0.400				0.202				0.326			

6.2 Συνολικά συμπεράσματα

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία ανέλυσε την επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά και την πιθανότητα εμπλοκής σε τροχαία ατυχήματα σε επαρχιακές οδούς. Μέσω της πειραματικής διαδικασίας και της ανάλυσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν, προέκυψαν σημαντικά ευρήματα τα οποία συμβάλλουν στην κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων το αλκοόλ επηρεάζει τις ικανότητες οδήγησης.

- Η **πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος** επηρεάζεται σημαντικά από την κατανάλωση αλκοόλ. Τα δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι η ποσότητα αλκοόλ στο αίμα αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα αύξησης του κινδύνου ατυχήματος σε σχέση με άλλους παράγοντες, όπως η εμπειρία του οδηγού ή οι οδικές συνθήκες.
- Το αλκοόλ επηρεάζει τα **αντανακλαστικά των οδηγών**, μεταβάλλοντας την ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών και λήψης αποφάσεων. Αυτό επιβεβαιώθηκε στο πείραμα, καθώς ο χρόνος αντίδρασης αυξήθηκε σημαντικά με την κατανάλωση αλκοόλ, καθιστώντας δυσκολότερη την αποφυγή εμποδίων ή την έγκαιρη προσαρμογή σε αλλαγές των κυκλοφοριακών συνθηκών.
- Η **απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** μειώνεται καθώς αυξάνεται η κατανάλωση αλκοόλ. Η διαταραγμένη εγκεφαλική λειτουργία οδηγεί σε αλλοιωμένη αντίληψη του χώρου και του χρόνου, με αποτέλεσμα οι οδηγοί να μην αξιολογούν σωστά την απόσταση ασφαλείας. Αυτό αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα πρόκλησης οπίσθιων συγκρούσεων.

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

- Η **ετήσια απόσταση οδήγησης** σχετίζεται θετικά με τη μέση ταχύτητα. Οι πιο έμπειροι οδηγοί τείνουν να οδηγούν ταχύτερα, ενώ όσοι έχουν εμπλακεί σε ατύχημα εμφανίζουν χαμηλότερες ταχύτητες, πιθανώς λόγω αυξημένης προσοχής.
- Οι οδηγοί που αντιμετωπίζουν **περισσότερα προβλήματα οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ** εμφανίζουν υψηλότερη μέση ταχύτητα, ενδεχομένως λόγω μειωμένης αντίληψης κινδύνου ή υπερεκτίμησης των ικανοτήτων τους. Παράλληλα, η κατανάλωση αλκοόλ φαίνεται να οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας, πιθανώς ως μηχανισμός αντιστάθμισης των μειωμένων αντανακλαστικών.
- Οι οδηγοί που έχουν **εμπλακεί σε ατύχημα** εμφανίζουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, πιθανώς λόγω μεγαλύτερης προσοχής και διστακτικότητας. Αντίθετα, όσοι δηλώνουν ότι θα οδηγούσαν κανονικά μετά την κατανάλωση αλκοόλ εμφανίζουν μικρότερο χρόνο αντίδρασης, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με υπερεκτίμηση των ικανοτήτων τους.
- Οι συχνότεροι **έλεγχοι αλκοτέστ** φαίνεται να μειώνουν τον χρόνο αντίδρασης, καθώς οι οδηγοί γίνονται πιο προσεκτικοί υπό την αυξημένη επιτήρηση.
- Οι οδηγοί με μεγαλύτερη **ετήσια απόσταση οδήγησης** διατηρούν μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, πιθανώς λόγω αυξημένης αυτοπεποίθησης. Αντίθετα, όσοι έχουν βιώσει τροχαίο ατύχημα διατηρούν μεγαλύτερη απόσταση, γεγονός που υποδηλώνει αυξημένη προσοχή. Η κατανάλωση αλκοόλ συνδέεται επίσης με αύξηση της απόστασης ασφαλείας, πιθανώς λόγω της μειωμένης αντίληψης και των καθυστερημένων αντιδράσεων που επιφέρει.
- Η **κατανάλωση αλκοόλ** αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, ενώ οι συχνοί έλεγχοι αλκοτέστ φαίνεται να έχουν προστατευτική επίδραση,

μειώνοντας τον κίνδυνο. Οι οδηγοί που έχουν οδηγήσει συχνά υπό την επήρεια αλκοόλ μπορεί να εμφανίζουν μειωμένη πιθανότητα ατυχήματος λόγω εξοικείωσης, ωστόσο, η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ εξακολουθεί να αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα κινδύνου.

6.3 Προτάσεις για ελαχιστοποίηση οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ

Για τη μείωση των περιστατικών οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ, απαιτείται η εφαρμογή μιας πολυδιάστατης στρατηγικής που να συνδυάζει νομικά, κοινωνικά και εκπαιδευτικά μέτρα. Οι ακόλουθες προτάσεις μπορούν να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση του φαινομένου:

- **Αυστηρότερη νομοθεσία και έλεγχοι:** Ενίσχυση των υφιστάμενων νόμων που αφορούν την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, με αυστηρότερες ποινές για τους παραβάτες, καθώς και αύξηση των τυχαίων ελέγχων αλκοτέστ από τις αστυνομικές αρχές.
- **Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση:** Εισαγωγή προγραμμάτων ενημέρωσης στα σχολεία και στις σχολές οδηγών που θα εστιάζουν στις συνέπειες της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ. Δημιουργία κοινωνικών εκστρατειών για την αύξηση της ευαισθητοποίησης του κοινού.
- **Εναλλακτικές λύσεις μετακίνησης:** Ενίσχυση και επιδότηση υπηρεσιών μετακίνησης, όπως ταξί, υπηρεσίες διαμοιρασμένης μετακίνησης (ridesharing) και νυχτερινά δρομολόγια μέσω μαζικής μεταφοράς, ώστε οι οδηγοί να έχουν ασφαλείς επιλογές επιστροφής μετά από κατανάλωση αλκοόλ.
- **Ενσωμάτωση τεχνολογιών ασφαλείας:** Ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών όπως τα in-vehicle alcohol detection systems (συστήματα ανίχνευσης αλκοόλ στα οχήματα), τα οποία θα αποτρέπουν την εκκίνηση του αυτοκινήτου αν ανιχνευθεί υπέρβαση των νόμιμων ορίων αλκοόλ.
- **Εφαρμογή συστημάτων Interlock:** Υποχρεωτική εγκατάσταση αλκοολόμετρων με interlock συστήματα στα οχήματα παραβατών, ώστε να αποτρέπεται η εκκίνηση του αυτοκινήτου εάν ο οδηγός έχει καταναλώσει αλκοόλ πάνω από το επιτρεπτό όριο. Αυτά τα συστήματα έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στη μείωση της υποτροπής των οδηγών που έχουν προηγούμενες παραβάσεις για οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.
- **Κίνητρα για υπεύθυνη συμπεριφορά:** Εφαρμογή θετικών κινήτρων, όπως ασφαλιστικές εκπτώσεις για οδηγούς που δεσμεύονται να μην οδηγούν υπό την επήρεια αλκοόλ και προγράμματα ανταμοιβής για όσους χρησιμοποιούν εναλλακτικές λύσεις μετακίνησης μετά από κατανάλωση αλκοόλ.

Η συντονισμένη εφαρμογή των παραπάνω προτάσεων μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων που σχετίζονται με την κατανάλωση αλκοόλ, ενισχύοντας την οδική ασφάλεια και διασφαλίζοντας την προστασία των οδηγών και των υπόλοιπων χρηστών του οδικού δικτύου.

6.4 Περαιτέρω έρευνα

Αντλώντας πληροφορίες από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, γίνεται εμφανές ότι υπάρχουν πτυχές της επίδρασης του αλκοόλ στην οδήγηση

που δεν έχουν διερευνηθεί επαρκώς. Οι υπάρχουσες μελέτες παρέχουν σημαντικά στοιχεία, ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν πεδία που χρήζουν περαιτέρω ερευνητικής ανάλυσης. Παρακάτω παρατίθενται προτάσεις για μελλοντικές έρευνες που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην πληρέστερη κατανόηση του θέματος:

- **Οδήγηση υπό διαφορετικές καιρικές συνθήκες:** Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες ηλιοφάνειας. Η επίδραση του αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες, όπως βροχή, ομίχλη ή παγετός, θα μπορούσε να αποφέρει ενδιαφέροντα και χρήσιμα ευρήματα.
- **Διεύρυνση του ηλικιακού εύρους των συμμετεχόντων:** Η συμμετοχή οδηγών από διάφορες ηλικιακές ομάδες, συμπεριλαμβανομένων νεαρών και ηλικιωμένων οδηγών, θα μπορούσε να αποσαφηνίσει τον ρόλο της ηλικίας στην επάρκεια της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ.
- **Αύξηση του δείγματος των συμμετεχόντων:** Ένα μεγαλύτερο δείγμα οδηγών θα προσέφερε μεγαλύτερη στατιστική αξιοπιστία στα αποτελέσματα και θα επέτρεπε την καλύτερη γενίκευση των ευρημάτων.
- **Εξέταση της επίδρασης της κοινωνικής πίεσης:** Η μελέτη της οδηγικής συμπεριφοράς ατόμων που έχουν καταναλώσει αλκοόλ και οδηγούν είτε μόνοι τους είτε συνοδεία φίλων, οικογένειας ή συναδέλφων, θα μπορούσε να αποκαλύψει εάν η παρουσία συνεπιβατών επηρεάζει τις αποφάσεις των οδηγών.
- **Χρήση εναλλακτικών στατιστικών μεθόδων ανάλυσης:** Η αξιοποίηση πιο προηγμένων στατιστικών μεθόδων, όπως μη γραμμικά μοντέλα ή μηχανική μάθηση, θα μπορούσε να προσφέρει βαθύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ κατανάλωσης αλκοόλ και οδηγικής συμπεριφοράς.
- **Πειραματική διαδικασία με πραγματική κατανάλωση αλκοόλ:** Η παρούσα έρευνα βασίστηκε σε προσομοίωση. Ένα πείραμα όπου οι συμμετέχοντες καταναλώνουν πραγματικά αλκοόλ (υπό αυστηρό επιστημονικό και ιατρικό έλεγχο), με ελεγχόμενη ξεκούραση και επαρκή ενυδάτωση, θα μπορούσε να προσφέρει ακόμα πιο ακριβή δεδομένα για την πραγματική επίδραση του αλκοόλ στην οδήγηση.
- **Διαχωρισμός ομάδων με βάση τις συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ:** Η σύγκριση μεταξύ ατόμων που καταναλώνουν τακτικά αλκοόλ και εκείνων που πίνουν σπάνια θα μπορούσε να αποκαλύψει εάν η ανοχή στο αλκοόλ επηρεάζει διαφορετικά την οδηγική συμπεριφορά.

Η διερεύνηση αυτών των πτυχών μπορεί να οδηγήσει σε πιο ολοκληρωμένες πολιτικές οδικής ασφάλειας και να συμβάλει στη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων που σχετίζονται με την κατανάλωση αλκοόλ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Aarts, L., & Van Schagen, I., "Driving speed and the risk of road crashes: A review," *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, no. 2, pp. 215-224, 2006.
- [2] Alcaniz, M., "Effects of BAC limits on driver behavior and road safety," *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, vol. 25, no. 1, pp. 32-49, 2025.
- [3] Brown, T. L., Lee, J. D., & Fiorentino, D., "Effects of alcohol on simulated driving performance and hazard perception," *Journal of Safety Research*, vol. 67, pp. 55-65, 2018.
- [4] Christoforou, Z., Karlaftis, M. G., & Yannis, G. (n.d.). *Reaction times of young alcohol-impaired drivers*. Department of Transportation Planning and Engineering, National Technical University of Athens., 2013
- [5] Dong, M., "The role of alcohol consumption in risky driving behaviors: A cross-national study," *Journal of Traffic Psychology*, vol. 45, no. 4, pp. 87-104, 2021.
- [6] European Transport Safety Council (ETSC), "Reducing deaths from drink-driving in Europe," 2020. Available at: www.etsc.eu.
- [7] Freydier, C., Berthelon, C., & Giselsbrecht, D., "Effects of alcohol consumption on drivers' ability to judge safe following distances," *Human Factors Journal*, vol. 56, no. 2, pp. 289-302, 2014.
- [8] Gunn, C., "Alcohol impairment and driving performance in rural environments," *Journal of Road Safety*, vol. 40, pp. 210-228, 2018.
- [9] Høye, A. K., & Hesjevoll, I. S., "Alcohol-related crashes and the effectiveness of drink-driving countermeasures," *Journal of Accident Prevention*, vol. 65, pp. 120-138, 2023.
- [10] Kenntner-Mabiala, R., Kausner, Y., Hoffmann, S., Trunkenpolz, M., & Krüger, H. P., "The impact of alcohol on reaction times and driving performance in simulated conditions," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 31, pp. 68-77, 2015.
- [11] Ogden, E. J. D., & Moskowitz, H., "Effects of alcohol and other drugs on driver performance," *Accident Analysis & Prevention*, vol. 36, pp. 123-130, 2004.
- [12] Papadodima, S. A., Athanaselis, S., & Papoutsis, G. P., "Alcohol use and traffic accidents in Greece: A forensic perspective," *Forensic Science International*, vol. 170, no. 1, pp. 46-52, 2007.
- [13] Schrauth, B., "Alcohol and risky driving behavior in night-time traffic," *Accident Risk and Prevention Journal*, vol. 48, no. 3, pp. 315-332, 2024.
- [14] U.S. Department of Transportation, "The effects of alcohol on driver reaction times and accident risk," *National Highway Traffic Safety Administration Report*, 2020.

- [15] Van Dijken, J. H., Bakker, H. P., & Van Elslande, P., "Alcohol-related driving behavior and risk factors: A driving simulator study," *Journal of Traffic Safety*, vol. 22, no. 2, pp. 188-205, 2020.
- [16] Vollrath, M., & Fischer, J., "Impact of alcohol on speed control and lane-keeping performance," *Journal of Human Factors and Ergonomics*, vol. 59, no. 4, pp. 1123-1138, 2017.
- [17] World Health Organization (WHO), "Global status report on road safety," 2018. Available at: www.who.int.
- [18] Yadav, A. K., & Velaga, N. R., "Effect of alcohol consumption on car-following behavior and reaction times," *Journal of Transportation Research Part F*, vol. 73, pp. 12-26, 2020..
- [19] Zhao, X., "Effects of alcohol on driver attention and speed perception," *Journal of Safety Science*, vol. 62, pp. 34-52, 2014.
- [20] Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), "Τροχαία ατυχήματα και κατανάλωση αλκοόλ στην Ελλάδα," 2019.
- [21] Γιαννής, Γ., Παύλου, Δ., Θεοφιλάτος, Α., & Αρβανίτη, Δ., "Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ: Συγκριτική ανάλυση των παραγόντων επιρροής," 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2015.
- [22] Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Γκόλιας Ι. Κ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ. Χ., "Κυκλοφοριακή Τεχνική" Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2009 [27]
- [23] Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Ι. Κ. Γκόλιας, "Οδική Ασφάλεια" Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994
- [24] 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 POLYTECHNIUM 5 - GR-15773 ZOGRAFOU - ATHENS
Phone: +30 210 772 1285, +30 210 772 1331 - email: transport@mail.ntua.gr

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

A/A

συμμετέχοντα: _____

Ημερομηνία

πειράματος: ____/____/____

Το παρόν ερωτηματολόγιο διεξάγεται στα πλαίσια έρευνας, που πραγματοποιείται για να εξεταστεί λεπτομερώς η επίδραση του αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά, τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον. Η έρευνα αυτή εκτελείται ως μέρος των διπλωματικών εργασιών των φοιτητών Παπαδάκη Γεωργίου και Μπουροπούλου Θέμιδας, φοιτητών της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Τα δεδομένα του παρόντος ερωτηματολογίου θα χρησιμοποιηθούν **μόνο** για ερευνητικούς σκοπούς. Παρακαλώ απαντήστε με **ειλικρίνεια**.

A. Εμπειρία οδήγησης συμμετέχοντα:

1. Πόσα χρόνια έχετε το δίπλωμα οδήγησης; _____ χρόνια

2. Πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε ετησίως; _____ χιλιόμετρα

3. Πόσες ημέρες οδηγείτε την εβδομάδα **εντός πόλης**;

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7

☐ Λιγότερες: ____ ημέρες κατά τη διάρκεια ενός μήνα.

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

☐ <20 ☐ 20-50 ☐ 50-100 ☐ 100-150 ☐ >150

5. Πόσα χιλιόμετρα διανύετε ετησίως **στο υπεραστικό δίκτυο**;

☐ <500 ☐ 500-1000 ☐ 1000-5000 ☐ 5000-15000 ☐ >15000

B. Συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ:

1. Πόσες μέρες μέσα σε μία εβδομάδα καταναλώνετε αλκοόλ;

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7

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 ☐ Μερικές φορές ☐ Συχνά ☐ Συνέχεια

Γ. 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;
3. Έχετε νιώσει ποτέ ότι η κατανάλωση αλκοόλ επηρέασε την ικανότητά σας να _____ φορές οδηγήσετε;
- ☐ Ποτέ ☐ Σπάνια ☐ Μερικές φορές ☐ Συχνά ☐ Συνέχεια
4. Ποιες από τις ακόλουθες δυσκολίες αντιμετωπίσατε κατά την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ; (Επιλέξτε τουλάχιστον μια)
- ☐ 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;
- ☐ Όχι, ευτυχώς δεν έχω εμπλακεί σε τροχαίο ατύχημα υπό την επήρεια αλκοόλ.
☐ Ναι, ήμουν επιβάτης σε όχημα που οδηγούσε κάποιος υπό την επήρεια αλκοόλ.
☐ Ναι, ήμουν οδηγός και είχα πει αλκοόλ.
7. Πόσες φορές σας έχει κάνει έλεγχο η Τροχαία για τα επίπεδα αλκοόλ στον οργανισμό σας (αλκοτέστ);
- _____ φορές
8. Αν ναι, έχετε παραβιάσει ποτέ τα επιτρεπτά επίπεδα συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (0,5kg/lτ αίματος);
- ☐ Όχι ☐ Ναι, _____ φορές
9. Ας υποθεθεί 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;
- ☐ Θα έβρισκα οπωσδήποτε άλλον τρόπο ώστε επιστρέψω με ασφάλεια
☐ Θα οδηγούσα με μεγάλη προσοχή
☐ Θα οδηγούσα κανονικά

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

1. Πόσα κανονικά ποτήρια μπίρας πιστεύετε ότι αρκούν για να φτάσει κάποιος το επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης αλκοόλ στον οργανισμό;
- ☐ Ένα ☐ Δύο ☐ Τρία ☐ Τέσσερα
2. Πιστεύετε ότι είναι ασφαλές να οδηγήσετε μετά από 1-2 ποτά;
- ☐ Καθόλου ☐ Λίγο ☐ Αρκετά ☐ Πολύ ☐ Πάρα πολύ
3. Πιστεύετε ότι οι κυρώσεις για την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ είναι αρκετά αυστηρές;

☐ Διαφωνώ κάθετα ☐ Διαφωνώ ☐ Ούτε Συμφωνώ ούτε Διαφωνώ
☐ Συμφωνώ ☐ Συμφωνώ απόλυτα

Ε. 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 ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;

☐ <10.000 ευρώ ☐ 10.000-25.000 ευρώ ☐ >25.000 ευρώ

6. Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο;

☐ Πρωτοβάθμια ☐ Δευτεροβάθμια ☐ ΑΕΙ ☐ Μεταπτυχιακό
☐ Διδακτορικό ☐ Άλλο