



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Η επιρροή των καιρικών συνθηκών, καθώς και της πίεσης χρόνου στην ασφαλή συμπεριφορά των οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Διπλωματική Εργασία



ΧΡΗΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΓΡΗΓΟΡΗΣ

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

Αθήνα, Νοέμβριος 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, τόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, όσο για την πολύτιμη καθοδήγησή του, τη δημιουργική συνεργασία και τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της.

Παράλληλα, εξίσου θερμά ευχαριστώ τον κ. Δημοσθένη Παύλου, Διδάκτορα Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, για τις απόλυτα καθοριστικές επεξηγήσεις και τις καίριες υποδείξεις σε σημαντικά ζητήματα της Διπλωματικής Εργασίας.

Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όσους συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία, καθώς ο ρόλος τους ήταν καταλυτικός στην υλοποίηση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη στήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Η επιρροή των καιρικών συνθηκών, καθώς και της πίεσης χρόνου στην ασφαλή συμπεριφορά των οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Χριστοδούλου Γρηγόρης

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

Σύνοψη:

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να διερευνηθεί η επιρροή των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου στην οδική ασφάλεια σε υπεραστική οδό. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης μέσω του οποίου συλλέχθηκαν τα οδηγικά στοιχεία 42 νέων ατόμων, ενώ η διεξαγωγή έρευνας μέσω ερωτηματολογίου προσδιόρισε τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Η οδήγηση πραγματοποιήθηκε με και χωρίς πίεση χρόνου σε καλές καιρικές συνθήκες, σε ομίχλη, σε βροχή και σε χιόνι. Αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής και διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης που αφορούν στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στη μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού, στη διακύμανση της μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού, στο μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν, στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα και στην πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος. Από την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων προέκυψε ότι δύο μεταβλητές επιφέρουν σημαντική αύξηση στην πιθανότητα ατυχήματος. Αυτές είναι το χιόνι και η πίεση χρόνου, γεγονός που ειδικά για τη δεύτερη πρέπει να προβληματίσει ιδιαίτερα τους οδηγούς.

Λέξεις κλειδιά: οδηγική απόδοση, καιρικές συνθήκες, χιόνι, πίεση χρόνου, προσομοιωτής οδήγησης

**The impact of Weather Conditions and Time Pressure
on the safe driving behavior on rural roads, with the use of driving simulator**

Christodoulou Grigoris

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

Abstract:

The scope of this diploma thesis is to investigate the impact of weather conditions and time pressure on road safety on rural roads. For this purpose, an experiment was conducted on a driving simulator through which the driving data of 42 young people were collected, while a survey conducted through a questionnaire identified the characteristics of the participants. The driving experiment took place with and without any time pressure in good weather conditions, in fog, rain, and snow. Linear and binomial logistic regression accounting models were developed for the mean driving speed, the mean distance from the right side of the road, the variation of the mean steering angle, the mean reaction time to an unexpected event, the mean headway distance, as well as the accident probability due to a dangerous event. The application of mathematical models showed that there are two variants that lead to a significant increase in the probability of an accident. These are the Snow and the Time pressure, which especially for the latter, is a fact of concern for the drivers.

Keywords: driving performance, weather conditions, snow, aggressive driving, driving simulator

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου στην οδική ασφάλεια με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και οι συμμετέχοντες ήταν 42 νέοι ηλικιακά οδηγοί από 20 έως 30 ετών. Επίσης συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια για τη συλλογή δεδομένων δημογραφικών και των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας τους.

Τη συλλογή των στοιχείων ακολούθησε η επεξεργασία τους, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη βάση δεδομένων για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης. Αφού μελετήθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο επιλέχθηκαν οι μέθοδοι της γραμμικής και λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης για την ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων που παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος λόγω επικίνδυνου συμβάντος			
	B	Wald	e	e*
Πίεση Χρόνου	-1.922	37.577	-0.42	-4.1
Βροχή	1.511	21.180	0.45	4.3
Χιόνι	4.079	67.977	1.23	11.8
Αποφεύγει τη βροχή	0.334	3.429	0.10	1.0
Μείωση ταχύτητας στη βροχή	-0.223	4.219	-0.05	-0.5
Οδηγεί υπό πίεση	-0.725	4.871	-0.16	-1.6
Φύλο	0.607	4.248	0.20	1.9

Πίνακας 6.1: Διωνυμικά λογιστικά μοντέλα πρόβλεψης πιθανότητας ατυχήματος

	Μέση ταχύτητα οδήγησης			Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα			Μέσος χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			Μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού			Διακύμανση μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού		
	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*
Ανεξάρτητες μεταβλητές															
Πίεση Χρόνου	9.902	0.19	8.5	384.245	0.63	-6.9				-0.073	-0.13	-1.4	26.067	0.76	-4.0
Ομίληση	-2.703	-0.05	-2.3							0.051	0.09	1.0			
Βροχή	-4.901	-0.10	-4.2							0.071	0.13	1.4			
Χιόνι	-20.463	-0.40	-17.6	277.559	0.46	-5.0	-123.723	-0.07	-2.4	0.132	0.23	2.6	17.090	0.50	-2.6
Ηλικιακή Ομάδα													-6.516	-0.19	1.0
Μέση Ταχύτητα							5.049	0.00	-	0.004	0.01	-			
Φύλο	-3.624	-0.07	-3.1	100.100	0.16	-1.8	52.453	0.03	1.0						
Εμπειρία				-55.628	-0.09	1.0									
Απόσταση που διανύει εκτός πόλης	-0.008	0.00	0.0							0.000	0.00	0.0			
Ατύχημα με υλικές ζημιές	1.162	0.02	1.0										4.323	0.25	-1.3
Υπερβαίνει τα όρια κυκλοφορίας				-96.607	-0.16	1.7									
Ατυχήματα άνευ εμπόδιου				-88.791	-0.15	1.6									
Πόσες φορές οδηγεί με χιόνι				67.383	0.11	-1.2									
Οδηγεί υπό πίεση							-123.368	-0.07	-2.4						
Σύνολο ατυχημάτων							68.615	0.04	1.3				8.693	0.25	-1.3
Μείωση ταχύτητας στο χιόνι							55.767	0.03	1.1						
Οδηγεί επικίνδυνα										0.081	0.14	1.6			

Πίνακας 6.2: Γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης οδηγικών χαρακτηριστικών

Με βάση όλα τα αποτελέσματα της Διπλωματικής Εργασίας εξάχθηκαν τα συμπεράσματα που ακολουθούν.

- Παρατηρείται ότι το χιόνι και η πίεση χρόνου είναι οι μεταβλητές με τη μεγαλύτερη επίδραση στην οδηγική συμπεριφορά του χρήστη. Το μεν χιόνι λόγω της ελάττωσης του ελέγχου του οχήματος, η δε πίεση χρόνου, λόγω της μεγάλης αύξησης της ταχύτητας, με ότι αυτό συνεπάγεται.

Πιθανότητα ατυχήματος

- Το **χιόνι** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση επικίνδυνου συμβάντος. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην μη εξοικείωση των Ελλήνων οδηγών με το χιόνι αλλά και στη δυσκολία πέδησης λόγω του ολισθηρού οδοστρώματος, καθώς και της χαμηλής ορατότητας.
- Σημαντική επιρροή έχει όμως και η **πίεση χρόνου**. Αυτό οφείλεται στο ότι οι οδηγοί αύξαναν ταχύτητα, με αποτέλεσμα στην περίπτωση εμποδίου να μην έχουν τη δυνατότητα να σταματήσουν εγκαίρως ή να αποφύγουν το εμπόδιο.

- Εξίσου μεγάλη επιρροή έχει όμως και η **βροχή**. Λόγω του ολισθηρού οδοστρώματος, οι οδηγοί στην περίπτωση εμποδίου χάνανε τον έλεγχο με αποτέλεσμα να συγκρούονται με το εμπόδιο.

Χρόνος αντίδρασης

- Και σε αυτή τη μεταβλητή, το **χιόνι** παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή, μειώνοντας το χρόνο αντίδρασης. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει γιατί οι οδηγοί προσπαθούν να είναι όσο πιο προσεκτικοί γίνεται, κρατώντας υψηλά επίπεδα ετοιμότητας.
- Επίσης, εξίσου σημαντικός παράγοντας φαίνεται να είναι το **κατά πόσο ο οδηγός είναι συνηθισμένος στην πίεση**. Συμπερασματικά, αυτοί οι οδηγοί έχουν καλύτερο μέσο χρόνο αντίδρασης, πιθανώς λόγω της αυξημένης προσοχής που έχουν αναπτύξει, μετά από πολλές διαδρομές υπό πίεση.

Μέση ταχύτητα

- Η μέση ταχύτητα του οχήματος μειώνεται σημαντικά υπό συνθήκες χιονιού (κατά μέσο όρο 17 km/h λιγότερο) και αυξάνεται αρκετά υπό συνθήκες πίεσης χρόνου (κατά μέσο όρο 8,5 km/h περισσότερο), αποτελέσματα που επιβεβαιώνονται και από τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Ομοίως με το χιόνι, η βροχή μειώνει σημαντικά τη μέση ταχύτητα (κατά μέσο όρο 5 km/h) και αυτό λόγω του ολισθηρού οδοστρώματος και της μειωμένης πρόσφυσης.
- Επίσης, παρατηρήθηκε ότι οι γυναίκες έχουν μικρότερη μέση ταχύτητα από τους άντρες, γεγονός που συνάδει με τη διεθνή βιβλιογραφία που τις θέλει να είναι πιο προσεκτικές οδηγοί.

Άλλοι παράγοντες

- Το **χιόνι** επηρεάζει αρκετά την απόσταση του οδηγού από τη δεξιά οριογραμμή του οδοστρώματος, και μάλιστα ωθεί τους οδηγούς περισσότερο προς το κέντρο της οδού. Μια πιθανή εξήγηση για αυτό, είναι ότι οι οδηγοί, έχοντας μειωμένη πρόσφυση με το οδόστρωμα, οδηγούν μακριά από τη δεξιά οριογραμμή για να έχουν περισσότερο χρόνο να αντιδράσουν σε περίπτωση κάποιου ξαφνικού εμποδίου.
- Το **χιόνι** προκαλεί μεγάλη αύξηση της διακύμανσης της στροφής του τιμονιού, αφού το οδόστρωμα είναι ολισθηρό, η πέδηση δύσκολη,

- οπότε ο οδηγός κάνει έντονες κινήσεις με το τιμόνι, στη προσπάθεια του να ελέγξει το όχημα.
- Ιδιαίτερη αίσθηση προκαλεί το γεγονός ότι με την αύξηση της **πίεσης χρόνου** η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα αυξήθηκε αισθητά. Αυτό συμβαίνει γιατί οι χρήστες προσπερνούν τα πιο αργά αυτοκίνητα μπροστά τους, με αποτέλεσμα να μην έχουν μπροστά τους προπορευόμενο όχημα για ένα διάστημα.
 - Επίσης, η ύπαρξη **χιονιού** έκανε τους χρήστες να αφήνουν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ του δικού τους και του προπορευόμενου οχήματος, κάτι που είναι φυσιολογικό, λόγω της ολισθηρότητας του οδοστρώματος.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	12
1.1 Γενική ανασκόπηση	12
1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας.....	16
1.3 Μεθοδολογία.....	17
1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	18
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	20
2.1 Εισαγωγή.....	20
2.2 Συναφείς Έρευνες και Μεθοδολογίες	20
2.2.1 Η επιρροή των καιρικών συνθηκών στην οδική ασφάλεια.....	20
2.2.2 Η επιρροή της πίεσης χρόνου στην οδική ασφάλεια	22
2.2.3 Χρήση Προσομοιωτή οδήγησης	23
2.3 Σύνοψη.....	24
3. Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	26
3.1 Εισαγωγή.....	26
3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	26
3.2.1 Γραμμικό μοντέλο	26
3.2.2 Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο.....	28
3.2.3 Εκτίμηση των παραμέτρων.....	29
3.3 Διαδικασία Ανάπτυξης Και Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου	30
3.4 Λειτουργιά Του Ειδικού Στατιστικού Λογισμικού	34
4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων	37
4.1 Εισαγωγή.....	37
4.2 Το Πείραμα στον προσομοιωτή.....	37
4.2.1 Στόχος του πειράματος.....	37
4.2.2 Προσομοιωτής	38
4.2.3 Επιλογή σεναρίων οδήγησης.....	42
4.2.4 Συμμετέχοντες	45
4.2.5 Υλοποίηση του πειράματος	46
4.3 Επεξεργασία Στοιχείων	47
4.3.1 Υλοποίηση του πειράματος	47
4.3.2 Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή	53
4.4 Βάση Δεδομένων	56

4.5	Περιγραφικά Χαρακτηριστικά Δείγματος.....	57
5.	Εφαρμογή Μεθοδολογίας και Αποτελέσματα	60
5.1	Εισαγωγή.....	60
5.2	Μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα.....	61
5.3	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση ταχύτητα οδήγησης	62
5.3.1	Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα	62
5.3.2	Ποιότητα μοντέλου.....	64
5.3.3	Βαθμός επιρροής μεταβλητών	64
5.4	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού	65
5.4.1	Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα	65
5.4.2	Ποιότητα μοντέλου	67
5.4.3	Βαθμός επιρροής μεταβλητών	68
5.5	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού 69	
5.5.1	Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα	69
5.5.2	Ποιότητα μοντέλου.....	71
5.5.3	Βαθμός επιρροής μεταβλητών	71
5.6	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν	72
5.6.1	Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα	72
5.6.2	Ποιότητα μοντέλου.....	74
5.6.3	Βαθμός επιρροής μεταβλητών	75
5.7	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	76
5.7.1	Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα	76
5.7.2	Ποιότητα μοντέλου.....	78
5.7.3	Βαθμός επιρροής μεταβλητών	78
5.8	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη πιθανότητα ατυχήματος λόγω εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων.....	79
5.8.1	Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα	79
5.8.2	Ποιότητα μοντέλου.....	81
5.8.3	Βαθμός επιρροής μεταβλητών	82
6	Συμπεράσματα.....	83
6.1	Σύνοψη αποτελεσμάτων	83
6.2	Συνολικά συμπεράσματα.....	84
6.3	Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας	86

6.4	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	87
7.	ΒΙΒΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	91

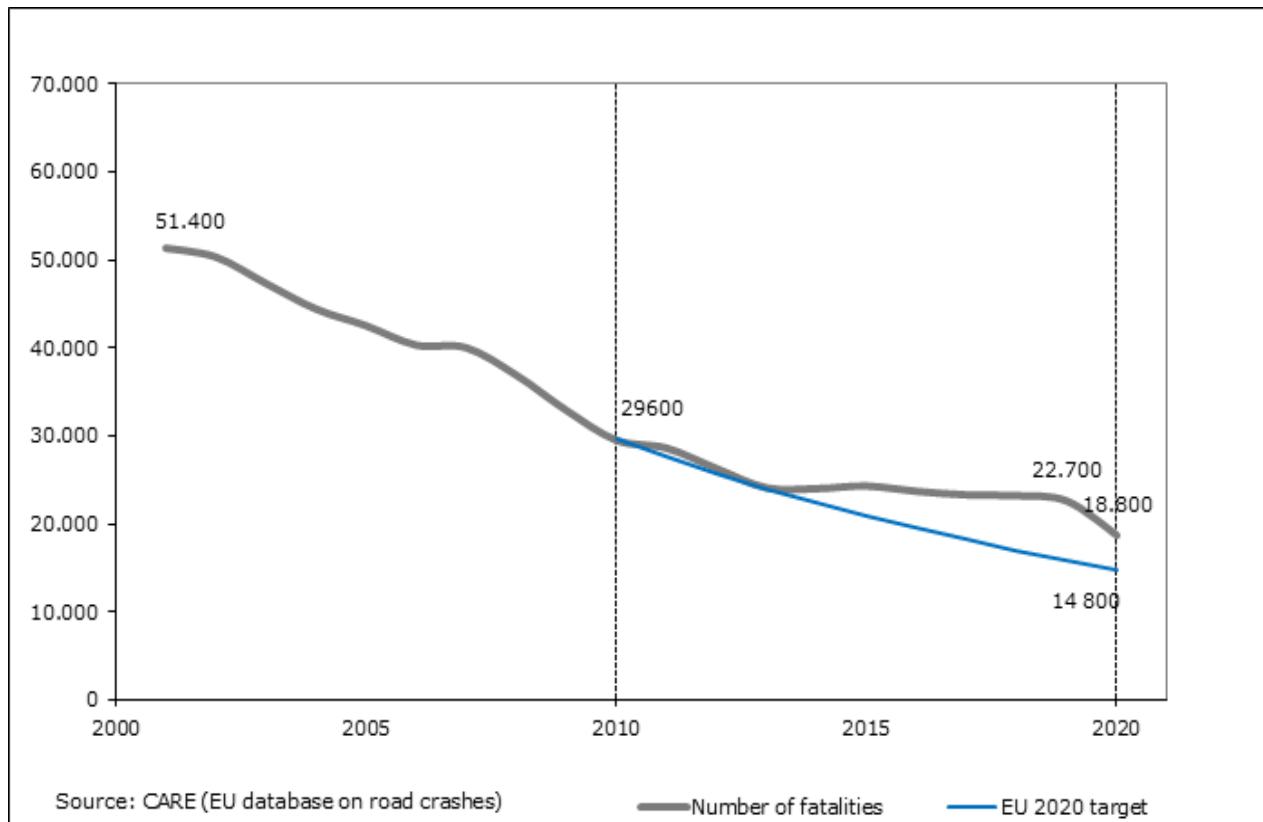
1. Εισαγωγή

1.1 Γενική ανασκόπηση

Ο άνθρωπος από πολύ νωρίς ξεκίνησε να ψάχνει τρόπους για να κάνει τις μετακινήσεις του εύκολες και γρήγορες. Αρχικά, τουλάχιστον στο τομέα της ασφάλειας δεν υπήρχε λόγος να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση, ωστόσο αυτό άλλαξε ραγδαία με την εμφάνιση και εμπορευματοποίηση των αυτοκινήτων.

Τα πρώτα δυστυχήματα είχαν ως θύματα πεζούς, ωστόσο δεν άργησαν να κάνουν την εμφάνιση τους και τα τρακαρίσματα μετά την όλο και αυξανόμενη χρήση τους από λαϊκά στρώματα. Στην Ελλάδα το πρώτο αυτοκινητιστικό δυστύχημα έλαβε χώρα στις 4 Μαρτίου 1907. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι εφημερίδες της εποχής, οι οποίες τότε έγραψαν «Επτά αυτοκίνητα κυκλοφορούν και θρηνούμε θύματα. Φανταστείτε τι θα συνέβαινε αν γίνονταν εβδομήντα»

Γίνεται επομένως γρήγορα αντιληπτή η ανάγκη για την αξιοποίηση της επιστήμης της οδικής ασφάλειας με σκοπό τη μείωση των ατυχημάτων. Σύμφωνα με τις στατιστικές της Ευρωπαϊκής ένωσης, το 2020 στην Ευρώπη είχαμε περί τους 42 νεκρούς ανά εκατομμύριο. Οι αριθμοί φαντάζουν μεγάλοι, αλλά αρκεί να παρατηρήσει κανείς πως το 2007 είχαμε αντίστοιχα 67 νεκρούς ανά εκατομμύριο! Γίνεται επομένως αντιληπτό ότι οι προσπάθειες βελτίωσης της οδικής ασφάλειας έχουν καταφέρει να μειώσουν σημαντικά τα σοβαρά ατυχήματα.



Διάγραμμα 1.1: Η διαφορά μεταξύ του στόχου και της πραγματικότητας για τη μείωση των θανάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, το 2010 πραγματοποιήθηκαν 15,032 ατυχήματα, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα 1.258 θύματα, αλλά και 1.709 βαριά τραυματίες. Η συμβολή της οδικής ασφάλειας στη χώρα φαίνεται από το γεγονός ότι το 2020 παρατηρήθηκαν σχεδόν τα μισά ατυχήματα, δηλαδή 9,105, με 579 νεκρούς και 487 βαριά τραυματίες! Μάλιστα, η Ελλάδα ήταν η μόνη χώρα της ευρωπαϊκής ένωσης, που κατάφερε να πετύχει το στόχο για μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50%.



Διάγραμμα 1.2: Η αύξηση των οχημάτων, σε συνδυασμό με τη μείωση των θανόντων στην Ελλάδα.

Ποιοι είναι όμως οι παράγοντες με τους οποίους έπρεπε να ασχοληθεί η οδική ασφάλεια, προκειμένου να φτάσουμε να παρατηρηθεί τέτοια μείωση των ατυχημάτων;

- **Όχημα**

Αρκετά μικρός αριθμός των ατυχημάτων προκύπτει από τη κακή συντήρηση, αλλά και από βλάβες των επιβατικών οχημάτων

- **Οδός και περιβάλλον οδού**

Εδώ εντάσσεται οτιδήποτε έχει να κάνει με σφάλματα κατά το σχεδιασμό και τη συντήρηση της οδού, αλλά και του περιβάλλοντος της

- **Οι χρήστες της οδού**

Η κύρια αιτία των ατυχημάτων δεν θα μπορούσε να είναι άλλη από τον ίδιο τον άνθρωπο. Είτε γίνεται αναφορά σε πεζούς, είτε σε οδηγούς, η παραβίαση των κανόνων οδικής κυκλοφορίας είναι ένας από τους συνηθέστερους λόγους πρόκλησης ατυχημάτων

Γίνεται εύκολα αντιληπτό, πως η οδική ασφάλεια μπορεί να επηρεάσει ουσιαστικά μόνο έναν από τους τρεις παράγοντες ατυχημάτων και αυτός δεν είναι άλλος από την ίδια την οδό και το περιβάλλον της. Σκοπός της είναι, μέσω του πολύ καλού αρχικού σχεδιασμού, να μην επιτρέψει στο χρήστη να κάνει

εύκολα λάθη, και όταν αυτά αναπότρεπτα γίνουν, μέσω ενός συγχωρητικού περιβάλλοντος να μην στοιχίσουν σε ανθρώπινες ζωές.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία, όντας στο πλαίσιο της οδικής ασφάλειας, θα διερευνήσει ορισμένους από τους παράγοντες που επηρεάζουν την έκβαση ατυχημάτων και ανήκουν προφανώς στην κατηγορία της οδού και του περιβάλλοντός της. Οι βασικότεροι από αυτούς τους παράγοντες, όπως αυτοί αναφέρονται στο βιβλίο της οδικής ασφάλειας (Ι.Μ. Φρατζεσκάκης και Ι.Κ. Γκόλιας) είναι οι εξής:

1. Ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά, όπως: λωρίδες κυκλοφορίας και ερείσματα με ανεπαρκές πλάτος, έλλειψη ή με μικρό πλάτος και ύψος μεσαίων διαχωριστικών νησίδων, κακή διαμόρφωση κόμβων.
2. Χαμηλά πρότυπα κατασκευής, που αφορούν ολισθηρά οδοστρώματα και ανεπαρκής αποστράγγιση υδάτων.
3. Κακή μελέτη, τοποθέτηση και κατασκευή παρόδιων στοιχείων όπως: στύλων, στηθαίων, διαφημιστικών πινακίδων, δένδρων, αναχωμάτων κ.λπ.
4. Κακή οργάνωση της κυκλοφορίας όπως: έλλειψη ή ανεπαρκής σήμανση, ανεπαρκής έλεγχος προσβάσεων (είσοδοι, έξοδοι) και στάθμευσης στην οδό.
5. Πλήρης έλλειψη ή ανεπάρκεια οδικού φωτισμού.
6. Ανεπαρκής έλεγχος και σήμανση κατά τη διάρκεια εργασιών στο οδόστρωμα.
7. Δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως ομίχλη, βροχή, υγρές επιφάνειες, χιόνι και πάγος, σκόνη, καπνός κ.λπ.

Στην Ελλάδα παρατηρείται σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ ότι μόλις το 17% των ατυχημάτων συμβαίνουν εκτός κατοικημένων περιοχών, δεδομένου και του χαμηλότερου κυκλοφοριακού φόρτου που παρατηρείται σε σχέση με τις πόλεις. Ωστόσο, τα ατυχήματα αυτά αποτελούν το 46% των θανατηφόρων ατυχημάτων σε όλη την Ελλάδα.

Άλλος παράγοντας που επηρεάζει τα ατυχήματα και δεν μπορεί να αμεληθεί είναι και οι καιρικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το βιβλίο της οδικής ασφάλειας των Ι.Μ. Φρατζεσκάκη και Ι.Κ. Γκόλια, η ομίχλη αυξάνει το δείκτη ατυχημάτων σε ποσοστό της τάξης του 40% με 50%. Το χιόνι επηρεάζει επιπλέον τη δημιουργία ατυχημάτων σε ένα ποσοστό που κυμαίνεται, ανάλογα και τη χώρα και το πόσο συνηθισμένοι είναι οι οδηγοί σε αυτό, σε ένα ποσοστό της τάξης του 15% με 80%. Τέλος, το πιο σημαντικό καιρικό φαινόμενο που επηρεάζει το δείκτη ατυχημάτων θεωρείται η βροχή, η οποία αυξάνει το δείκτη σε ποσοστό 50% με 300%!

Τέλος, ο τελευταίος παράγοντας που θα εξεταστεί είναι το κατά πόσο οι οδηγοί βρίσκονταν υπό την πίεση του χρόνου ή όχι.

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση της **επιρροής των καιρικών συνθηκών, καθώς και της πίεσης χρόνου στην ασφαλή συμπεριφορά των οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν ο βαθμός στον οποίο επηρεάζουν οι διαφορετικές καιρικές συνθήκες (καλές, βροχή, ομίχλη και χιόνι) με ή χωρίς την πίεση του χρόνου σε συνάρτηση με τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του οδηγού (π.χ. φύλλο, ηλικία, εμπειρία στην οδήγηση, κλπ.) καθώς και τον τρόπο οδήγησής τους (π.χ. αυξομειώσεις στροφών κινητήρα, ταχύτητα διαδρομής, μέσος χρόνος αντίδρασης, αριθμός ατυχημάτων, κλπ.).

Επιμέρους στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **επιλογή της κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης και η εφαρμογή της**, με σκοπό τη ποσοτικοποίηση αυτών των μεταβλητών, καθώς και η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων με στόχο τη περιγραφή τους.

1.3 Μεθοδολογία

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη των στόχων της Διπλωματικής Εργασίας.

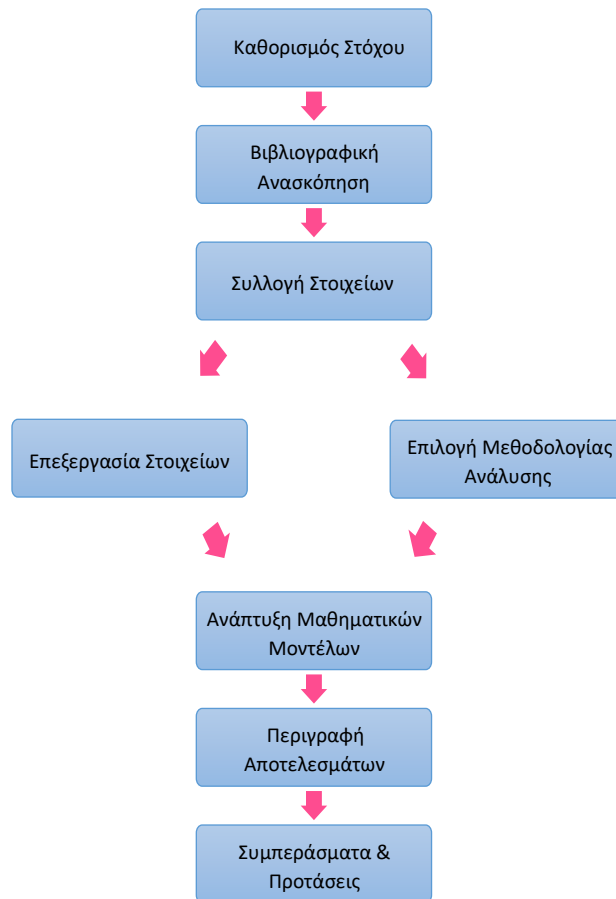
Αρχικά **καθορίστηκε το αντικείμενο** και ο στόχος της Διπλωματικής. Εν συνεχεία πραγματοποιήθηκε η **βιβλιογραφική ανασκόπηση**, αναζητώντας πληροφορίες τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, χρησιμοποιώντας την αρωγή τους στις επιλογές μεθόδων συλλογής και ανάλυσης στοιχείων.

Στη συνέχεια, έχοντας ως θεωρητικό υπόβαθρο τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, πραγματοποιήθηκε η **συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων**. Πιο συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν στοιχεία από τον προσομοιωτή οδήγησης που διαθέτει το Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής ΕΜΠ σε συνδυασμό με απαντήσεις από ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν.

Ακολούθησε η δημιουργία ηλεκτρονικής βάσης στην access και η σταδιακή βελτίωσή της, μέχρι να πάρει την τελική της μορφή. Εν συνεχεία η access, μετά την επιλογή της κατάλληλης **στατιστικής μεθόδου**, εισήχθη στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS 17.0)

Ύστερα πραγματοποιήθηκε ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, τα οποία περιγράφονται για την κατανόηση τους και την επισήμανση της σημασίας τους. Τέλος, προέκυψαν τα συμπεράσματα στα ερωτήματα της έρευνας, εκπληρώνοντας τελικά στους αρχικούς στόχους που τέθηκαν.

Παρουσιάζονται στη συνέχεια υπό μορφή διαγράμματος ροής, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.



Διάγραμμα 1.3: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί καθορίζεται και η δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Το **Κεφάλαιο 1** αποτελεί την **εισαγωγή** της Διπλωματικής Εργασίας. Ως στόχο έχει την παρουσίαση του αντικειμένου με το οποίο ασχολείται. Αρχικά παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία για τροχαία ατυχήματα που συνέβησαν στην Ευρώπη γενικότερα, αλλά κυρίως στην Ελλάδα ειδικότερα. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση των παραγόντων που συνέβαλλαν στα εν λόγω ατυχήματα. Τέλος, ακολουθεί διευκρίνηση του στόχου της Διπλωματικής, η μεθοδολογία της και η δομή της.

Το **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελεί την σύνοψη των αποτελεσμάτων και τη σύγκρισή διαφόρων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί τόσο σε εθνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο, με θέμα αντίστοιχο με αυτό της δικιάς μας Διπλωματικής.

Στο **Κεφάλαιο 3** αναλύεται το **θεωρητικό υπόβαθρο** στο οποίο παρουσιάζονται οι απαιτούμενες μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθούν. Αρχικά, περιγράφονται οι τύποι των μαθηματικών μοντέλων αλλά και οι έλεγχοι για την αποδοχή τους. Επίσης, παρατίθενται και οι εντολές οι οποίες εκτελούνται για την επίτευξη της στατιστικής αυτής ανάλυσης μέσω του ειδικού λογισμικού.

Στο **Κεφάλαιο 4** πραγματοποιήθηκε η **συλλογή και επεξεργασία** δεδομένων με τη χρήση του προσομοιωτή οδήγησης. Αναλύεται επίσης ο σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης του προσομοιωτή οδήγησης.

Το **κεφάλαιο 5** περιλαμβάνει την αναλυτική **περιγραφή της μεθοδολογίας** και αναλύει τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της. Περιγράφεται επιπροσθέτως και η διαδικασία ανάπτυξης των μαθηματικών μοντέλων.

Στο **Κεφάλαιο 6**, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα του κεφαλαίου 5 τα οποία αποτελούν την ερμηνεία μαθηματικών μοντέλων. Επίσης, επισημαίνονται και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα σχετική με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής διαδικασίας.

Το **Κεφάλαιο 7** αποτελεί τη παράθεση πηγών ως βιβλιογραφία, σε μορφή καταλόγου.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Στόχος της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η εύρεση της βέλτιστης μεθοδολογίας που θα ακολουθηθεί για την ανάλυση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος γίνεται παρουσίαση ερευνών με συναφή θέματα και μεθοδολογίες με τη παρούσα Εργασία, ώστε να προσδιοριστεί ο κατάλληλος τρόπος εκπόνησής της. **Η αναζήτηση των ερευνών εστιάστηκε στην επιρροή των καιρικών συνθηκών καθώς και της πίεσης του χρόνου στην οδηγική εμπειρία και ασφάλεια.** Σκοπός είναι να γίνει σύγκριση των ερευνών, των αποτελεσμάτων τους και να καθορισθούν τυχών ελλείψεις για περαιτέρω έρευνα.

Πιο συγκεκριμένα, η αναζήτηση των ερευνών επικεντρώθηκε κυρίως στις καιρικές συνθήκες και στην επιρροή τους στην οδική ασφάλεια. Δευτερευόντως ωστόσο αφιερώνεται και ένα μέρος της έρευνας στην πίεση του χρόνου και τα αποτελέσματα αυτού στην οδηγική συμπεριφορά. Τέλος, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε έρευνες που έγιναν για υπεραστικές οδούς. Με τη παράθεση αυτών των ερευνών δημιουργείται μια γενική εικόνα γύρω από το αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα Διπλωματική Εργασία και οροθετείται ο άξονας που πρέπει να ακολουθηθεί για την επίτευξη των στόχων της.

2.2 Συναφείς Έρευνες και Μεθοδολογίες

2.2.1 Η επιρροή των καιρικών συνθηκών στην οδική ασφάλεια

Σύμφωνα με τη Διπλωματική Εργασία της Αρετής Θανάσκο (2019), **η βροχή οδηγεί συχνά σε μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, οπότε και έχει θετικό πρόσημο στο δείκτη ατυχημάτων, ωστόσο, το πλήθος των οδικών ατυχημάτων αυξάνεται διότι τα οχήματα που τελικά κυκλοφορούν είναι ενδεχομένως πιο επιρρεπή στο να εμπλακούν σε ατύχημα.** Επιπροσθέτως η αύξηση της

Θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση φόρτου και επομένως και σε αύξηση ατυχημάτων. Επίσης, έχει ενδιαφέρον η παρατήρηση ότι **στο χρονικό διάστημα 1991-2005 παρατηρείται μεγαλύτερη επιρροή της βροχόπτωσης σε σχέση με την περίοδο 2006-2017**, που μας δείχνει την επίδραση της τεχνολογίας αλλά και της επιστήμης της οδικής ασφάλειας στη μείωση του δείκτη ατυχημάτων στις οδούς! Τέλος, ένα ακόμα σημαντικό συμπέρασμα από την εν λόγω Διπλωματική Εργασία είναι ότι οι νότιες ευρωπαϊκές χώρες επηρεάζονται περισσότερο από τις καιρικές συνθήκες απ' ό,τι οι βόρειες ευρωπαϊκές.

Η Διπλωματική Εργασία του Δημήτριου Β. Μπιλιώνη (2011), συμφωνεί με τα παραπάνω ευρήματα και τονίζει επίσης ότι **η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων, καθώς η βροχόπτωση σε μείωση**. Αυτά είναι πολύ σημαντικά ευρήματα, που συμπληρώνουν την έρευνα μας, καθώς όπως θα δούμε παρακάτω, μελετώντας αποκλειστικά την οδηγική συμπεριφορά καταλήγουμε στο ότι η βροχή επηρεάζει σημαντικά τον δείκτη ατυχημάτων. **Ωστόσο η ειδοποιός διαφορά στις εν λόγω έρευνες είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος**, ο οποίος όπως παρατηρούμε σε αυτές τις έρευνες μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα η βροχή να θεωρείται ότι έχει θετική επίδραση τελικά.

Η μελέτη των Α. Theofilatos, G. Yannis (2014) έπειτα από εκτενή έρευνα καταλήγει στο ότι η βροχή επηρεάζει σημαντικά το δείκτη ατυχημάτων, μιας και μειώνεται σημαντικά η τριβή του οδοστρώματος καθώς και η ορατότητα. Επιπροσθέτως, αναφορικά με το χιόνι παρουσιάζονται διάφορες έρευνες με ποικίλα αποτελέσματα.

Μελετώντας αρκετές ακόμα διπλωματικές και μελέτες (Μαρία Χαιρέτη, 2017), (Σουρέλλη Άννα-Μαρία, 2017), (Fanny Malin, Ilkka Norros, Satu Innamaa, 2019), γίνεται αντιληπτό, ότι ενώ τα αποτελέσματα εκ πρώτης όψεως φαίνονται διαφορετικά, παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες. Πιο συγκεκριμένα, η βροχή και το χιόνι δυσχεραίνουν αισθητά την οδηγική εμπειρία, με αποτέλεσμα και στις δύο αυτές περιπτώσεις να αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα ατυχήματος. Ωστόσο η μείωση του φόρτου σε συνδυασμό με την αύξηση της προσοχής από

τους οδηγούς, αλλά και τη σημαντική ελάττωση της ταχύτητας, οδηγούν μέχρι και στη μείωση του δείκτη των ατυχημάτων σε ορισμένες περιπτώσεις. Επίσης, παρατηρείται ότι λόγω της ελάττωσης της ταχύτητας, μειώνονται αισθητά και τα σοβαρά ατυχήματα. Τέλος, ειδική αναφορά αξίζει να γίνει στην ομίχλη, η οποία σύμφωνα με τις περισσότερες μελέτες, επιδρά θετικά στο δείκτη ατυχημάτων, μιας και οι οδηγοί και ελαττώνουν ταχύτητα λόγω της περιορισμένης ορατότητας, και είναι πιο προσεκτικοί, χωρίς ωστόσο να μειώνεται η πρόσφυση των οχημάτων όπως γίνεται με τη βροχή και το χιόνι.

2.2.2 Η επιρροή της πίεσης χρόνου στην οδική ασφάλεια

Οι οδηγοί υπό πίεση χρόνου, **παρουσιάζουν παρόμοια οδηγική συμπεριφορά με εκείνους που οδηγούν αγχωμένοι ή νευριασμένοι**. Μερικά χαρακτηριστικά που έχει αυτός ο επιθετικός τρόπος οδήγησης είναι η **μειωμένη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, η αυξημένη ταχύτητα και οι απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις**. Αυτή τη παρατήρηση υποστηρίζει και η Διπλωματική Εργασία του Ορέστη Γαβαλά (2018).

Αναλυτικότερα η μελέτη «Hurried driving: Relationship to distress tolerance, driver anger, aggressive and risky driving in college students» (Beck, Daughters, & Ali, 2012) παρουσιάζει ότι οι οδηγοί που αναφέρουν ότι βιάζονται όταν οδηγούν τείνουν επίσης να είναι οδηγοί που αναφέρουν ότι εμπλέκονται σε μια ποικιλία επικίνδυνων οδηγικών δραστηριοτήτων. Επιπρόσθετα συνδέει την πίεση χρόνου στην οδήγηση και με την παραβίαση του κώδικα οδικής κυκλοφορίας. Συμπερασματικά και αυτή η μελέτη συσχετίζει τη βιασύνη, την επιθετική οδήγηση, την επικίνδυνη οδήγηση, το θυμό και τα ατυχήματα στις οδούς.

Τέλος, αρκετές μελέτες, όπως και η Διπλωματική Εργασία της Αγγελικής Στεφάτου (2019) παρατηρούν ότι οι οδηγοί δεν αντιλαμβάνονται επαρκώς τους παραδοσιακούς παράγοντες ατυχημάτων ως αιτίες για τη συμμετοχή τους στα ατυχήματα. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί δήλωσαν ότι ούτε η ταχύτητα, ούτε η απειρία του οδηγού ήταν παράγοντες εμπλοκής σε σύγκρουση. Αντίθετα οι

οδηγοί αντιλαμβάνονται ως αιτία ατυχήματος τη συμπεριφορά και την επιθετικότητα του οδηγού.

2.2.3 Χρήση Προσομοιωτή οδήγησης

Οι προσομοιωτές οδήγησης επιτρέπουν την οδήγηση σε ελεγχόμενο, σχετικά ρεαλιστικό και ασφαλές περιβάλλον, με σκοπό την άντληση πληροφοριών. Πλήθος ερευνών παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματά τους.

Συγκεκριμένα βάσει των Παπαντωνίου κ.α. (2013) οι προσομοιωτές οδήγησης παρέχουν ένα ασφαλές περιβάλλον για την εξέταση διαφόρων καταστάσεων, οι οποίες θα ήταν πολύ επικίνδυνο να εφαρμοστούν, έστω και ελεγχόμενα σε πραγματικές συνθήκες.

Εν συνεχεία, μπορεί να εφαρμοστεί μεγαλύτερος πειραματικός έλεγχος σε προσομοιωτές οδήγησης σε σύγκριση με τις οδικές μελέτες, καθώς αφενός μας δίνουν πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια και στις μετρήσεις, αλλά και πολύ περισσότερα δεδομένα (όπως απόσταση από προπορευόμενο όχημα, απόσταση από το κέντρο την άκρη της λωρίδας, και πολλά άλλα) και αφετέρου μας επιτρέπουν να εξαλείψουμε ή να ελέγξουμε καλύτερα τυχαίες μεταβλητές, όπως καιρός.

Τέλος το κόστος ενός προσομοιωτή μπορεί να είναι σημαντικά μικρότερο από την τροποποίηση ενός πραγματικού οχήματος.

Ωστόσο διαφορετική μελέτη (Γκόλιας & Μπλάνα, 2002) παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα τους. Αρχικά τα δεδομένα που συλλέγονται από έναν προσομοιωτή οδήγησης μπορεί να μην είναι απόλυτα ακριβή, λόγω της καμπύλης εκμάθησής του. Δηλαδή μπορεί αρχικά ο οδηγός να κάνει πολλά λάθη που δεν θα έκανε σε πραγματικές συνθήκες, και αυτό διότι δεν είναι συνηθισμένος στον προσομοιωτή, ωστόσο όσο περισσότερο τον χρησιμοποιεί, αυτά τα λάθη τείνουν να μειώνονται. Δεύτερον, οι προσομοιωτές οδήγησης,

ιδιαίτερα οι προσομοιωτές υψηλής πιστότητας, μπορεί να είναι πολύ ακριβοί στην εγκατάσταση.

Επίσης, όπως παρατηρήθηκε και στις δοκιμές, οι οδηγοί πολλές φορές συμπεριφέρονται πιο ανέμελα στον προσομοιωτή και αυτό διότι δεν υπάρχει η αίσθηση του κινδύνου, με αποτέλεσμα μεγαλύτερες ταχύτητες.

Επιπρόσθετα η δυσφορία που μπορεί να προκαλέσει ο προσομοιωτής είναι ένα άλλο πρόβλημα και είναι ιδιαίτερα έντονο σε ηλικιωμένους οδηγούς.

(Παπαντωνίου, Παπαδημητρίου, & Γιαννής, 2013).

2.3 Σύνοψη

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η επιρροή των καιρικών συνθηκών στην οδική ασφάλεια έχει μελετηθεί αρκετά και οι περισσότερες μελέτες δείχνουν μεγάλη συσχέτιση του καιρού και της επικινδυνότητας των οδών.

Συγκεκριμένα συνοψίζοντας παρατηρείται ότι βάσει των περισσότερων μελετών η βροχή συνδέεται με αύξηση των οδικών ατυχημάτων και αύξηση των τραυματιών. Διαπιστώθηκε όμως ότι συνδέεται επίσης με πιο προσεκτική συμπεριφορά οδήγησης, μείωση της κυκλοφορίας και άλλους παράγοντες που μπορεί να μειώσουν τα ατυχήματα. Οπότε προκύπτει το συμπέρασμα ότι η συχνότητα της βροχής έχει άμεση σχέση με την οδική ασφάλεια, καθώς παρατηρείται ότι η ροή της κυκλοφορίας μειώνεται κατά τις πρώτες μέρες της βροχής, αλλά αυξάνεται και πάλι αργότερα στο σχεδόν κανονικό της επίπεδο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι άνθρωποι ακύρωσαν αρχικά τις δραστηριότητές τους, με αποτέλεσμα χαμηλότερη ροή. Ωστόσο, μετά από μερικές μέρες δεν ήταν πλέον σε θέση να συνεχίσουν να αναβάλλουν (μερικές) τις δραστηριότητές τους και αναγκάστηκαν να ταξιδέψουν.

Το χιόνι βάσει των μελετών θεωρείται από τις δυσμενέστερες συνθήκες, αφού ο κίνδυνος ατυχήματος για χιονισμένη ή παγωμένη οδική επιφάνεια είναι τουλάχιστον 4 φορές υψηλότερος σε σύγκριση με την γυμνή επιφάνεια του

οδοστρώματος. Επιπλέον έχει εκτιμηθεί ότι η επικινδυνότητα του χιονιού αυξάνεται ανάλογα με το πόσο σπάνια είναι η κατάσταση.

Οι μελέτες δείχνουν ότι η πίεση χρόνου στην οδήγηση είναι σοβαρός παράγοντας της εμφάνισης οδικού ατυχήματος, καθώς συνδέεται άμεσα με επιθετική και επικίνδυνη οδήγηση.

Όμως επειδή δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που να συγκρίνουν ταυτόχρονα βροχή, ομίχλη και χιόνι, όπως ακόμη λίγες μελέτες προσεγγίζουν την επίδραση της πίεσης χρόνου στα οδικά ατυχήματα χρειάζεται περισσότερη ανάλυση. Για να εξεταστούν οι διαφορετικές καιρικές συνθήκες και η βιασύνη επιλέχθηκε πείραμα στο προσομοιωτή οδήγησης, καθώς έτσι θα επιτραπεί η συλλογή μεγάλου πλήθους δεδομένων με μεγάλη ακρίβεια σε συνθήκες απόλυτης ασφάλειας για τον οδηγό. Η έρευνα θα συνδυαστεί με χρήση ερωτηματολογίων για τη συλλογή μερικών ακόμη στοιχείων, αφού τα ερωτηματολόγια επιτρέπουν την μεγάλη ποσότητα δεδομένων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τέλος επειδή η ομάδα του δείγματος πρέπει να είναι συμπαγής και με συγκεκριμένο μέγεθος η μελέτη θα εστιάσει σε νέους ηλικιακά οδηγούς στους οποίους κιόλας παρατηρείται αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο με βάση το οποίο θα πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση** της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Τα μαθηματικά πρότυπα που επιλέχθηκαν για να προκύψουν τα κατάλληλα αποτελέσματα είναι η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) που αποτελεί μια απλή και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο για τις συνεχείς εξαρτημένες μεταβλητές και η μέθοδος της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary logistic regression) για τις διακριτές εξαρτημένες μεταβλητές, καθώς λαμβάνουν μόνο δύο τιμές. Οι μεταβλητές αυτές συλλέγονται από την πειραματική διαδικασία του προσομοιωτή. Στη συνέχεια θα αναφερθούν ορισμένες βασικές στατιστικές έννοιες, κάποια επιπλέον θεωρητικά στοιχεία για τα προαναφερθέντα μαθηματικά πρότυπα και τα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού το οποίο χρησιμοποιήθηκε (SPSS 21.0).

3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.2.1 Γραμμικό μοντέλο

Η **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis) εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις υπόλοιπες. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή συνδυασμός ανεξαρτήτων μεταβλητών προκάλεσε τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη **μαθηματικών μοντέλων**. Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Η επιλογή της πιο κατάλληλης

μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της **γραμμικής παλινδρόμησης**. Την πιο απλή περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης αποτελεί η **απλή γραμμική παλινδρόμηση** (simple linear regression).

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

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

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι ο προσδιορισμός των παραμέτρων α και β ώστε να εκφράζουν καλύτερα τη γραμμική συνάρτηση της y από τη x . Κάθε ζεύγος τιμών (α , β) καθορίζει μια διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή και οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- Ο **σταθερός όρος** α είναι η τιμή του y για $x=0$.
- Ο συντελεστής β του x είναι η **κλίση** (slope) της ευθείας ή αλλιώς ο συντελεστής παλινδρόμησης (regression coefficient). Εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μία μονάδα .
- Ο όρος ε_i που λέγεται **σφάλμα παλινδρόμησης** (regression error) και αποτελεί τη διαφορά της τιμής y_i από τη δεσμευμένη μέση τιμή $E(Y|X=x_i) = \alpha + \beta x_i$.

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι εξής υποθέσεις:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι τιμές της χωρίς καμία αμφιβολία.
- Η εξάρτηση της Y από τη X είναι γραμμική.

- Το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της x και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη x , δηλαδή, $E(\epsilon_i)=0$ και $\text{Var}(\epsilon_i)=\sigma_\epsilon^2$

Οι υποθέσεις αυτές προσδιορίζουν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Για αυτό και συνήθως σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης θεωρείται ότι η κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι κανονική.

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή y εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μία μεταβλητές x ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$), χρησιμοποιείται η **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση** (multiple linear regression) και περιγράφεται ως εξής:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i.$$

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι απαραίτητο να ελεγχθεί αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Επιπρόσθετα απαιτείται να εξασφαλιστεί **μηδενική συσχέτιση** των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i, x_j) \forall i \neq j \rightarrow 0$).

3.2.2 Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (όπως το ενδεχόμενο να συμβεί κάποιο ατύχημα) χρησιμοποιείται η **λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης** για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και ταξινόμησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1. Χρησιμοποιείται ο νεπέριος λογάριθμος για την πιθανότητα ή το **λόγο πιθανοφάνειας** (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι 1, σύμφωνα με τον τύπο:

$$y = \text{logit}(P) = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = B_0 + B_i x_i$$

όπου:

- B_0 : η σταθερά του μοντέλου

- B_i : παραμετρικές εκτιμήτριες για τις ανεξάρτητες μεταβλητές ($x_i=1, \dots, n$ το σύνολο των εξαρτημένων μεταβλητών)

Η πιθανότητα κυμαίνεται από 0 έως 1, ενώ ο νεπέριος λογάριθμος $\ln(P/(1-P))$ κυμαίνεται από μείον άπειρο ως συν άπειρο. Τα μοντέλα λογισμικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζουν την καμπυλόγραμμη σχέση ανάμεσα στην κατηγορική επιλογή Y και στις μεταβλητές X_i οι οποίες μπορεί να είναι συνεχείς ή διακριτές. Η καμπύλη της λογιστικής παλινδρόμησης είναι προσεγγιστικά γραμμική στις μεσαίες τιμές και λογαριθμική στις ακραίες τιμές. Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης καταλήγουμε στην εξής νέα σχέση:

$$\frac{P_i}{1-P_i} = e^{B_0+B_i X_i} = e^{B_0} * e^{B_i X_i}$$

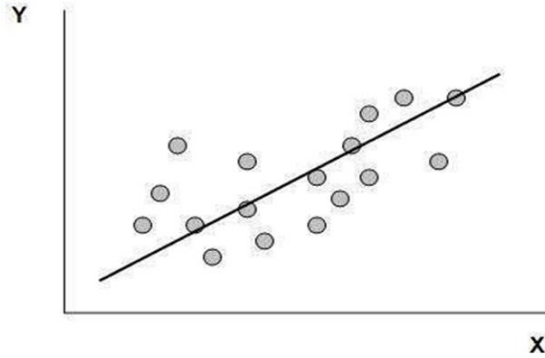
Η θεμελιώδης εξίσωση για τη λογιστική παλινδρόμηση δείχνει ότι όταν η τιμή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής αυξηθεί κατά μια μονάδα και όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές ο νέος λόγος πιθανοφάνειας $P_i/(1-P_i)$ προκύπτει από την σχέση:

$$\frac{P_i}{1-P_i} = e^{B_0+B_i X_{i+1}} = e^{B_0} * e^{B_i X_i} * e^{B_i}$$

Άρα η πιθανότητα $P_i/(1-P_i)$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή e^{B_i} .

3.2.3 Εκτίμηση των παραμέτρων

Για να βρεθούν οι παράμετροι του μοντέλου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιείται η **μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων** (method of least squares). Ο προσδιορισμός των β_i , δίνει μια προσεγγιστική ευθεία, που συνδέει τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής y δοθισών των τιμών της x . Η ευθεία που προκύπτει λέγεται **ευθεία παλινδρόμησης της y πάνω στη x** και στόχο έχει το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων (x,y) από την ευθεία να είναι ελάχιστο. Παρακάτω δίνεται ένα ενδεικτικό διάγραμμα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων.



Διάγραμμα 1.1: Ευθεία Ελαχίστων Τετραγώνων

3.3 Διαδικασία Ανάπτυξης Και Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου

Η πρώτη από τις πιο **βασικές προϋποθέσεις** για τις τιμές της μεταβλητής Y που εξετάζονται πριν την ανάπτυξη ενός μοντέλου είναι η απαίτηση να ακολουθούν **κανονική κατανομή**.

Η **συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών** αποτελεί τη δεύτερη βασική προϋπόθεση. Δηλαδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές θα πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλιώς δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Αν, σε ένα μοντέλο για παράδειγμα εισαχθούν δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους θα εμφανιστούν προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

Μετά τη διαμόρφωσή του το μοντέλο αξιολογείται με κριτήρια: τα πρόσημα και τις τιμές των συντελεστών β της εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

Συγκεκριμένα για τους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των πρόσημών τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η ταχύτητα διαδρομής αποτελεί την ανεξάρτητη και οι χρονικοί διαχωρισμοί

την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου, θα πρέπει ο συντελεστής β_i της ταχύτητας να έχει αρνητικό πρόσημο. Η τιμή του συντελεστή θα πρέπει και αυτή να ερμηνεύεται λογικά, δεδομένου ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β_i μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά, τότε πρόκειται για την **ελαστικότητα** (elasticity). Η οποία αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από τη σχέση:

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

Ο έλεγχος t-test (κριτήριο t της κατανομής student) αξιολογεί την **στατιστική εμπιστοσύνη του γραμμικού μοντέλου**. Με τον δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, καθορίζονται δηλαδή ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με τη σχέση:

$$t_{sat} = \frac{\beta_i}{s.e}$$

όπου s.e: τυπικό λάθος (standard error).

Βάσει της ανωτέρω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο αυξάνεται ο συντελεστής t_{sat} και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα.

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
80	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

Έτσι για μέγεθος δείγματος περί τα 80 και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι $t^* = 1,7$ και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι $t^* = 1,3$. Αν έχουμε $t = -3,2$ για κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή x_i τότε παρατηρείται ότι απόλυτη τιμή του t είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t^* (1,7) και άρα είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

Μετά τον έλεγχο της στατιστικής εμπιστοσύνης εξετάζεται η **ποιότητα του μοντέλου**. Η ποιότητα του μοντέλου καθορίζεται βάσει του **συντελεστή προσαρμογής**. Ο συντελεστής R^2 χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων **στο γραμμικό μοντέλο** και ορίζεται από τη σχέση:

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

Όπου: $R^2 = SSR/SST$ και $SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$

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

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

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

- Να ακολουθεί κανονική κατανομή
- Να έχει σταθερή διασπορά $Var(\epsilon_i) = \sigma_\epsilon^2 = c$ και
- Να έχει μηδενική συσχέτιση, $\rho(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0 \quad \forall \quad i \neq j$

Αναφέρεται ότι η **διασπορά του σφάλματος** εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

Όσον αφορά στα **μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης**, ισχύει ό,τι και στην απλή και λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, με τη διαφορά ότι στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης το αντίστοιχο t-test έχει την ονομασία **Wald**. Η τιμή του Wald για κάθε μεταβλητή πρέπει να είναι μικρότερη του 1,7 όπως ακριβώς και για το συντελεστή t .

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια, προσπαθούμε ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος και προτιμώνται τα μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας L . Μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές είναι περισσότερο σύνθετα και χρειάζεται ένας κανόνας να αποφασίζει εάν η μείωση

του $L = \log(\text{likelihood})$ αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test (LRT)** (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT), εάν η διαφορά $LRT = -2 \times (L(\hat{b}) - L(0))$, όπου $L(\hat{b}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$, ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, είναι μεγαλύτερη από την τιμή του χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές.

Ο **συντελεστής ρ^2** καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου και είναι ανάλογος του συντελεστή R^2 της απλής γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται ως εξής: $\rho^2 = 1 - (L(\hat{b})/L(0))$ όπου $L(\hat{b}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$, ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$. Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του ρ^2 στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι ο συντελεστής ρ^2 έχει και εδώ συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του ρ^2 .

Επίσης, το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης **ελέγχεται σε ποιο ποσοστό** είναι σε θέση να προβλέψει σωστά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Είναι επιθυμητό να προβλέπεται σωστά η περίπτωση που συνέβη ή όχι ατύχημα, σε όσο το δυνατόν πιο μεγάλο ποσοστό. Ο μέσος όρος του ποσοστού αυτού για τα δύο ενδεχόμενα είναι σκόπιμο να είναι μεγαλύτερος από το 65% και να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο αντίστοιχων ποσοστών των δύο ενδεχομένων.

3.4 Λειτουργία Του Ειδικού Στατιστικού Λογισμικού

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν έγινε με τη χρήση ειδικού στατιστικού λογισμικού. Αφού καταχωρήθηκαν τα δεδομένα σε ειδικές βάσεις δεδομένων, μεταφέρθηκαν στο στατιστικό λογισμικό στο πεδίο

δεδομένων και **ακολουθήθηκαν οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται** στη συνέχεια.

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

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

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

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

Επιδιώκεται:

- **Ο συντελεστής συσχέτισης R^2** να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, ενώ στα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης επιδιώκεται μεγάλη πιθανοφάνεια, δηλαδή η τιμή του λογαρίθμου των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = \log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.
- Οι τιμές και τα πρόσημα των **συντελεστών παλινδρόμησης β_i** να μπορούν να εξηγηθούν λογικά.
- **Ο σταθερός όρος** της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δεν λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος.
- **Η τιμή του στατιστικού ελέγχου t** να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και

Το επίπεδο σημαντικότητας να είναι μικρότερο από 5%.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Αφού πραγματοποιήθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο και επελέγησαν οι κατάλληλες μέθοδοι ανάλυσης, δηλαδή η γραμμική και η λογιστική παλινδρόμηση. Για την **πειραματική διαδικασία** με σκοπό τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων επιλέχθηκε η χρήση **προσομοιωτή οδήγησης σε υπεραστική οδό**. Με τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα επιτευχθεί ο στόχος της Διπλωματικής, δηλαδή η επιρροή των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου στη συμπεριφορά νέων οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται αρχικά το πείραμα και τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Επιπρόσθετα αναφέρονται ορισμένα στοιχεία σχετικά με **τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά του προσομοιωτή**.

Ακολουθεί η επεξεργασία των στοιχείων δηλαδή η κωδικοποίηση των στοιχείων και ο τρόπος εισαγωγής τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία η οποία οδήγησε στην τελική βάση δεδομένων. Τέλος δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του τρόπου επεξεργασίας των στοιχείων και τον τρόπον αντιμετώπισης των διαφόρων προβλημάτων που προέκυψαν.

4.2 Το Πείραμα στον προσομοιωτή

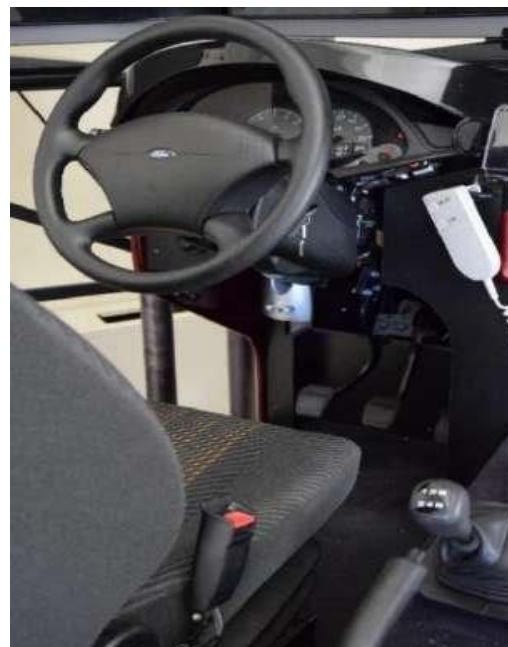
4.2.1 Στόχος του πειράματος

Πειραματικά εξετάστηκε σε προσομοιωτή οδήγησης ο βαθμός στον οποίο η οδήγηση με διαφορετικές καιρικές συνθήκες και με πίεση χρόνου, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος επιδρούν στη συμπεριφορά του οδηγού. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του οδηγού, που εξετάστηκαν, αφορούν το φύλο, την ηλικία, την οδηγική εμπειρία κ.α.

4.2.2 Προσομοιωτής

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulation FPF) της γερμανικής εταιρείας Foerst που διαθέτει το Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για ερευνητικούς σκοπούς. Αποτελείται από τρεις οθόνες LCD40", θέση οδήγησης και βάση υποστήριξης. Οι διαστάσεις σε πλήρη ανάπτυξη είναι 230 X 180 cm., ενώ το πλάτος βάσης 78cm.

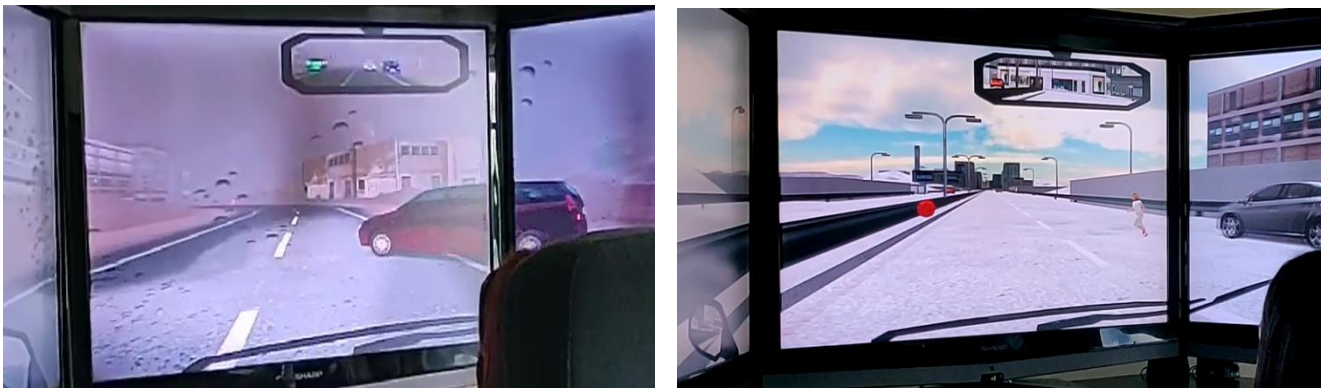
Διαθέτει ρυθμιζόμενο κάθισμα οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς και δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη που εμφανίζονται στις πλάγιες και την κεντρική οθόνη αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το «όχημα». Τα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός είναι μοχλός 5 ταχυτήτων και όπισθεν, φλας, υαλοκαθαριστήρες, φώτα, κόρνα, χειρόφρενο και μίζα.



Εικόνα 4.1, 4.2: Φωτογραφίες του προσομοιωτή οδήγησης

Μέσω υπολογιστή παράγεται το εικονικό οδικό περιβάλλον και απεικονίζει το οδόστρωμα και το οδικό περιβάλλον. Οι χρήστες πραγματοποιούν τη διαδρομή υπό συνθήκες που προσομοιώνουν ρεαλιστικά τις πραγματικές. Είναι προφανές ότι οι συνθήκες οδήγησης στον προσομοιωτή δεν μπορεί να είναι απολύτως όμοιες με εκείνες που αντιλαμβάνεται ο οδηγός σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας και ενδεχομένως να είναι περισσότερο έντονο στη βροχή, καθώς υπό πραγματικές συνθήκες ο οδηγός την αντιλαμβάνεται διαφορετικά σε σχέση με την οδήγηση στο προσομοιωμένο περιβάλλον. Ωστόσο, η αλλαγή συμπεριφοράς του οδηγού δεν επηρεάζει απαραίτητα τη σχετική επιρροή των διαφόρων παραμέτρων.

Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ πολλών οδικών συνθηκών, όσον αφορά: τον τύπο της οδού (υπεραστική οδός, αστική οδός, αυτοκινητόδρομος), τις **κυκλοφοριακές συνθήκες** (κανονικός κυκλοφοριακός φόρτος, αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος) και το **περιβάλλον** (καλός καιρός, ομίχλη, βροχή, χιόνι, νύχτα). Παράλληλα, ανάλογα με τις απαιτήσεις του πειράματος, μπορεί να επιλεγεί η προσομοίωση διαφόρων **απρόοπτων συμβάντων**, όπως η εμφάνιση εμποδίου κατά τη διάρκεια της οδήγησης ή η μη αναμενόμενη πορεία κάποιου προπορευόμενου οχήματος σε προκαθορισμένα ή τυχαία σημεία της διαδρομής.



Εικόνα 4.3, 4.4: Εμφάνιση επικίνδυνων γεγονότων

Με το **ειδικό πληκτρολόγιο ελέγχου** ρυθμίζονται οι παραπάνω επιλογές στο λογισμικό του προσομοιωτή. Συγκεκριμένα για την περιήγηση στους

διαφορετικούς καταλόγους επιλογών χρησιμοποιείται το πλήκτρο **Mode** και με το πλήκτρο **Line** γίνεται η περιήγηση εντός των επιλογών κάθε καταλόγου.



Εικόνα 4.5: Πληκτρολόγιο ελέγχου

Για την εκπόνηση του πειράματος, οι επιλογές καταλόγων που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- Βασικός κατάλογος επιλογών (Free driving): επιλέχθηκε μια κυκλική διαδρομή εντός πόλης και έπειτα μια διαδρομή με ένα επικίνδυνο συμβάν
- Κατάλογος προκαθορισμένων σεναρίων: επιλεγόταν κάθε φορά το σενάριο οδήγησης που καλούταν να πραγματοποιήσει ο συμμετέχων

Κατά τη διάρκεια της οδήγησης καταγράφονται έως και 60 τιμές το δευτερόλεπτο για κάθε μεταβλητή. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται αυτόματα σε φάκελο στην επιφάνεια εργασίας (φάκελος D:\Logfiles). Για κάθε πείραμα δημιουργούνται δύο αρχεία. Τα αρχεία με την ονομασία Logfile περιέχουν τα δεδομένα που καταγράφηκαν σε κάθε διαδρομή και αυτά με την ονομασία ErrLog περιγράφουν ορισμένα χαρακτηριστικά της οδήγησης κατά τη διαδρομή αυτή.

Time	current real-time in milliseconds since start of the drive.
x-pos	x-position of the vehicle in m.

y-pos	y-position of the vehicle in m.
z-pos	z-position of the 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 percent.
acc	gas pedal position in percent.
clutch	clutch pedal position in percent.
gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
rpm	motor revolation in 1/min.
hway	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
dleft	Distance to the left road board in meter.
dright	Distance to the right road board in meter.
wheel	Steering wheel position in degrees.
thead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds.
ttl	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds.
ttc	time to collision (all obstacles), in seconds.
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.
errIno	number of the most important driving failure since the last data set

err1val	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
err2no	number of the next driving failure (maybe empty).
err2val	additional date to failure 2.
err3no	number of a further driving failure (maybe empty).
err3val	additional date to failure 3.

Πίνακας 4.1: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών

4.2.3 Επιλογή σεναρίων οδήγησης

Ο προσομοιωτής ως εργαλείο για τη διερεύνηση της επιρροής των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού σε υπεραστικές οδούς, παρέχει τη δυνατότητα επιλογής πλήθους σεναρίων οδήγησης που μπορούσαν να βοηθήσουν στο πείραμα. Με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, την ελληνική πραγματικότητα αλλά και ένα πλήθος δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ διαφορετικών σεναρίων, επιλέχθηκαν τελικά τέσσερα διαφορετικά σενάρια ως η πιο κατάλληλη λύση για την επίτευξη του στόχου αυτής της Διπλωματικής Εργασίας. Και τα τέσσερα αυτά σενάρια ουσιαστικά αποτελούνται από την ίδια διαδρομή, η οποία, όμως, θα παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με το κάθε σενάριο. Η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον, μήκους περίπου 1.5 χλμ.

Το ψηφιακό υπεραστικό περιβάλλον που παρέχεται από τον προσομοιωτή περιλαμβάνει μια διαδρομή, κατά μήκος της οποίας έχουμε τοποθετήσει (τρία συνολικά) συμβάντα σε τυχαίες τοποθεσίες. Σε όλα τα σενάρια οι συνθήκες κυκλοφορίας ήταν οι ίδιες με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Ο διαχωρισμός στα σενάρια οδήγησης αφορά τις καιρικές συνθήκες και κάθε σενάριο αρχίζει χωρίς πίεση χρόνου και μετά το δεύτερο συμβάν υπάρχει πίεση χρόνου.

- Οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον με καλό καιρό χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Εικόνα 4.6: Σενάριο πρώτο

- Οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον με ομίχλη χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Εικόνα 4.7: Σενάριο δεύτερο

- Οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον με βροχή χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Εικόνα 4.8: Σενάριο τρίτο

- Οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον με χιόνι χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Εικόνα 4.9: Σενάριο τέταρτο

Αποφασίστηκε ότι ο ιδανικός αριθμός **επικίνδυνων γεγονότων** έτσι ώστε να υπάρχουν αρκετά δεδομένα και να μην συνηθίζει ο οδηγός, να είναι τρία, εκ των

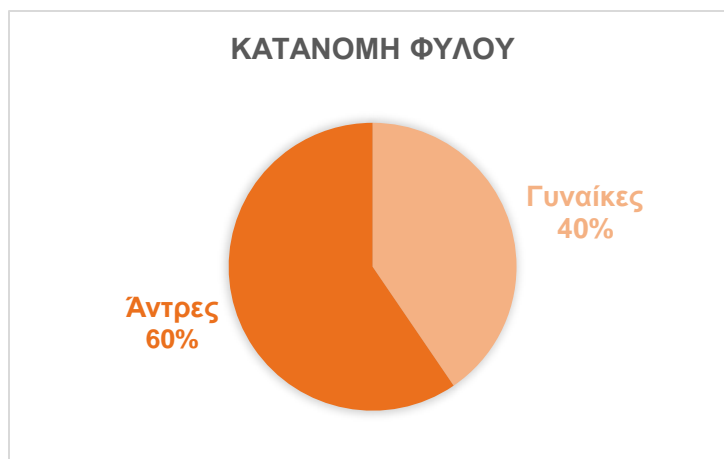
οποίων τα δύο πρώτα χωρίς πίεση χρόνου σε αντίθεση με το τρίτο συμβάν. Όλα τα συμβάντα πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένα σημεία της διαδρομής τα οποία διαφέρουν ανά σενάριο. Με βάση τις καταγραφές των αντιδράσεων των οδηγών στις μη αναμενόμενες καταστάσεις, θα προκύψουν δεδομένα που αναμένεται να είναι σημαντικά για τη διερεύνηση της επιρροής των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου στην οδηγική συμπεριφορά των συμμετεχόντων.

4.2.4 Συμμετέχοντες

Η **ομάδα δείγματος** πρέπει να είναι συμπαγής και με συγκεκριμένο μέγεθος και ήταν ευκολότερο να αποτελείται από **νέους οδηγούς** για αυτό και αποφασίστηκε η έρευνα να μελετήσει τη συμπεριφορά νέων οδηγών. Επίσης στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι ο κίνδυνος ατυχήματος σχετίζεται με την ηλικία του οδηγού. Οι νέοι ηλικιακά οδηγοί κατέχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση και έχουν την τάση να υπερεκτιμούν την προσωπική τους οδηγική ικανότητα. Για αυτούς τους λόγους, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 20-30 ετών. Στο πείραμα έλαβαν μέρος 42 εθελοντές, 25 άντρες και 17 γυναίκες. Όλοι τους ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ενώ υπήρξε πληθώρα διαφορετικών ατόμων από άποψη προσωπικότητας και μορφώσεως, εκτός από τους φοιτητές του πολυτεχνείου, ώστε το πείραμα να είναι αντιπροσωπευτικό.



Γράφημα 4.1: Κατανομή ηλικιακής ομάδας των συμμετεχόντων



Γράφημα 4.2: Κατανομή φύλου των συμμετεχόντων

4.2.5 Υλοποίηση του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Οκτωβρίου και αρχές Δεκεμβρίου 2019. Οι 42 συμμετέχοντες πήραν μέρος στην έρευνα εθελοντικά και αφού συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο οδήγησαν τέσσερις φορές ο καθένας στον προσομοιωτή οδήγησης.

Οι προσομοιωτές οδήγησης δεν απεικονίζουν πλήρως ρεαλιστικά το περιβάλλον και τις συνθήκες οδήγησης (π.χ. βροχή, κρύο) και δεν λαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την πιθανή αλλαγή συμπεριφοράς του οδηγού. Με σκοπό τη μείωση των επιπτώσεων στα αποτελέσματα του προσομοιωτή οδήγησης που οφείλονται στην μη εξοικείωση του οδηγού με το περιβάλλον προσομοίωσης αλλά και με τον ίδιο τον προσομοιωτή οδήγησης (π.χ. διαφορετική θέση στο κιβώτιο ταχυτήτων στον προσομοιωτή οδήγησης σε σχέση με τη θέση που έχει στο προσωπικό αυτοκίνητο του συμμετέχοντα κ.λπ.), αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν δύο **δοκιμαστικές διαδρομές** πριν την έναρξη του πειράματος.

Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι τα σενάρια δεν εκτελούνταν με σταθερή σειρά, δηλαδή υιοθετήθηκε διαφορετικός συνδυασμός της αλληλουχίας των διαδρομών από τον κάθε ένα οδηγό. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι η εξοικείωση με τον προσομοιωτή κατά τη διάρκεια της εκπόνησης του πειράματος είναι πιθανό να αλλοιώνει τα αποτελέσματα, οδηγώντας για

παράδειγμα σε αυξημένο αριθμό ατυχημάτων στο πρώτο σενάριο λόγω δυσκολίας προσαρμογής ή επικίνδυνη οδήγηση στο τελευταίο λόγω υπερεκτίμησης των προσωπικών δυνατοτήτων. Ο συντονιστής του πειράματος κατέγραφε την αλληλουχία των διαδρομών, καθώς και διάφορες παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Και στα τέσσερα σενάρια υπάρχουν δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση με δύο επικίνδυνα γεγονότα χωρίς χρονική πίεση, σε αντίθεση με τη δεύτερη φάση με ένα επικίνδυνο γεγονός και με χρονική πίεση.

4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

4.3.1 Υλοποίηση του πειράματος

Αφού συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες τα **ερωτηματολόγια**, συλλέχθηκαν τα στοιχεία και κωδικοποιήθηκαν για να καταχωρηθούν στη βάση δεδομένων. Παρατίθεται το ερωτηματολόγιο με τις ονομασίες των μεταβλητών και τους κωδικούς των απαντήσεων σε παρένθεση με μπλε χρώμα.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Ημερομηνία πειράματος : _____
2. Α/Α συμμετέχοντα : _____
3. Ηλικία : _____ ετών (Age)
[Διαχωρισμός σε δύο ηλικιακές ομάδες(Age group) 18-23(1) 24-30(2)]
4. Φύλο : Άντρας Γυναίκα (Gender)
(0) (1)
5. Οδηγική εμπειρία (έτη) : 1 έως 3 4 έως 6 >7
(Exp) (1) (2) (3)
6. Τι απόσταση διανύετε εβδομαδιαία με ι.χ. όχημα εκτός πόλης; (DRURALWEEKLY) χλμ
7. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες;
(AccidentsWSuffers) (0)/(1)
8. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές;
(AccidentsWDamages) (0)/(1)
9. Τι από τα παρακάτω θεωρείτε επικίνδυνο κατά την οδήγηση:

	Με ομίχλη	Με βροχή	Με χιόνι
Περιορισμένη ορατότητα	(DangerousFogPoorVisibility) (0)/(1)	(DangerousRainPoorVisibility) (0)/(1)	(DangerousSnowPoorVisibility) (0)/(1)
Ολισθηρό οδόστρωμα	(DangerousFogSlipperyRoad) (0)/(1)	(DangerousRainSlipperyRoad) (0)/(1)	(DangerousSnowSlipperyRoad) (0)/(1)
Δυσκολία στο φρενάρισμα	(DangerousFogDifficultyInBraking) (0)/(1)	(DangerousRainDifficultyInBraking) (0)/(1)	(DangerousSnowDifficultyInBraking) (0)/(1)
Επικίνδυνη συμπεριφορά άλλων οδηγών	(DangerousFogOtherDriversDangerousBehavior) (0)/(1)	(DangerousRainOtherDriversDangerousBehavior) (0)/(1)	(DangerousSnowOtherDriversDangerousBehavior) (0)/(1)
Μειωμένος χρόνος αντίδρασης	(DangerousFogReducedReactionTime) (0)/(1)	(DangerousRainReducedReactionTime) (0)/(1)	(DangerousSnowReducedReactionTime) (0)/(1)
Πιθανή συγκέντρωση νερού στο οδόστρωμα	(DangerousFogPossibleConcentrationOfWaterOnThePavement) (0)/(1)	(DangerousSRainPossibleConcentrationOfWaterOnThePavement) (0)/(1)	(DangerousSnowPossibleConcentrationOfWaterOnThePavement) (0)/(1)
Βλάβη στη μηχανή λόγω υγρασίας	(DangerousFogDamageToTheMachineDueToHumidity) (0)/(1)	(DangerousRainDamageToTheMachineDueToHumidity) (0)/(1)	(DangerousSnowDamageToTheMachineDueToHumidity) (0)/(1)

10. Πόσες φορές το χρόνο οδηγείτε με ομίχλη;

Καμία 1 έως 4 5 έως 10 >10
(0) (1) (2) (3)

(TimesDrivingWithFogPerYear)

11. Πόσες φορές το χρόνο οδηγείτε με βροχή;

Καμία 1 έως 4 5 έως 10 >10
(0) (1) (2) (3)

(TimesDrivingWithRainPerYear)

12. Πόσες φορές το χρόνο οδηγείτε με χιόνι;

Καμία 1 έως 4 5 έως 10 >10
(0) (1) (2) (3)

(TimesDrivingWithSnowPerYear)

13. Θα αποφεύγατε να οδηγήσετε:

	Ναι	Όχι	Ίσως
Με ομίχλη: (AvoidDrivingWithFog)	(2)	(0)	(1)
Με βροχή: (AvoidDrivingWithRain)	(2)	(0)	(1)
Με χιόνι: (AvoidDrivingWithSnow)	(2)	(0)	(1)

14. Κατά πόσο θεωρείτε ότι αλλάζει η οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πολύ
Με ομίχλη: (HowMuchChangeTheDrWFog)	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Με βροχή: (HowMuchChangeTheDrWRain)	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Με χιόνι: (HowMuchChangeTheDrWSnow)	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)

15. Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε με ομίχλη; Και πόσο;

- Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά
(FogReduceSpeedAndDriveMoreCarefully)
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου
(FogDriveToTheEdgeOfTheRoad)

[καθόλου (0), λίγο (1),
αρκετά (2), πολύ (3)]

[καθόλου (0), λίγο (1),
αρκετά (2), πολύ (3)]

16. Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε με βροχή; Και πόσο;

- Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά
(RainReduceSpeedAndDriveMoreCarefully)
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου
(RainDriveToTheEdgeOfTheRoad)

[καθόλου (0), λίγο (1),
αρκετά (2), πολύ (3)]

[καθόλου (0), λίγο (1),
αρκετά (2), πολύ (3)]

17. Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε με χιόνι ; Και πόσο;

- Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά
(SnowReduceSpeedAndDriveMoreCarefully)
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου
(SnowDriveToTheEdgeOfTheRoad)

[καθόλου (0), λίγο (1),
αρκετά (2), πολύ (3)]

[καθόλου (0), λίγο (1),
αρκετά (2), πολύ (3)]

18. Κατά πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν οδηγείτε:

Ταχύτητα (χλμ/ώρα)	Καθόλου	0-20	>20
Με ομίχλη: (ReduceSpeedWithFog)	(0)	(1)	(2)
Με βροχή: (ReduceSpeedWithRain)	(0)	(1)	(2)
Με χιόνι: (ReduceSpeedWithSnow)	(0)	(1)	(2)

19. Θεωρείτε την οδήγηση υπό ομίχλη επικίνδυνη ;

(DangerousFog) [όχι (0) ίσως (1) ναι (2)]

20. Θεωρείτε την οδήγηση υπό βροχή επικίνδυνη ;

(DangerousRain) [όχι (0), ίσως (1), ναι (2)]

21. Θεωρείτε την οδήγηση υπό χιόνι επικίνδυνη ;

(DangerousSnow) [όχι (0), ίσως (1), ναι (2)]

22. Θεωρείτε ότι γενικά οδηγείτε στην δεξιά άκρη του οδοστρώματος;

(DriveToTheEdgeOfTheRoad) (0)/(1)

23. Θεωρείτε ότι γενικά οδηγείτε άνω του ορίου κυκλοφορίας;

(DriveUpTheLimits) (0)/(1)

24. Θεωρείτε ότι γενικά οδηγείτε προσεκτικά;

(DriveCarefully) (0)/(1)

25. Έχετε οδηγήσει υπό την πίεση του χρόνου ή κάποιου άλλου εξωτερικού παράγοντα; Αν ναι πόσο συχνά;

(DriveUnderPressure) (0)/(1)

(IfYesHowOften) [Καθόλου (0), Λίγο (1), Αρκετά (2), Πολύ (3) Σχεδόν πάντα (4)]

26. Έχετε οδηγήσει νευριασμένοι; Αν ναι πόσο συχνά;

(DrivedAngerously) (0)/(1)

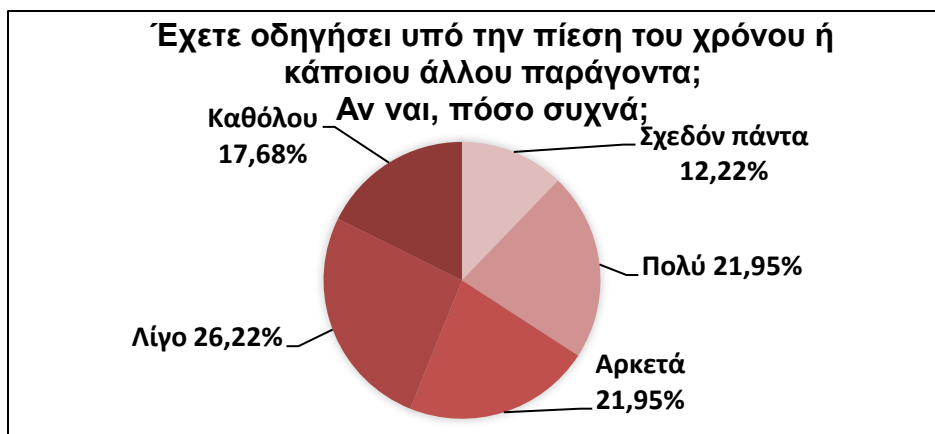
(IfYesHowOften) [Καθόλου (0), Λίγο (1), Αρκετά (2), Πολύ (3) Σχεδόν πάντα (4)]

Έπειτα από την κωδικοποίηση αυτή καταγράφηκαν τα στοιχεία και προστέθηκαν στη βάση δεδομένων.

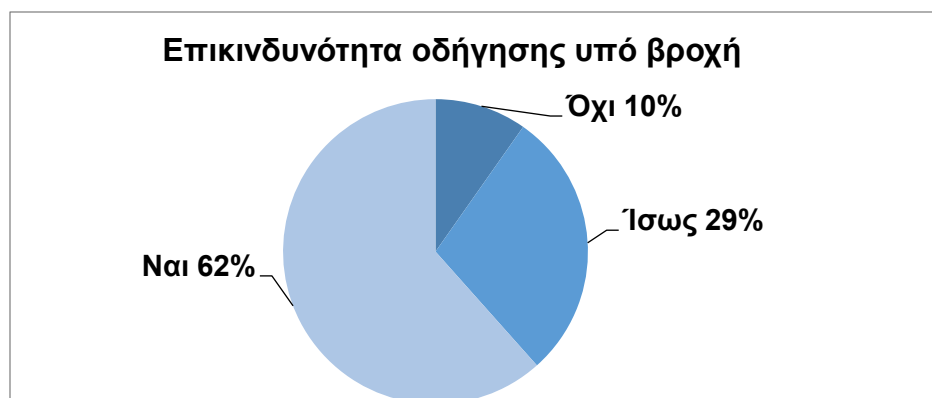
Person ID	Age	Age Group	Exp	GENDE R	DRIVE URBAN WEEKLY	ACCID ENTS WITH SUFFERERS	ACCID ENTS WITH DAMAGE	DANGE ROUS WFOG poor visibility	DANGE ROUS WFOG Slippery road
D01	24	2	2	0	350	0	1	1	1
D02	24	2	2	0	56	0	1	1	1
D03	22	1	1	0	1000	0	0	1	1
D04	20	1	1	0	300	0	1	1	1
D05	28	2	3	0	135	0	1	1	1
D06	26	2	1	0	800	0	0	1	1
D07	20	1	1	0	10	0	0	1	1
D08	24	2	1	0	10	0	0	1	1
D09	20	1	1	1	200	0	1	0	0
D10	24	2	2	1	30	0	0	1	1
D11	20	1	1	0	700	0	0	0	1
D12	23	1	1	0	30	0	0	0	1
D13	23	1	2	0	400	0	1	0	0
D14	20	1	1	0	60	0	1	1	1
D15	24	2	2	0	250	0	1	1	1
D16	26	2	3	0	1000	0	1	0	1
D17	26	2	2	1	2	0	0	0	1

Εικόνα 4.10: Απόσπασμα από την βάση δεδομένων από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου

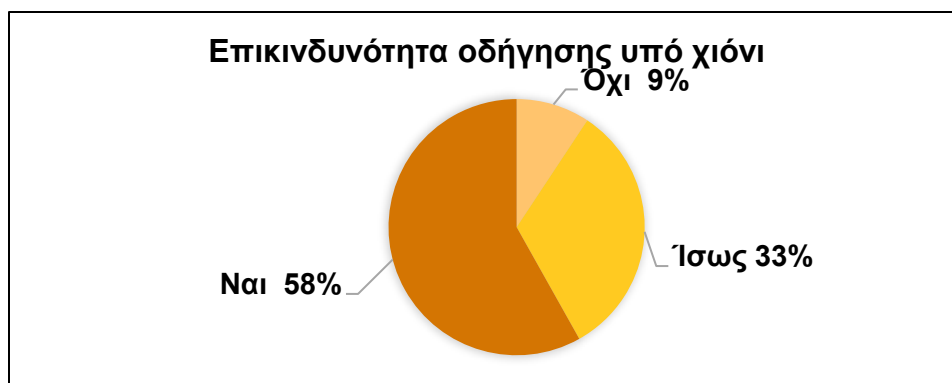
Βάσει των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια παρουσιάζονται ενδεικτικά τα επόμενα γραφήματα. Παρατηρείται και από το γράφημα 4.3 ότι η μειοψηφία των συμμετεχόντων δεν οδηγεί υπό πίεση χρόνου. Αρκετό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα διαγράμματα 4.4 και 4.5 καθώς η πλειοψηφία των συμμετεχόντων θεωρούν την οδήγηση με βροχή και την οδήγηση με χιόνι επικίνδυνες.



Γράφημα 4.3: Συχνότητα οδήγησης υπό πίεση χρόνου ή άλλου εξωτερικού παράγοντα



Γράφημα 4.4: Επικινδυνότητα οδήγησης υπό βροχή

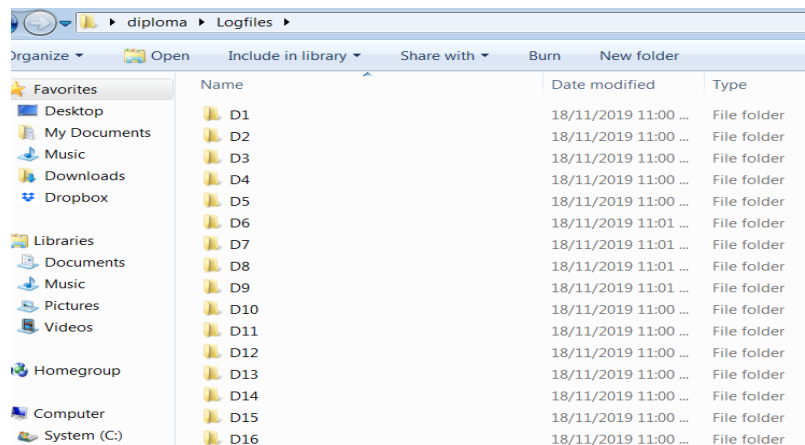


Γράφημα 4.5: Επικινδυνότητα οδήγησης υπό χιόνι

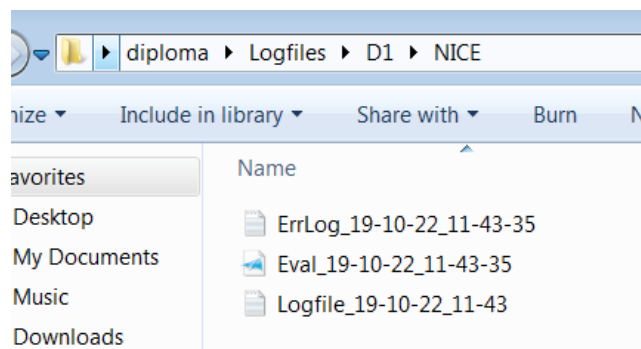
4.3.2 Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή

Κατά τη διάρκεια της οδήγησης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, καταγράφονται έως και 60 τιμές το δευτερόλεπτο για κάθε μεταβλητή. Τα στοιχεία που καταγράφονται από το πείραμα εξάγονται σε μορφή κειμένου (*.txt) και για να γίνει δυνατή η επεξεργασία τους μετατρέπονται σε μορφή φύλλου εργασίας Excel.

Τα αρχεία οργανώνονται σε φακέλους ανά σενάριο και ομαδοποιούνται ανά συμμετέχοντα. (Εικόνα 4.14) Στο κάθε φάκελο περιλαμβάνονται τα αρχεία διαδρομών Logfile*.txt και τα αρχεία με τα λάθη και τις παρατηρήσεις ErrLog*.txt. (Εικόνα 4.15)



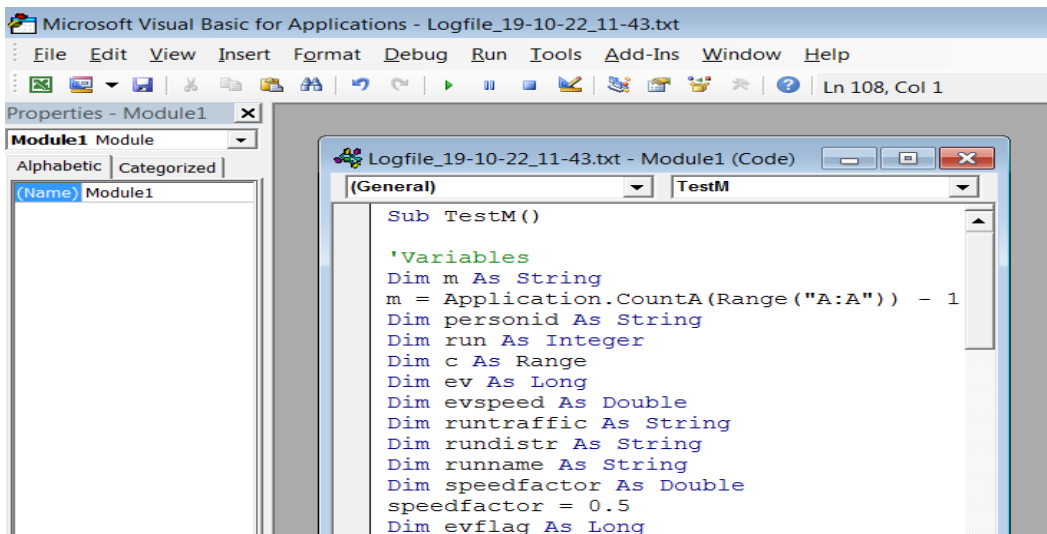
Εικόνα 4.14: Αρχεία οδηγών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης



Εικόνα 4.15: Αρχεία δεδομένων διαδρομών οδηγών από τις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης

Αφού μετατραπούν σε φύλλο εργασίας Excel, χρησιμοποιείται **κώδικας** (εικόνα 4.16), μέσω του περιβάλλοντος ανάπτυξης Microsoft Visual Basic, λόγω του μεγάλου όγκου των καταγραφών. «Τρέχοντας» τον κώδικα προστέθηκαν πέντε νέες στήλες. Οι στήλες είναι οι παρακάτω και συμπληρώνονται όπως οι παρενθέσεις.

- PersonID: Για την κωδικοποίηση των συμμετεχόντων (D01, D02,...,D42)
- Traffic: Για την κωδικοποίηση του κυκλοφοριακού φόρτου, όπου παντού είναι χαμηλός φόρτος (L)
- Distractor: Για την κωδικοποίηση της οδήγησης με καλό καιρό (NICE), με ομίχλη (FOG), με βροχή (RAIN) και με χιόνι (SNOW).
- State: Για την κωδικοποίηση των επικίνδυνων γεγονότων (Event 1, Event 2, Event 3), της μηδενικής ταχύτητας (SPEED 0), καθώς και όταν υπάρχει ταχύτητα χωρίς συμβάν (NO EVENT).
- Junction: Για την κωδικοποίηση ύπαρξης διασταυρώσεων (Junction) ή μη (No Junction).



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

Εικόνα 4.16: Απόσπασμα του κώδικα σε περιβάλλον ανάπτυξης Microsoft Visual Basic

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας που περιεγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, δημιουργήθηκαν 4 αρχεία Excel για τον κάθε συμμετέχοντα, με το καθένα να αντιστοιχεί στις μετρήσεις του προσομοιωτή οδήγησης για το κάθε σενάριο ξεχωριστά, οπότε 168 συνολικά. Έπειτα για να δημιουργηθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακα με τις μετρήσεις όλων των συμμετεχόντων εισήχθησαν όλα τα φύλλα εργασίας Excel στο σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων Microsoft Access με τη σειρά των συμμετεχόντων (Εικόνα 4.17).

Η επιρροή των καιρικών συνθηκών, καθώς και της πίεσης χρόνου στην ασφαλή συμπεριφορά των οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	PersonID	Trial	Traffic	Distractor	State	Junction	Time	x-pos	y-pos	z-pos
2	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	33	2.24	0	0
3	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	50	2.24	0	0
4	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	67	2.24	0	0
5	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	83	802	0	0
6	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	100	802	0	0
7	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	117	802	0	0
8	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	133	802	0	0
9	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	167	802	0	0
10	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	217	802	0	0
11	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	233	802	0	0
12	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	250	802	0	0
13	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	267	802	0	0
14	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	283	802	0	0
15	D01		1 L	NICE	SPEED 0	No Junction	300	802	0	0

Εικόνα 4.17: Απόσπασμα του φύλλου εργασίας Excel με τις μετρήσεις μετά την επεξεργασία του κώδικα

Με τη βοήθεια του εργαλείου «ερωτημάτων» δημιουργούνται τέσσερα **ερωτήματα**, με σκοπό την **επεξεργασία** του συγκεντρωτικού πίνακα. Τα δύο από αυτά, με τη βοήθεια των στηλών που αναφέρθηκαν προηγουμένως, υπολογίζουν μέσους όρους και τυπικές αποκλίσεις όλων των μεταβλητών που εξάγονται από τον προσομοιωτή οδήγησης εξαιρούμενων των μετρήσεων με μηδενικές ταχύτητες, επικίνδυνα συμβάντα και διασταυρώσεις.

Έτσι δημιουργούνται 4 γραμμές για κάθε συμμετέχοντα 4 για την οδήγηση χωρίς πίεση χρόνου και ακόμη 4 για την οδήγηση υπό πίεση χρόνου, από τις οποίες υπάρχει μία γραμμή για το κάθε σενάριο (NICE, FOG, RAIN, SNOW). Τα υπόλοιπα «ερωτήματα» έχουν σκοπό την επεξεργασία των μετρήσεων που αφορούν τα επικίνδυνα συμβάντα, τα οποία δε λήφθηκαν υπόψιν προηγουμένως. Έτσι, για το κάθε ένα συμβάν υπολογίζονται οι αντίστοιχοι μέσοι όροι και **δημιουργούνται οι στήλες με τον χρόνο αντίδρασης και αν συνέβη ατύχημα για κάθε επικίνδυνο συμβάν**. Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται δύο φορές, δηλαδή την πρώτη για την οδήγηση χωρίς πίεση χρόνου και τη δεύτερη με πίεση χρόνου που καταλήγουν σε δύο πίνακες.

4.4 Βάση Δεδομένων

Από τις παραπάνω διαδικασίες προκύπτουν δύο πίνακες λόγω διαφοροποίησης από την πίεση ή όχι του χρόνου, τους οποίους ενοποιούμε τοποθετώντας τους με τη σειρά των συμμετεχόντων πρώτα τις γραμμές χωρίς την πίεση χρόνου και ύστερα εκείνες με την πίεση χρόνου. Στη συνέχεια **κωδικοποιήθηκαν** στοιχεία που δεν είχαν αλφαριθμητική τιμή. Συγκεκριμένα Rush : χωρίς πίεση χρόνου σε 0 και με πίεση χρόνου σε 1. Επίσης η στήλη Expr2 που δήλωνε την εκάστοτε καιρική συνθήκη αντικαταστάθηκε με τέσσερις στήλες για τις διαφορετικές συνθήκες οι οποίες συμπληρώνονται με 1 όταν ικανοποιούνται, ενώ σε αντίθετη περίπτωση με 0 και είναι οι εξής:

- Nice : για τον καλό καιρό
- Fog : για την ομίχλη
- Rain : για την βροχή
- Snow : για το χιόνι

Person ID	Age	Age Group	Exp	Nice	Fog	Rain	Snow	Rush	TimeRun	Lateral Position
D01	24	2	2	1	0	0	0	0	02:47	2.25183
D01	24	2	2	0	1	0	0	0	02:57	1.18459
D01	24	2	2	0	0	1	0	0	02:37	2.03592
D01	24	2	2	0	0	0	1	0	03:07	2.42415
D01	24	2	2	1	0	0	0	1	00:56	4.89001
D01	24	2	2	0	1	0	0	1	01:02	5.00285
D01	24	2	2	0	0	1	0	1	00:58	3.32412
D01	24	2	2	0	0	0	1	1	01:32	2.08217
D02	24	2	2	1	0	0	0	0	02:28	2.45361
D02	24	2	2	0	1	0	0	0	03:00	1.90769
D02	24	2	2	0	0	1	0	0	02:47	2.21242
D02	24	2	2	0	0	0	1	0	04:01	2.59815
D02	24	2	2	1	0	0	0	1	00:45	5.16362
D02	24	2	2	0	1	0	0	1	00:38	4.79397
D02	24	2	2	0	0	1	0	1	01:03	5.272
D02	24	2	2	0	0	0	1	1	01:17	1.18092
D03	22	1	1	1	0	0	0	0	02:28	1.7522
D03	22	1	1	0	1	0	0	0	03:01	2.38486
D03	22	1	1	0	0	1	0	0	02:48	2.52116

Εικόνα 4.18: Απόσπασμα του φύλλου εργασίας Excel με την τελική βάση δεδομένων

4.5 Περιγραφικά Χαρακτηριστικά Δείγματος

Προκειμένου να επιλεγθούν οι καταλληλότερες μεταβλητές για τα μοντέλα πραγματοποιήθηκε μια βασική στατιστική ανάλυση των δεδομένων (Pivot Table). Με τον τρόπο αυτό αποκτήσαμε μια πρώτη εικόνα των συσχετίσεων μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Ενδεικτικά παρουσιάζονται ορισμένα περιγραφικά **χαρακτηριστικά του δείγματος** που προέκυψαν στους παρακάτω πίνακες.

- Η **ταχύτητα οδήγησης** παρουσιάζει σημαντική μείωση υπό χιόνι σε σχέση με την οδήγηση υπό τις άλλες καιρικές συνθήκες, γεγονός που δείχνει ότι οι οδηγοί πιθανότατα καταλαβαίνουν την επικινδυνότητα της συγκεκριμένης καιρικής συνθήκης (πίνακας 4.2).
- Η **απόσταση που διατηρείται από το προπορευόμενο όχημα** είναι μεγαλύτερη κατά την οδήγηση χωρίς πίεση χρόνου σε αντίθεση με την οδήγηση υπό χιόνι όπου η απόσταση μεγιστοποιείται. (πίνακας 4.3)
- Η **πιθανότητα ατυχήματος** λόγω παραγόντων εκτός επικίνδυνων συμβάντων (π.χ. δυσκολία πέδησης ή κακό στρίψιμο σε απότομη στροφή) όταν δεν υπάρχει πίεση χρόνου αυξάνεται πολύ υπό βροχή, ενώ όταν δεν υπάρχει πίεση χρόνου αυξάνεται πολύ υπό χιόνι.(γράφημα 4.6)
- Η **πιθανότητα ατυχήματος** παρουσιάζει σημαντική αλλαγή με τις διαφορετικές καιρικές συνθήκες, με τη μεγαλύτερη αύξηση πιθανότητας ατυχήματος στην οδήγηση υπό χιόνι.(γράφημα 4.7)
- Η **μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού** είναι ανάλογη της εμπειρίας οδήγησης.(γράφημα 4.8)

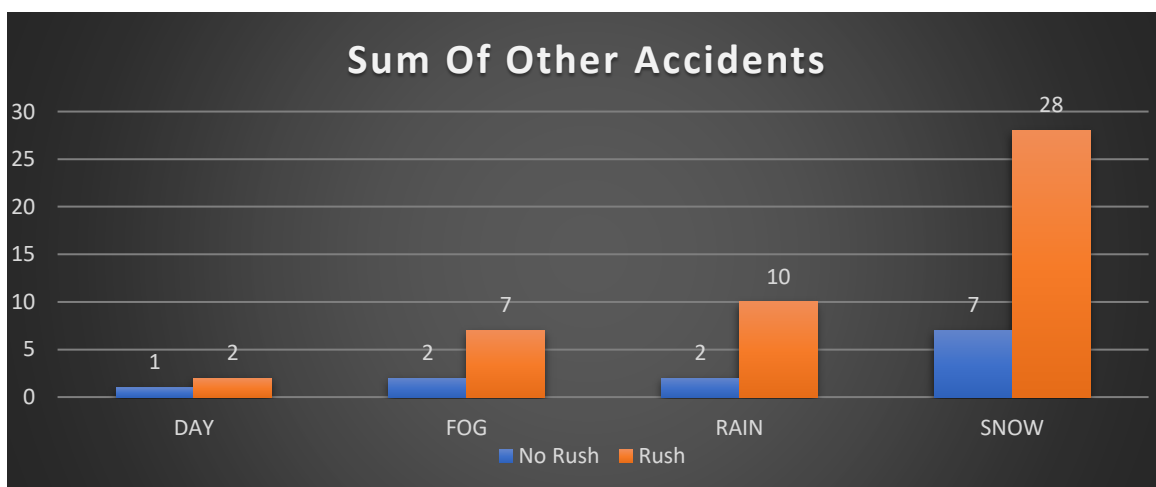
Η επιρροή των καιρικών συνθηκών, καθώς και της πίεσης χρόνου στην ασφαλή συμπεριφορά των οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Μέσος όρος AverageSpeed(km/h)	No Rush	Rush
NICE	51.9	64.3
FOG	48.7	62.2
RAIN	47.7	58.7
SNOW	36.3	39
Γενικό Άθροισμα	46.15	56.05

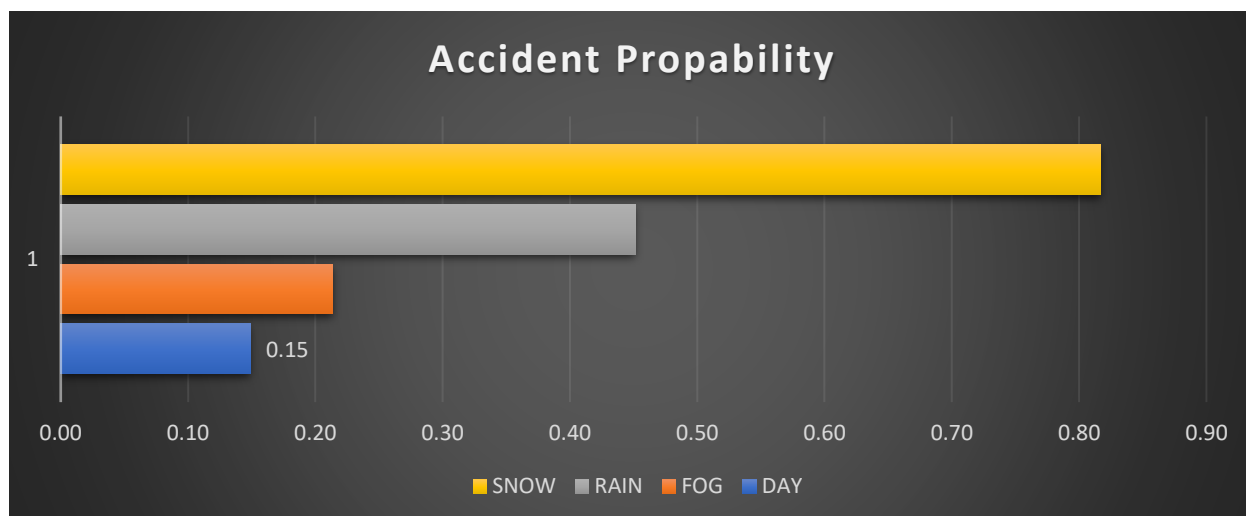
Πίνακας 4.2: Μέσος όρος ταχύτητας οδήγησης χωρίς και με πίεση χρόνου για όλες τις καιρικές συνθήκες

Μέσος όρος HWayAverage (m)	No Rush	Rush
NICE	529	903
FOG	540	862
RAIN	544	976
SNOW	819	1058
Γενικό Άθροισμα	608	949,75

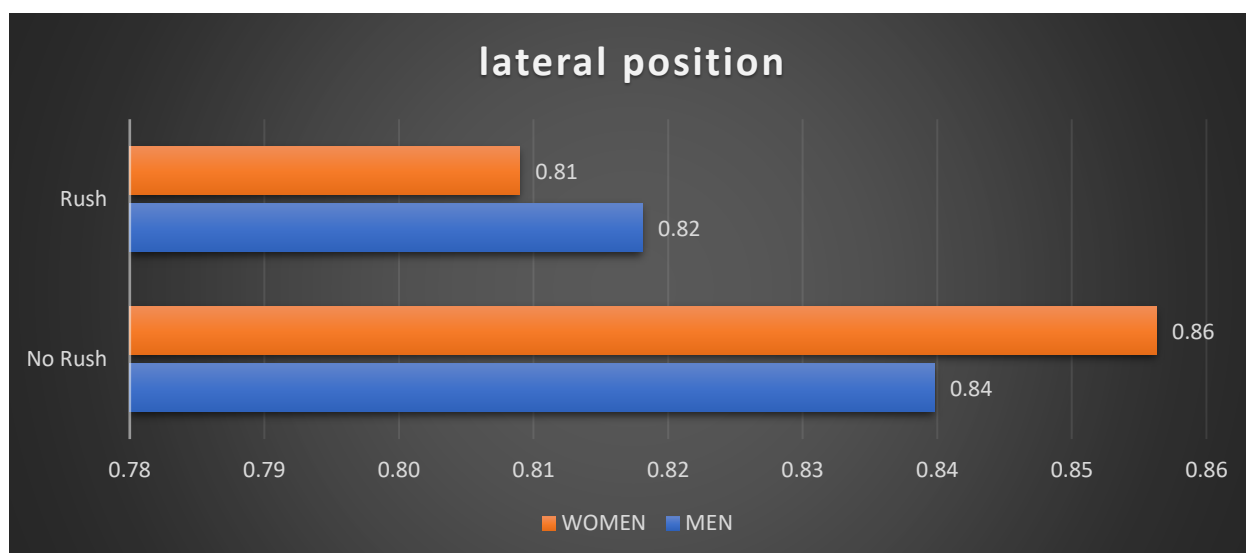
Πίνακας 4.3: Μέσος όρος απόστασης από το προπορευόμενο όχημα χωρίς και με πίεση χρόνου



Γράφημα 4.6: Σύνολο ατυχημάτων εκτός των επικίνδυνων συμβάντων για την κάθε καιρική συνθήκη με και χωρίς πίεση χρόνου



Γράφημα 4.7: Πιθανότητα ατυχήματος λόγω επικίνδυνων συμβάντων για την κάθε καιρική συνθήκη



Γράφημα 4.8: Απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού βάσει της εμπειρίας οδήγησης

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας και Αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία της στατιστικής ανάλυσης που εφαρμόστηκε, καθώς και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτήν.

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης για τα μοντέλα της μέσης ταχύτητας οδήγησης, της μέσης απόστασης από τη δεξιά άκρη της οδού, της διακύμανσης της γωνίας στροφής του τιμονιού, του μέσου χρόνου αντίδρασης και της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, καθώς και με τη μέθοδο της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης για τα μοντέλα της πιθανότητας ατυχήματος εξαιτίας εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων και της πιθανότητας ατυχήματος λόγω άλλων παραγόντων. Έγινε προσπάθεια να προκύψουν στατιστικά σημαντικά μοντέλα τα οποία αναπτύχθηκαν μέσω του ειδικού στατιστικού πακέτου IBM SPSS 24 και μέσω πλήθους δοκιμών. Σε κάθε μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή των **καιρικών συνθηκών** και στη πλειοψηφία των μοντέλων η επιρροή της πίεσης χρόνου.

Για κάθε μοντέλο παρουσιάζεται :

- Η μαθηματική σχέση (εξίσωσή) του
- Η εξήγηση των ανεξάρτητων μεταβλητών
- Η συσχέτιση και περιγραφική στατιστική των μεταβλητών
- Στοιχεία που αφορούν στην ποιότητά του (συντελεστής προσδιορισμού ή έλεγχος κριτηρίου λογάριθμου πιθανοφάνειας)
- Στοιχεία που αφορούν στην ελαστικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών
- Διαγράμματα από την ανάλυση ευαισθησίας
- Αποτελέσματα, περιγραφή και εξήγησή τους

5.2 Μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα

Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα που προέκυψαν είναι οι εξής:

- **AgeGroup:** Ηλικιακή ομάδα [(18 έως 23 ετών) =1, (24 έως 30 ετών) =2], (διακριτή μεταβλητή)
- **Exp:** Εμπειρία στην οδήγηση [(1 έως 3 έτη) =1, (4 έως 6 έτη) =2 (> 7 έτη) =3], (διακριτή μεταβλητή)
- **Gender:** Φύλο (Άντρας =0, Γυναίκα =1), (διακριτή μεταβλητή)
- **Rush:** Πίεση χρόνου (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **Fog:** Ομίχλη (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **Rain:** Βροχή (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **Snow:** Χιόνι (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **AccidentsWDamage:** Αν ο συμμετέχων έχει εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **DRuralWeekly:** Τί απόσταση διανύει εβδομαδιαίως με το Ι.Χ. εκτός πόλης.
- **DriveUpTheLimits:** Αν θεωρεί ότι υπερβαίνει τα όρια κυκλοφορίας (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **OtherAccidents** Πόσα ατυχήματα έκανε ο χρήστης άνευ εμποδίων (0-6), (διακριτή μεταβλητή)
- **TimesDrWSnowYear** Πόσες φορές το χρόνο οδηγεί με χιόνι (Καμία=1, (1 έως 4) =2, (>4) =3), (διακριτή μεταβλητή)
- **DriveUnderPressure:** Εάν οδηγεί υπό την πίεση του χρόνου ή κάποιου άλλου εξωτερικού παράγοντα (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **AllAccidents:** Το σύνολο των ατυχημάτων που έκανε ο χρήστης (3-14), (διακριτή μεταβλητή)
- **AverageSpeed:** Η μέση ταχύτητα του οδηγού (23-84), (συνεχής μεταβλητή)
- **HowMuchDoTheyRSpeedWSnow:** Κατά πόσο μειώνει ο χρήστης την ταχύτητα του όταν οδηγεί στο χιόνι (km/h), (καθόλου=0, (20-40) =1, (>40) =2), (διακριτή μεταβλητή)

- **DriveDangerously:** Αν ο χρήστης πιστεύει ότι οδηγεί επικίνδυνα (Ναι=1, Όχι=0), (διακριτή μεταβλητή)
- **AvoidDrWRain:** Κατά πόσο αποφεύγει ο χρήστης να οδηγήσει με βροχή (Ναι=1, Όχι=2, Ίσως=3)
- **HowMuchDoTheyRSpeedWRain:** Κατά πόσο μειώνει ο χρήστης την ταχύτητα του όταν οδηγεί στη βροχή (km/h), (καθόλου=0, (20-40) =1, (>40) =2), (διακριτή μεταβλητή)

5.3 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση ταχύτητα οδήγησης

5.3.1 Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα

Το γραμμικό μοντέλο για τη μέση ταχύτητα οδήγησης (km/h), το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίδεται από την εξής σχέση:

$$\text{AverageSpeed} = 54.624 + 9.902\text{Rush} - 2.703\text{Fog} - 4.901\text{Rain} - 20.463\text{Snow} - 0.008\text{DRuralWeekly} - 3.624\text{Gender} + 1.162\text{AccidentsWDamage}$$

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν Sig. μεγαλύτερο από 0,05 για να έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95% . Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**.

Βάσει των στοιχείων των μεταβλητών του μοντέλου από τον Πίνακα 5.1, προκύπτουν κάποια σημαντικά αποτελέσματα. Ο παράγοντας της **βροχής** (Rain), της **ομίχλης** (Fog) και πολύ περισσότερο του **χιονιού** (Snow) έχουν αρνητικό πρόσημο. Αυτό συνεπάγεται ότι σε περίπτωση ομίχλης, βροχόπτωσης ή χιονιού, παρατηρείται μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού, διότι πιθανώς ο οδηγός να αναγνωρίζει την επικινδυνότητα της οδήγησης υπό τα καιρικά αυτά

φαινόμενα και διατηρεί ως αποτέλεσμα μικρότερες ταχύτητες για μείωση του κινδύνου.

Αντίθετα το θετικό πρόσημο της **βιασύνης** (Rush), συνεπάγεται ότι οι οδηγοί όντως ανεβάζανε αρκετά την ταχύτητα τους στο τρίτο τμήμα της διαδρομής.

Επίσης όσον αφορά στο **φύλο** (Gender) του οδηγού, όπου έχει αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι οι γυναίκες συγκριτικά με τους άντρες διατηρούν μικρότερες ταχύτητες οδήγησης, το οποίο ήταν αναμενόμενο, αφού βάσει βιβλιογραφίας δείχνουν να είναι πιο προσεκτικές στην οδήγηση και να οδηγούν λιγότερο επικίνδυνα.

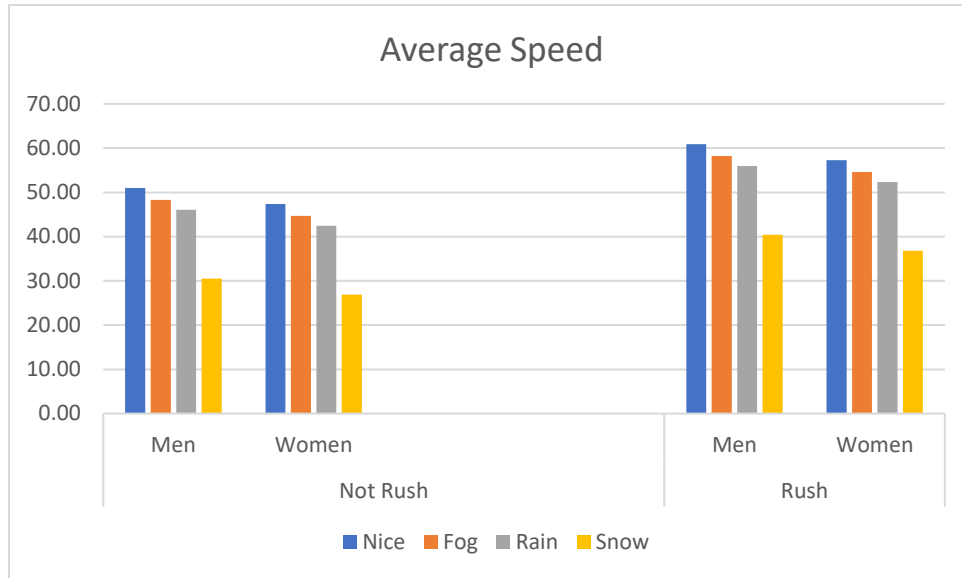
Όσον αφορά στην παράμετρο από τα ερωτηματολόγια σχετικά με το **εάν ο συμμετέχων έχει εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές** (AccidentsWDamage), παρατηρήθηκε ότι όσοι έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές οδηγούσαν ελαφρώς πιο γρήγορα, πιθανώς ακολουθώντας μία συσχέτιση με το κατά πόσο υπερβαίνουν γενικά τα όρια ταχύτητας.

Τέλος από την παράμετρο του ερωτηματολογίου για το **τί απόσταση διανύει ο συμμετέχων εβδομαδιαίως με το ΙΧ εκτός πόλης**. (DRuralWeekly) συμπεραίνουμε ότι δεν επηρεάζει την ταχύτητα η εξοικείωση με τις υπεραστικές οδούς.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	54.624	.975		56.048	.000
Rush	9.902	.800	.409	12.380	.000
Fog	-2.703	1.128	-.096	-2.396	.017
Rain	-4.901	1.128	-.175	-4.345	.000
Snow	-	1.128	-.730	-	.000
DRURALWEEKLY	20.463			18.143	
GENDER	-.008	.002	-.108	-3.276	.001
ACCIDENTSWDAMAGE	-3.624	.828	-.146	-4.377	.000
	1.162	.334	.116	3.481	.001

a. Dependent Variable: AverageSpeed

Πίνακας 5.1: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%



Διάγραμμα 5.1: Επίδραση των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου για άντρες/γυναίκες οδηγούς

5.3.2 Ποιότητα μοντέλου

Όσον αφορά στη 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 test για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Sig. μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία. Ο συντελεστής προσδιορισμού R² του μοντέλου αποτελεί ένα κριτήριο για την ποιότητα του μοντέλου. Παρατηρείται η ύπαρξη πολύ καλής προσαρμογής του μοντέλου, αφού παρουσιάζεται τιμή R² = 0.649

5.3.3 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Για να γίνει αντιληπτός ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή υπολογίστηκε η ελαστικότητα ϵ για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και ο βαθμός ϵ^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών

ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.2 το χιόνι έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στη ταχύτητα με -17,61 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη μεταβλητή του RuralWeekly, η οποία έχει τη πιο μικρή επιρροή. Το γεγονός αυτό θεωρείται λογικό, αφού το χιόνι θεωρείται η πιο επικίνδυνη καιρική συνθήκη και υπάρχει μικρότερη εμπειρία και μεγαλύτερος φόβος στην Ελλάδα όσον αφορά στην οδήγηση υπό χιόνι άρα κατά συνέπεια και μικρότερες ταχύτητες.

Η μεταβλητή της πίεσης χρόνου είναι η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή η οποία έχει 8,52 φορές μεγαλύτερη επιρροή. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο, αφού σύμφωνα και με τη βιβλιογραφία η πίεση χρόνου σχετίζεται άμεσα με την ταχύτητα.

	B	e	e*
(Constant)	54.624		
Rush	9.902	0.19	8.5
Fog	-2.703	-0.05	-2.3
Rain	-4.901	-0.10	-4.2
Snow	-20.463	-0.40	-17.6
DRURALWEEKLY	-0.008	0.00	0.0
GENDER	-3.624	-0.07	-3.1
ACCIDENTSWDAMAGE	1.162	0.02	1.0

Πίνακας 5.2: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

5.4 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού

5.4.1 Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα

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

$$\text{LateralPosition} = 0.567 - 0.073\text{Rush} + 0.051\text{Fog} + 0.71\text{Rain} + 0.132\text{Snow} + 0.00\text{DRuralWeekly} + 0.081\text{DrivedAngerously} + 0.004\text{AverageSpeed}$$

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν Sig. μεγαλύτερο από 0,05 για να έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95% . Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**. Τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν εμφανίζουν αρκετό ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνα, μιας και φαίνεται ότι η **ομίχλη** (Fog) και η **βροχή** (Rain) επηρεάζουν ελάχιστα τη θέση του οχήματος στο οδόστρωμα, αλλά το **χιόνι** (Snow) την επηρεάζει αρκετά, και μάλιστα ωθεί τους οδηγούς περισσότερο προς το κέντρο της οδού, παρά προς τα δεξιά. Μια πιθανή εξήγηση για αυτό, είναι ότι οι οδηγοί, έχοντας μειωμένη πρόσφυση με το οδόστρωμα, οδηγούν μακριά από τη δεξιά οριογραμμή για να έχουν περισσότερο χρόνο να αντιδράσουν σε περίπτωση κάποιου ξαφνικού εμποδίου.

Από την άλλη, διαπιστώνεται ότι η **πίεση χρόνου** (Rush) μειώνει την απόσταση από δεξιά. Αυτό πιθανώς να παρατηρείται επειδή με την πίεση χρόνου υπάρχουν αυξημένες ταχύτητες, η πιθανότητα λάθους είναι μεγαλύτερη, οπότε οι οδηγοί τείνουν να είναι λίγο πιο προσεκτικοί με τη θέση τους στο οδόστρωμα.

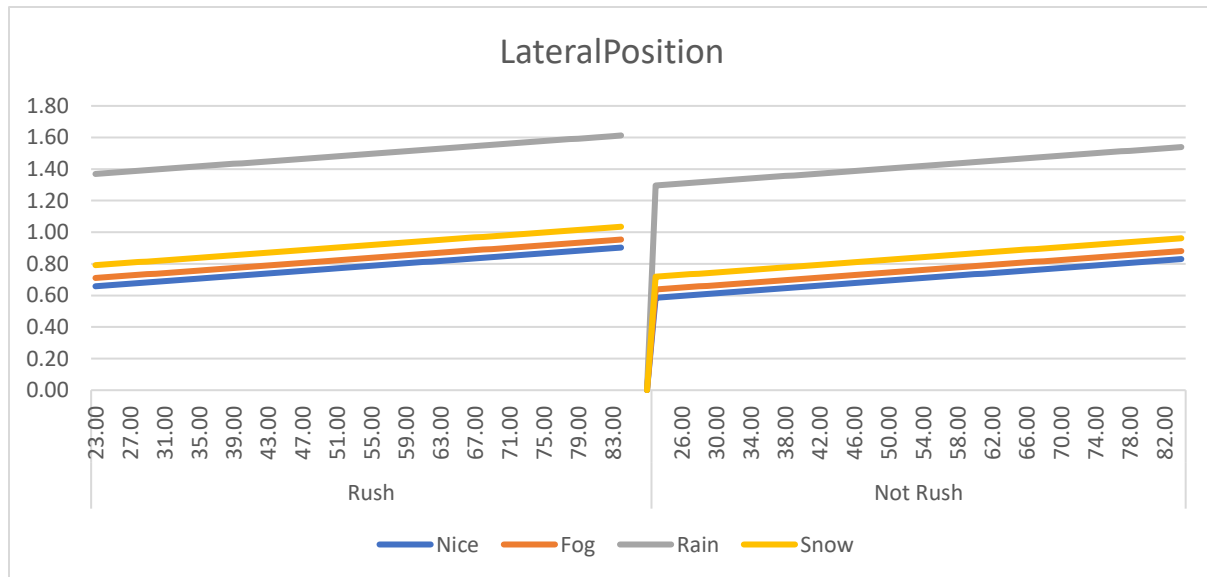
Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ούτε η **μέση ταχύτητα** (AverageSpeed), αλλά ούτε η **εξοικείωση με το υπεραστικό δίκτυο** (DRuralWeekly) επηρεάζουν τη θέση του οδηγού στο οδόστρωμα.

Τέλος, παρατηρείται ότι οι οδηγοί που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ότι **οδηγούν νευριασμένοι** (DrivedAngerously), τείνουν να οδηγούν πιο πολύ στο κέντρο της οδού, πιθανώς λόγω της εξοικείωσής τους με τη ταχύτητα.

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.567	.050		11.260	.000
	Rush	-.073	.016	-.271	-4.500	.000
	Fog	.051	.019	.165	2.671	.008
	Rain	.071	.019	.229	3.658	.000
	Snow	.132	.026	.424	4.981	.000
	DRURALWEEKLY	.000	.000	.237	4.649	.000
	DRIVEDANGEROUSLY	.081	.019	.214	4.207	.000
	AverageSpeed	.004	.001	.374	4.583	.000

a. Dependent Variable: LateralPosition

Πίνακας 5.3: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%



Διάγραμμα 5.2: Επίδραση της μέσης ταχύτητας για τις διαφορετικές καιρικές συνθήκες χωρίς και με πίεση χρόνου στην μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού

5.4.2 Ποιότητα μοντέλου

Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.3, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του t test για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Sig. μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών

παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία. Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 του μοντέλου αποτελεί ένα κριτήριο για την ποιότητα του μοντέλου. Παρατηρείται η ύπαρξη μέτριας προσαρμογής του μοντέλου, αφού παρουσιάζεται τιμή $R^2 = 0.190$

5.4.3 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Για να γίνει αντιληπτός ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή υπολογίστηκε η ελαστικότητα e για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και ο βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.4 το χιόνι έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στη μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού με 2,58 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη μεταβλητή της ομίχλης, η οποία έχει τη πιο μικρή επιρροή (το *RuralWeekly* φαίνεται να μην έχει καθόλου). Το αποτέλεσμα αυτό πιθανά οφείλεται στο ότι το χιόνι θεωρείται η πιο επικίνδυνη καιρική συνθήκη και υπάρχει μικρότερη εμπειρία και μεγαλύτερος φόβος ειδικά στην Ελλάδα όσον αφορά στην οδήγηση υπό χιόνι άρα κατά συνέπεια οι χρήστες είναι πιο αμυντικοί στην οδήγηση.

Επιπρόσθετα η μεταβλητή του κατά πόσο οδηγούν οι χρήστες νευριασμένοι είναι η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή, η οποία έχει 1,59 φορές μεγαλύτερη επιρροή. Ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι οι χρήστες που έχουν συνηθίσει να οδηγούν νευριασμένοι είναι συνήθως πιο επιθετικοί.

	B	e	e*	Mean
(Constant)	0.567			
Rush	-0.073	-0.13	-1.4	
Fog	0.051	0.09	1.0	
Rain	0.071	0.13	1.4	
Snow	0.132	0.23	2.6	
DRURALWEEKLY	0.000	0.00	0.0	
DRIVEDANGEROUSLY	0.081	0.14	1.6	
AverageSpeed	0.004	0.00728	-	51.15

Πίνακας 5.4: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

5.5 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διακύμανση της μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού

5.5.1 Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα

Το γραμμικό μοντέλο για τη διακύμανση της γωνίας στροφής του τιμονιού, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

$$\text{StdWheelAverage} = 14.835 + 26.067\text{Rush} + 17.090\text{Snow} + 4.323\text{AccidentsWDamage} + 8.693\text{AllAccidents} - 6.516\text{AgeGroup}$$

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν Sig. μεγαλύτερο από 0,05 για να έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**.

Βάσει του μοντέλου προκύπτουν αξιόλογα αποτελέσματα τα οποία αναλύονται παρακάτω. Το **χιόνι** (Snow) προκαλεί μεγάλη αύξηση της διακύμανσης της στροφής του τιμονιού, αφού το οδόστρωμα είναι ολισθηρό, η πέδηση δύσκολη οπότε δεν ελέγχεται πλήρως το όχημα.

Επιπλέον όσο αυξάνεται η **πίεση χρόνου** (Rush) τόσο προκαλείται μεγάλη αύξηση της διακύμανσης της μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού. Το αποτέλεσμα αυτό είναι εύλογο, αφού η πίεση χρόνου συνδέεται με επιθετική οδήγηση και αντίστοιχα με λιγότερη σταθερότητα του τιμονιού του οχήματος

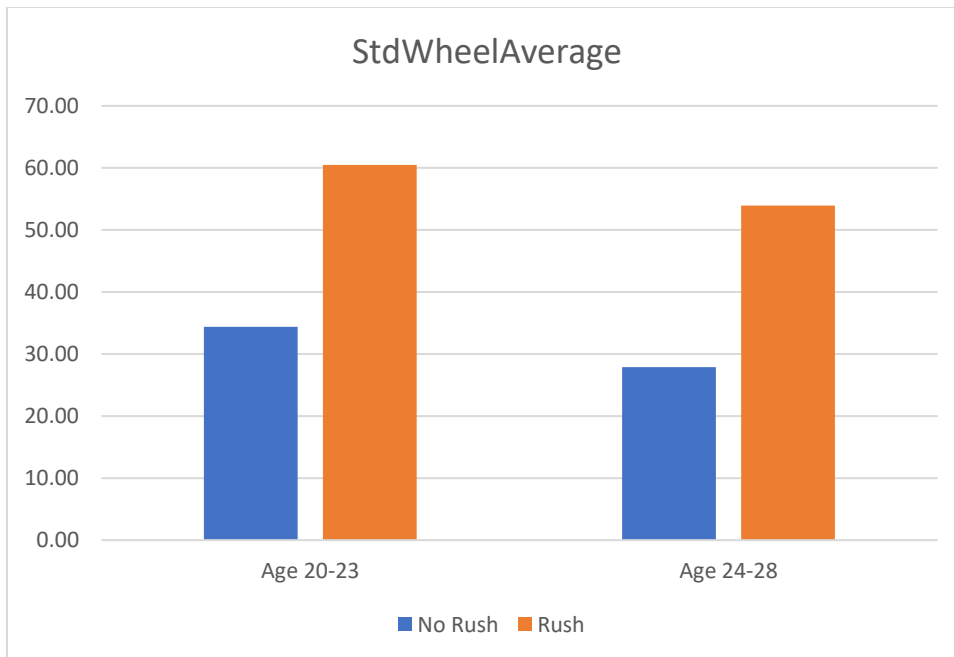
Απεναντίας, παρατηρήθηκε ότι οι **μεγαλύτερης ηλικίας οδηγοί** (AgeGroup) τείνουν να παρουσιάζουν μικρότερη διακύμανση της στροφής του τιμονιού, και αυτό διότι συνήθως έχουν και μεγαλύτερη εμπειρία στην οδήγηση, οπότε τους είναι πιο εύκολο να χειριστούν το όχημα ή να πραγματοποιήσουν έναν ελιγμό.

Τέλος, και οι οδηγοί που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ότι **έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές (AccidentsWDamage)**, αλλά και **οι οδηγοί με τα περισσότερα ατυχήματα (AllAccidents)**, τείνουν να έχουν μεγαλύτερη διακύμανση στη στροφή του τιμονιού. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί να μην διαθέτουν την ικανότητα να ελέγξουν πλήρως το όχημα και τους ελιγμούς που πραγματοποιούν.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	14.835	4.648		3.191	.002
Rush	26.067	2.636	.446	9.888	.000
Snow	17.090	3.598	.253	4.749	.000
ACCIDENTSWDAMAGE	4.323	1.137	.179	3.802	.000
ALLACCIDENTS	8.693	1.894	.250	4.589	.000
AgeGroup	-6.516	2.744	-.111	2.375	.018

a. Dependent Variable: StdWheelAverage

Πίνακας 5.5: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%



Διάγραμμα 5.3: Επίδραση της ηλικιακής ομάδας χωρίς και με πίεση χρόνου στην διακύμανση της μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού

5.5.2 Ποιότητα μοντέλου

Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.5, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του t test για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Sig. μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία. Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 του μοντέλου αποτελεί ένα κριτήριο για την ποιότητα του μοντέλου. Παρατηρείται η ύπαρξη καλής προσαρμογής του μοντέλου, αφού παρουσιάζεται τιμή $R^2 = 0.384$

5.5.3 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Για να γίνει αντιληπτός ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή υπολογίστηκε η ελαστικότητα e για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και ο βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.6 η βιασύνη έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στη διακύμανση της μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού με -4,00 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη μεταβλητή της ηλικιακής ομάδας του χρήστη, η οποία έχει τη πιο μικρή επιρροή. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει τη δυσκολία διατήρησης σταθερού τιμονιού όταν βρισκόμαστε υπό πίεση, αφού ο οδηγός δυσκολεύεται περισσότερο να ελέγξει το όχημα.

Η μεταβλητή του χιονιού είναι η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή η οποία έχει -2,62 φορές μεγαλύτερη επιρροή, τονίζοντας τη δυσκολία διατήρησης σταθερού τιμονιού στην οδήγηση υπό χιόνι, αφού το παγωμένο οδόστρωμα προκαλεί μεγαλύτερη ολίσθηση και δυσκολία στην πέδηση.

	B	e	e*
(Constant)	14.835		
Rush	26.067	0.76	-4.0
Snow	17.090	0.50	-2.6
ACCIDENTSWDAMAGE	4.323	0.25	-1.3
ALLACCIDENTS	8.693	0.25	-1.3
AgeGroup	-6.516	-0.19	1.0

Πίνακας 5.6: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

5.6 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

5.6.1 Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα

Το γραμμικό μοντέλο για τη διακύμανση το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

$$RT_{Average} = 1267.567 - 123.368 DriveUnderPressure - 123.723 Snow + 5.049 AverageSpeed + 68.615 AllAccidents + 52.453 Gender + 55.767 HowMuchDoTheyRSpeedWSnow$$

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν Sig. μεγαλύτερο από 0,05 για να έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**.

Παρατηρείται ότι το **χιόνι (Snow)** κάνει τους οδηγούς να είναι πολύ πιο προσεκτικοί ανεβάζοντας αρκετά τον μέσο χρόνο αντίδρασης, κάτι που είναι φυσιολογικό, μιας και λόγω της έντονης ολισθηρότητας του οδοστρώματος, όπως φάνηκε και προηγουμένως, οι οδηγοί είναι πιο προσεκτικοί, προκειμένου να μειώσουν την πιθανότητα ατυχήματος.

Επίσης, εξίσου σημαντικός παράγοντας φαίνεται να είναι η απάντηση του ερωτηματολογίου στο **κατά πόσο συχνά οδηγεί κάποιος υπό πίεση (DriveUnderPressure)**. Παρατηρείται λοιπόν, ότι όσο πιο συνηθισμένος είναι ο χρήστης στην οδήγηση υπό πίεση, τόσο καλύτερο μέσο χρόνο αντίδρασης έχει, πιθανώς λόγω της αυξημένης προσοχής που έχει αναπτύξει, μετά από πολλές διαδρομές υπό πίεση.

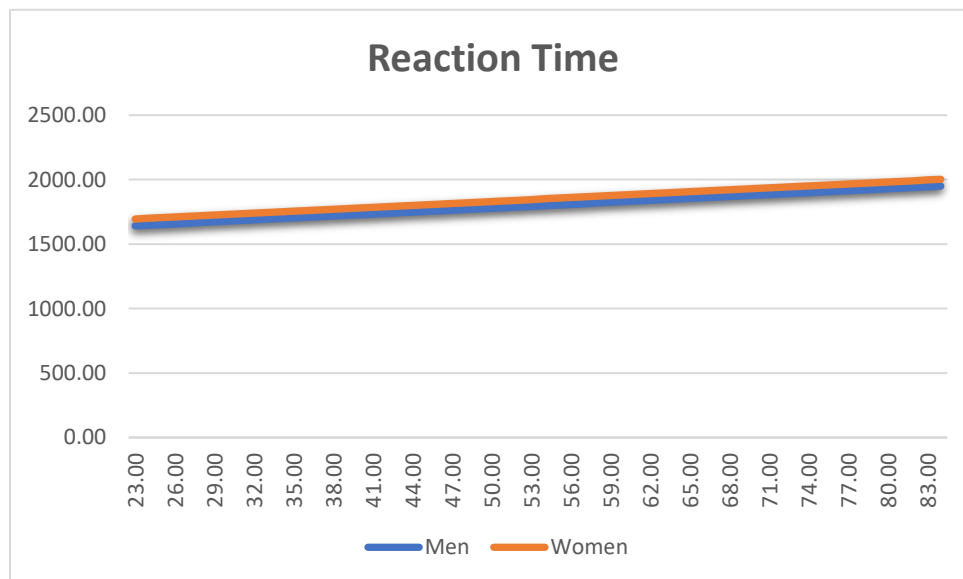
Αντιθέτως, σχετικά με το **φύλο (Gender)**, παρατηρείται ότι οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερο μέσο χρόνο αντίδρασης, κάτι που συνάδει με τη διεθνή βιβλιογραφία. Οι χρήστες που **ενεπλάκησαν σε περισσότερα ατυχήματα (AllAccidents)** επίσης φαίνεται να έχουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης, κάτι που ήταν αναμενόμενο, μιας και οι χρήστες που αντιδρούν πιο αργά, ευλόγως ενεπλάκησαν σε περισσότερα ατυχήματα. Επίσης, όσοι χρήστες απάντησαν ότι **μειώνουν πολύ την ταχύτητά τους κατά την οδήγηση σε χιονισμένο οδόστρωμα (HowMuchDoTheyReduceSpeedWSnow)**, παρατηρήθηκε ότι έχουν και αυτοί αυξημένο χρόνο αντίδρασης, και πιθανώς για αυτό να νιώθουν την ανάγκη να μειώσουν την ταχύτητά τους κατά τη παρουσία χιονιού.

Τέλος, η **μέση ταχύτητα (AverageSpeed)** δεν φαίνεται να επηρεάζει το μέσο χρόνο αντίδρασης.

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1267.567	88.657		14.297	.000
	Snow	-123.723	39.708	-.222	-3.116	.002
	DRIVEUNDERRESSURE	-123.368	32.709	-.195	-3.772	.000
	ALLACCIDENTS	68.615	17.974	.240	3.817	.000
	AverageSpeed	5.049	1.371	.254	3.681	.000
	GENDER	52.453	26.550	.106	1.976	.049
	HOWMUCHDOTHEYRSPEEDWSNOW	55.767	25.505	.117	2.186	.029

a. Dependent Variable: RTAVERAGE

Πίνακας 5.7: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%



Διάγραμμα 5.4: Επίδραση της μέσης ταχύτητας για τους άντρες και τις γυναίκες στον χρόνο αντίδρασης

5.6.2 Ποιότητα μοντέλου

Όσον αφορά στη 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 test για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Sig. μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία. Ο συντελεστής προσδιορισμού R2 του μοντέλου αποτελεί ένα κριτήριο για την ποιότητα του μοντέλου.

Παρατηρείται η ύπαρξη μέτριας προσαρμογής του μοντέλου, αφού παρουσιάζεται τιμή $R^2 = 0.178$

5.6.3 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Για να γίνει αντιληπτός ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή υπολογίστηκε η ελαστικότητα e για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και ο βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5. 8.

Το χιόνι έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης με -2,36 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη μεταβλητή του φύλου του οδηγού. Επειδή το χιόνι δυσχεραίνει πάρα πολύ τις συνθήκες οδήγησης, οπότε ο οδηγός είναι πολύ πιο προσεκτικός, με αποτέλεσμα ο χρόνος από τη στιγμή εμφάνισης του εμποδίου μέχρι την αντίδραση του οδηγού να μειώνεται σημαντικά.

Η μεταβλητή από το ερωτηματολόγιο που αφορά το εάν ο συμμετέχων οδηγεί υπό πίεση είναι η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή, η οποία έχει -2,35 φορές μεγαλύτερη επιρροή. Ο χρόνος αντίδρασης μειώνεται, πιθανώς γιατί οι οδηγοί που είναι συνηθισμένοι να οδηγούν υπό πίεση οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα και επομένως χρειάζονται καλύτερα αντανακλαστικά.

	B	e	e*	Mean
(Constant)	1267.567			
Snow	-123.723	-0.07	-2.4	
DRIVEUNDERRESSURE	-123.368	-0.07	-2.4	
ALLACCIDENTS	68.615	0.04	1.3	
AverageSpeed	5.049	0.00	-	51.15
GENDER	52.453	0.03	1.0	
HOWMUCHDOTHEYRSPEEDWSNOW	55.767	0.03	1.1	

Πίνακας 5.8: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

5.7 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

5.7.1 Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα

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

$$\text{HeadWayAverage} = 495.564 + 384.245\text{Rush} + 277.559\text{Snow} - 96.607\text{DriveUpTheLimits} - 88.791\text{OtherAccidents} + 100.100\text{Gender} - 55.628\text{EXP} + 67.383\text{TimesDRWSnowYear}$$

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν Sig. μεγαλύτερο από 0,05 για να έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95% . Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επελέγησαν έπειτα από **πολλές δοκιμές**.

Ιδιαίτερη αίσθηση προκαλεί το γεγονός ότι με την αύξηση της **πίεσης χρόνου** (Rush) η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα αυξήθηκε αισθητά. Η μόνη εξήγηση για αυτό, και με βάση όσων παρατηρήθηκαν κατά την οδήγηση των χρηστών στον προσομοιωτή είναι ότι οι χρήστες προσπερνούσαν τα πιο αργά αυτοκίνητα μπροστά τους, με αποτέλεσμα να μην έχουν μπροστά τους προπορευόμενο όχημα για ένα διάστημα, σε συνδυασμό βέβαια με το χαμηλό φόρτο που είχαμε επιλέξει.

Επίσης, η ύπαρξη **χιονιού** (Snow) έκανε τους χρήστες να αφήνουν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ του δικού τους και του προπορευόμενου οχήματος, κάτι που είναι φυσιολογικό, λόγω της ολισθηρότητας του οδοστρώματος.

Σχετικά με το **φύλο** (Gender), για άλλη μια φορά παρατηρείται ότι οι γυναίκες οδηγούν με μεγαλύτερη ασφάλεια, μιας και αφήνουν μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

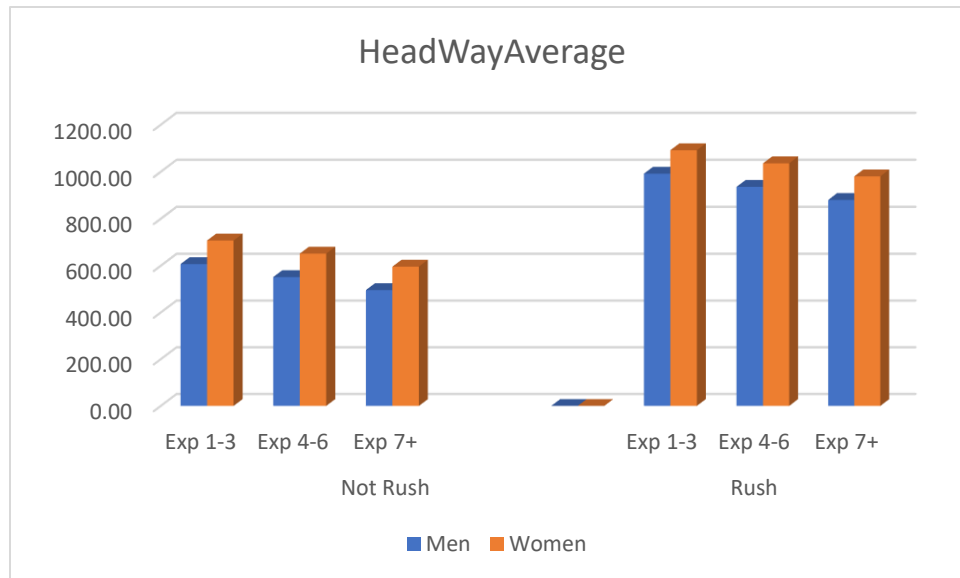
Επίσης, όσοι χρήστες απάντησαν ότι οδηγούν **πάνω από το όριο ταχύτητας** (DriveUpTheLimits), καθώς και όσοι οδηγοί **ενεπλάκησαν σε περισσότερα ατυχήματα που δεν έχουν σχέση με την ύπαρξη εμποδίων** (OtherAccidents), είχαν μειωμένη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, κάτι φυσιολογικό, μιας και όλα αυτά είναι χαρακτηριστικά επιθετικής οδήγησης.

Τέλος, οι χρήστες με μεγαλύτερη **εμπειρία** (EXP) παρατηρήθηκε ότι αφήνουν μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, κάτι που είναι λογικό, μιας και είναι πιο εξοικειωμένοι με την οδήγηση.

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	495.564	46.979		10.549	.000
Rush	384.245	31.277	.602	12.285	.000
Snow	277.559	39.666	.344	6.997	.000
GENDER	100.100	31.079	.153	3.221	.001
DRIVEUPTHELIMITS	-96.607	32.202	-.150	-3.000	.003
OTHERACCIDENTS	-88.791	43.804	-.102	-2.027	.044
EXP	-55.628	22.877	-.119	-2.432	.016
TIMESDRWSNOWYEAR	67.383	28.324	.123	2.379	.018

a. Dependent Variable: HWayAverage

Πίνακας 5.9: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%



Διάγραμμα 5.5: Επίδραση της εμπειρίας χωρίς και με πίεση χρόνου για τους άντρες και τις γυναίκες στη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

5.7.2 Ποιότητα μοντέλου

Όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα του μοντέλου σύμφωνα με τον πίνακα 5.9, στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία τα οποία εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου, οι τιμές του t test για κάθε μεταβλητή είναι μεγαλύτερες από 1,7 και του Sig. μικρότερες από 0,05, οπότε έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επίσης, τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης παρουσιάζουν λογική ερμηνεία. Ο συντελεστής προσδιορισμού R² του μοντέλου αποτελεί ένα κριτήριο για την ποιότητα του μοντέλου. Παρατηρείται η ύπαρξη καλής προσαρμογής του μοντέλου, αφού παρουσιάζεται τιμή R² = 0.412

5.7.3 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Για να γίνει αντιληπτός ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή υπολογίστηκε η ελαστικότητα e για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και ο βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών

ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.10 η πίεση χρόνου έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στην απόσταση από το προπορευόμενο όχημα με -4,33 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την αντίστοιχη μεταβλητή της εμπειρίας, η οποία έχει τη πιο μικρή επιρροή. Το αποτέλεσμα αυτό πιθανά οφείλεται στη μεγάλη σύνδεση της πίεσης χρόνου με τις μεγάλες ταχύτητες και την επιθετική οδήγηση άρα και μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή του χιονιού είναι η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή, η οποία έχει -3,13 φορές μεγαλύτερη επιρροή. Αυτό οφείλεται ενδεχομένως στο μεγάλο φόβο της οδήγησης υπό χιόνι λόγω της μικρής εμπειρίας στη συγκεκριμένη συνθήκη στην Ελλάδα, καθώς και της επικινδυνότητας που έχει ούτως η άλλως η συγκεκριμένη καιρική συνθήκη.

	B	e	e*
(Constant)	495.564		
Rush	384.245	0.63	-6.907
Snow	277.559	0.46	-4.990
GENDER	100.100	0.16	-1.799
DRIVEUPTHELIMITS	-96.607	-0.16	1.737
OTHERACCIDENTS	-88.791	-0.15	1.596
EXP	-55.628	-0.09	1.000
TIMESDRWSNOWYEAR	67.383	0.11	-1.211

Πίνακας 5.10: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

5.8 Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη πιθανότητα ατυχήματος λόγω εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων

5.8.1 Μαθηματικό Μοντέλο και Στατιστική Σημαντικότητα

Το διωνυμικό μοντέλο για τη πιθανότητας ατυχήματος εξαιτίας εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων, το οποίο προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση εφαρμόζοντας τη λογιστική παλινδρόμηση ύστερα από πλήθος δοκιμών, δίνεται από την εξής σχέση:

$$\text{Accident Probability} = e_{AP} / (e_{AP} + 1)$$

$$\text{όπου AP} = - 1.922\text{Rush} + 1.511\text{Rain} + 4.079\text{Snow} + 0.334\text{AvoidDRWRain} - 0.223\text{DriveUnderPressure} - 0.223\text{HowMuchChangeTDRBWRain} + 0.607\text{Gender}$$

Στον πίνακα 5.11 παρουσιάζονται τα στοιχεία που εξάγονται από το ειδικό λογισμικό για τις μεταβλητές του μοντέλου. Οι τιμές του z test (Wald) για κάθε μεταβλητή είναι αρκετά μεγαλύτερες από 1,7 και του Sig. μικρότερες από 0.05 με εξαίρεση την εμφάνιση μιας τιμής ίσης με 0.064 άρα έχουν επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 90% αντίστοιχα.

Βάσει των στοιχείων των μεταβλητών του μοντέλου από τον Πίνακα 5., προκύπτουν αξιολογα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Πιο συγκεκριμένα, η **πίεση χρόνου** (Rush) μείωσε την πιθανότητα ατυχήματος. Μια λογική εξήγηση για αυτό το αποτέλεσμα είναι ότι οι οδηγοί υπό την πίεση χρόνου αύξαναν πολύ την αυτοσυγκέντρωσή τους, με αποτέλεσμα να προσέχουν πολύ περισσότερο.

Η **βροχή** (Rain) και το **χιόνι** (Snow) όπως είναι λογικό αυξάνουν την πιθανότητα συμμετοχής σε σύγκρουση, καθώς έχουν αυξημένη επικινδυνότητα. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο σε χαμηλή ορατότητα, ολισθηρό οδόστρωμα, δυσκολία στην πέδηση κ.α.

Επιπροσθέτως, όσον αφορά το **φύλλο** (Gender), οι γυναίκες φαίνεται να εμπλέκονται σε λιγότερα ατυχήματα, κάτι που συνάδει με τη διεθνή βιβλιογραφία και το γεγονός ότι είναι πιο προσεκτικές.

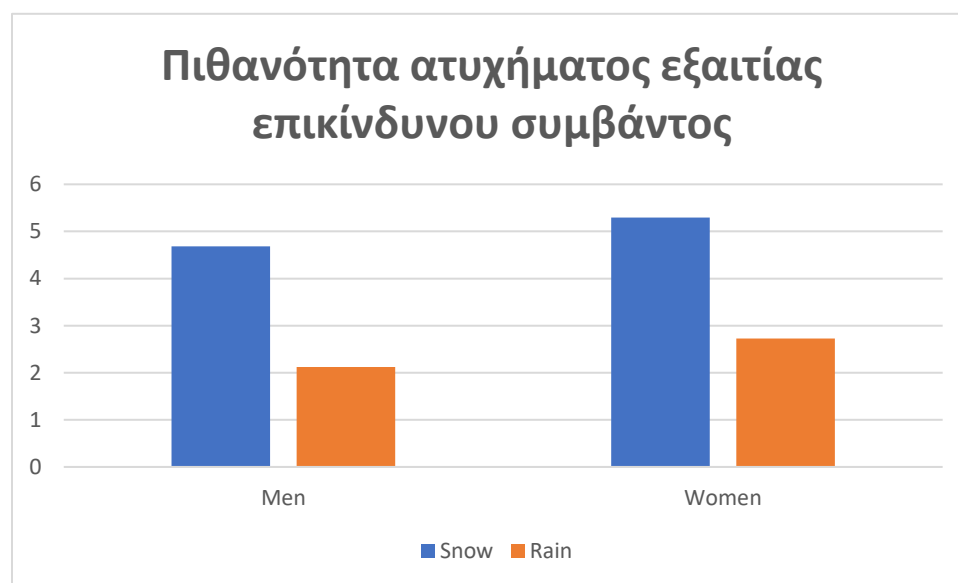
Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι **οι οδηγοί που δήλωσαν ότι αποφεύγουν να οδηγήσουν στη βροχή έκαναν λιγότερα ατυχήματα** (AvoidDRWRain), λόγω του ότι ήταν ιδιαίτερα προσεκτικοί, ενώ όσοι δήλωσαν ότι **μειώνουν πολύ την ταχύτητά τους κατά τη βροχή** (HowMuchChangeTDRBWRain) ενεπλάκησαν σε περισσότερα ατυχήματα, πιθανώς λόγω της λιγότερης εμπειρίας που έχουν με αυτές τις καιρικές συνθήκες. Τέλος, οι οδηγοί που δήλωσαν ότι **οδηγούν συχνά υπό πίεση** (DriveUnderPressure) φαίνεται να εμπλέκονται λιγότερο σε ατυχήματα. Αυτό ίσως οφείλεται ότι πιθανώς βρίσκονται σε αυξημένη εγρήγορση ή ότι έχουν συνηθίσει τις μεγαλύτερες ταχύτητες άρα και

έχουν μεγαλύτερη άνεση και εμπειρία σε επικίνδυνα συμβάντα.

Variables in the Equation		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	Rush	-1.922	.313	37.577	1	.000	.146
	Rain	1.511	.328	21.180	1	.000	4.533
	Snow	4.079	.495	67.977	1	.000	59.083
	AVOIDDRWRAIN	.334	.180	3.429	1	.064	1.396
	HOWMUCHCHANGETDRBWRAIN	-.223	.109	4.219	1	.040	.800
	DRIVEUNDERRESSURE	-.725	.328	4.871	1	.027	.484
	GENDER	.607	.295	4.248	1	.039	1.836

a. Variable(s) entered on step 1: Rush, Rain, Snow, AVOIDDRWRAIN, HOWMUCHCHANGETDRBWRAIN, DRIVEUNDERRESSURE, GENDER.

Πίνακας 5.11: Στοιχεία των μεταβλητών του μοντέλου με επίπεδο εμπιστοσύνης 90% και 95%



Διάγραμμα 5.6: Επίδραση του χιονιού και της βροχής για τους άντρες και τις γυναίκες στη πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος

5.8.2 Ποιότητα μοντέλου

Όσον αφορά στον έλεγχο της ποιότητας του μοντέλου, η τιμή της πιθανοφάνειας $-2LL$ έχει τιμή $-2 \cdot (212.341 - 329.230) = 233,778$, το οποίο δείχνει πολύ καλή προσαρμογή μοντέλου, καθώς είναι πολύ μεγαλύτερη από τη θεωρητική τιμή χ^2 για 6 βαθμούς ελευθερίας και επίπεδο εμπιστοσύνης 90%.

5.8.3 Βαθμός επιρροής μεταβλητών

Για να γίνει αντιληπτός ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή υπολογίστηκε η ελαστικότητα e για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή και ο βαθμός e^* της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.12 μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος λόγω απρόοπτου γεγονότος έχει το χιόνι, με 11 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μεταβλητή του ερωτηματολογίου για το αν ο οδηγός αποφεύγει να οδηγήσει υπό βροχή, η οποία έχει τη μικρότερη. Ο βαθμός επιρροής του χιονιού είναι τόσο αυξημένος πιθανά διότι το χιόνι αποτελεί την λιγότερο συχνή καιρική συνθήκη στην Ελλάδα και ίσως την πιο επικίνδυνη καιρική συνθήκη συνολικά.

Η μεταβλητή της βροχής είναι η αμέσως επόμενη σε μέγεθος τιμή, η οποία έχει 4,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να εξηγηθεί από την επικινδυνότητα της βροχής λόγω της χαμηλής ορατότητας και της ολισθηρότητας.

	B	Wald	e	e*
Rush	-1.9216	37.5770	-0.42	-4.1
Rain	1.5114	21.1803	0.45	4.3
Snow	4.0789	67.9773	1.23	11.8
AVOIDDRWRAIN	0.3339	3.4285	0.10	1.0
HOWMUCHCHANGETDRBWRAIN	-0.2234	4.2193	-0.05	-0.5
DRIVEUNDERRESSURE	-0.7248	4.8707	-0.16	-1.6
GENDER	0.6074	4.2480	0.20	1.9

Πίνακας 5.12: Ελαστικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

6 Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής των καιρικών συνθηκών και της πίεσης χρόνου στην οδική ασφάλεια με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε πείραμα στον προσομοιωτή οδήγησης του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και οι συμμετέχοντες ήταν 42 νέοι ηλικιακά οδηγοί από 20 έως 30 ετών. Επίσης συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια για τη συλλογή δεδομένων δημογραφικών και των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας τους.

Τη συλλογή των στοιχείων ακολούθησε η επεξεργασία τους, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη βάση δεδομένων για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης. Αφού μελετήθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο επιλέχθηκαν οι μέθοδοι της γραμμικής και λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης για την ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων που παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος λόγω επικίνδυνου συμβάντος			
	B	Wald	e	e*
Πίεση Χρόνου	-1.922	37.577	-0.42	-4.1
Βροχή	1.511	21.180	0.45	4.3
Χιόνι	4.079	67.977	1.23	11.8
Αποφεύγει τη βροχή	0.334	3.429	0.10	1.0
Μείωση ταχύτητας στη βροχή	-0.223	4.219	-0.05	-0.5
Οδηγεί υπό πίεση	-0.725	4.871	-0.16	-1.6
Φύλο	0.607	4.248	0.20	1.9

Πίνακας 6.1: Διωνυμικά λογιστικά μοντέλα πρόβλεψης πιθανότητας ατυχήματος

	Μέση ταχύτητα οδήγησης			Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα			Μέσος χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			Μέση απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού			Διακύμανση μέσης γωνίας στροφής του τιμονιού		
	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*
Ανεξάρτητες μεταβλητές															
Πίεση Χρόνου	9.902	0.19	8.5	384.245	0.63	-6.9				-0.073	-0.13	-1.4	26.067	0.76	-4.0
Ομίχλη	-2.703	-0.05	-2.3							0.051	0.09	1.0			
Βροχή	-4.901	-0.10	-4.2							0.071	0.13	1.4			
Χιόνι	-20.463	-0.40	-17.6	277.559	0.46	-5.0	-123.723	-0.07	-2.4	0.132	0.23	2.6	17.090	0.50	-2.6
Ηλικιακή Ομάδα													-6.516	-0.19	1.0
Μέση Ταχύτητα							5.049	0.00	-	0.004	0.01	-			
Φύλο	-3.624	-0.07	-3.1	100.100	0.16	-1.8	52.453	0.03	1.0						
Εμπειρία				-55.628	-0.09	1.0									
Απόσταση που διανύει εκτός πόλης	-0.008	0.00	0.0							0.000	0.00	0.0			
Ατύχημα με υλικές ζημιές	1.162	0.02	1.0										4.323	0.25	-1.3
Υπερβαίνει τα όρια κυκλοφορίας				-96.607	-0.16	1.7									
Ατυχήματα άνευ εμπόδιου				-88.791	-0.15	1.6									
Πόσες φορές οδηγεί με χιόνι				67.383	0.11	-1.2									
Οδηγεί υπό πίεση							-123.368	-0.07	-2.4						
Σύνολο ατυχημάτων							68.615	0.04	1.3				8.693	0.25	-1.3
Μείωση ταχύτητας στο χιόνι							55.767	0.03	1.1						
Οδηγεί επικίνδυνα										0.081	0.14	1.6			

Πίνακας 6.2: Γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης οδηγικών χαρακτηριστικών

6.2 Συνολικά συμπεράσματα

Με βάση όλα τα αποτελέσματα της Διπλωματικής Εργασίας εξάχθηκαν τα συμπεράσματα που ακολουθούν.

- Παρατηρείται ότι το χιόνι και η πίεση χρόνου είναι οι μεταβλητές με τη μεγαλύτερη επίδραση στην οδηγική συμπεριφορά του χρήστη. Το μεν χιόνι λόγω της ελάττωσης του ελέγχου του οχήματος, η δε πίεση χρόνου, λόγω της μεγάλης αύξησης της ταχύτητας, με ότι αυτό συνεπάγεται.

Πιθανότητα ατυχήματος

- Το **χιόνι** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση επικίνδυνου συμβάντος. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην μη εξοικείωση των Ελλήνων οδηγών με το χιόνι αλλά

και στη δυσκολία πέδησης λόγω του ολισθηρού οδοστρώματος, καθώς και της χαμηλής ορατότητας.

- Σημαντική επιρροή έχει όμως και η **πίεση χρόνου**. Αυτό οφείλεται στο ότι οι οδηγοί αύξαναν ταχύτητα, με αποτέλεσμα στην περίπτωση εμποδίου να μην έχουν τη δυνατότητα να σταματήσουν εγκαίρως ή να αποφύγουν το εμπόδιο.
- Εξίσου μεγάλη επιρροή έχει όμως και η **βροχή**. Λόγω του ολισθηρού οδοστρώματος, οι οδηγοί στην περίπτωση εμποδίου χάνανε τον έλεγχο με αποτέλεσμα να συγκρούονται με το εμπόδιο.

Χρόνος αντίδρασης

- Και σε αυτή τη μεταβλητή, το **χιόνι** παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή, μειώνοντας το χρόνο αντίδρασης. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει γιατί οι οδηγοί προσπαθούν να είναι όσο πιο προσεκτικοί γίνεται, κρατώντας υψηλά επίπεδα ετοιμότητας.
- Επίσης, εξίσου σημαντικός παράγοντας φαίνεται να είναι το **κατά πόσο ο οδηγός είναι συνηθισμένος στην πίεση**. Συμπερασματικά, αυτοί οι οδηγοί έχουν καλύτερο μέσο χρόνο αντίδρασης, πιθανώς λόγω της αυξημένης προσοχής που έχουν αναπτύξει, μετά από πολλές διαδρομές υπό πίεση.

Μέση ταχύτητα

- Η μέση ταχύτητα του οχήματος μειώνεται σημαντικά υπό συνθήκες χιονιού (κατά μέσο όρο 17 km/h λιγότερο) και αυξάνεται αρκετά υπό συνθήκες πίεσης χρόνου (κατά μέσο όρο 8,5 km/h περισσότερο), αποτελέσματα που επιβεβαιώνονται και από τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Ομοίως με το χιόνι, η βροχή μειώνει σημαντικά τη μέση ταχύτητα (κατά μέσο όρο 5 km/h) και αυτό λόγω του ολισθηρού οδοστρώματος και της μειωμένης πρόσφυσης.
- Επίσης, παρατηρήθηκε ότι οι γυναίκες έχουν μικρότερη μέση ταχύτητα από τους άντρες, γεγονός που συνάδει με τη διεθνή βιβλιογραφία που τις θέλει να είναι πιο προσεκτικές οδηγοί.

Άλλοι παράγοντες

- Το **χιόνι** επηρεάζει αρκετά την απόσταση του οδηγού από τη δεξιά οριογραμμή του οδοστρώματος, και μάλιστα ωθεί τους οδηγούς

- περισσότερο προς το κέντρο της οδού. Μια πιθανή εξήγηση για αυτό, είναι ότι οι οδηγοί, έχοντας μειωμένη πρόσφυση με το οδόστρωμα, οδηγούν μακριά από τη δεξιά οριογραμμή για να έχουν περισσότερο χρόνο να αντιδράσουν σε περίπτωση κάποιου ξαφνικού εμποδίου.
- Το **χιόνι** προκαλεί μεγάλη αύξηση της διακύμανσης της στροφής του τιμονιού, αφού το οδόστρωμα είναι ολισθηρό, η πέδηση δύσκολη, οπότε ο οδηγός κάνει έντονες κινήσεις με το τιμόνι, στη προσπάθεια του να ελέγξει το όχημα.
 - Ιδιαίτερη αίσθηση προκαλεί το γεγονός ότι με την αύξηση της **πίεσης χρόνου** η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα αυξήθηκε αισθητά. Αυτό συμβαίνει γιατί οι χρήστες προσπερνούν τα πιο αργά αυτοκίνητα μπροστά τους, με αποτέλεσμα να μην έχουν μπροστά τους προπορευόμενο όχημα για ένα διάστημα.
 - Επίσης, η ύπαρξη **χιονιού** έκανε τους χρήστες να αφήνουν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ του δικού τους και του προπορευόμενου οχήματος, κάτι που είναι φυσιολογικό, λόγω της ολισθηρότητας του οδοστρώματος.

6.3 Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας

Με βάση τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, διαμορφώνονται οι εξής προτάσεις για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας:

- Κατάλληλη κατασκευή, επαρκής συντήρηση και βελτίωση της οδικής υποδομής. Δηλαδή σωστή χάραξη και διαμόρφωση κλίσεων και επικλίσεων. Επίσης, μονοδρόμηση μιας υπεραστικής οδού, ώστε το δίκτυο να γίνει πιο συγχωρητικό και να έχει ο χρήστης μεγαλύτερη ευελιξία για την αποφυγή εμποδίου.
- Ενημέρωση μέσω φωτεινών πινακίδων όσον αφορά τα απρόβλεπτα καιρικά φαινόμενα και συμβουλευτικές οδηγίες (π.χ. καταιγίδα σε ξηρή περίοδο) και μέσω προειδοποιητικών πινακίδων όσον αφορά τα σημεία όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος εμφάνισης δυσμενών καιρικών φαινομένων (π.χ. ομίχλη).

- Θέσπιση μεταβλητών ορίων ταχύτητας ανάλογα με τις υπάρχουσες καιρικές συνθήκες. Έτσι θα μειωθούν ατυχήματα υπό επικίνδυνες καιρικές συνθήκες λόγω ολισθηρού οδοστρώματος ή χαμηλής ορατότητας που όπως αποδείχθηκε αυξάνουν τους χρόνους αντίδρασης των οδηγών.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του συνόλου της ελληνικής κοινωνίας, για την οδική ασφάλεια και συγκεκριμένα για την επικινδυνότητα της πίεσης χρόνου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα έχει παρόμοια επιρροή στα ατυχήματα με το χιόνι, για αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γνωρίζουν το μέγεθος του προβλήματος και να γίνεται εν τέλει προσπάθεια από τους οδηγούς για μεγαλύτερη συγκέντρωση και τήρηση των ορίων ταχύτητας.
- Βελτίωση της εκπαίδευσης και των εξετάσεων των υποψήφιων οδηγών. Με λίγα λόγια προετοιμασία για τις διαφορετικές καιρικές συνθήκες (ειδικά για το χιόνι και τη βροχή), το οποίο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με προσομοιωτή οδήγησης. Επίσης καλύτερος έλεγχος κατά τις εξετάσεις σχετικά με τις ικανότητες οδήγησης υπό επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα.
- Ενδεχομένως να συμπεριληφθεί στην εκπαίδευση των οδηγών (πριν και μετά την απόκτηση του Διπλώματος Οδήγησης) και η εκπαίδευση οδήγησης υπό πίεση χρόνου, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίζουν με ασφάλεια και τις καταστάσεις πίεσης χρόνου κατά την οδήγηση.
- Αναβάθμιση του τεχνικού ελέγχου των οχημάτων, καθώς και ειδικές ρυθμίσεις για σχολικά λεωφορεία, βαρέα οχήματα κ.λπ., ώστε να μπορούν να ανταπεξέρχονται επαρκώς και στις συνθήκες βροχής και χιονιού.
- Παρακολούθηση της παραβατικότητας και των οδικών ατυχημάτων και συσχέτισής τους, ειδικά σε συνθήκες βροχής, χιονιού και ομίχλης. Δηλαδή συστηματική καταγραφή της παραβατικότητας και βελτίωση καταγραφής των οδικών ατυχημάτων για τις διαφορετικές καιρικές συνθήκες

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η ανάγκη βελτίωσης της οδικής ασφάλειας καθιστά πολύ σημαντικές τις σχετικές έρευνες. Συγκεκριμένα η επίδραση των διαφορετικών καιρικών συνθηκών και πίεσης χρόνου στα οδικά ατυχήματα προέκυψε ότι χρειάζεται περισσότερη ανάλυση. Επομένως κρίνεται χρήσιμο να παρουσιαστούν οι παρακάτω προτάσεις για περαιτέρω έρευνα όσον αφορά το αντικείμενο αυτό.

- Εκτέλεση του πειράματος με μεγαλύτερο δείγμα συμμετεχόντων. Όσο αυξάνεται το δείγμα τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα θα εξαχθούν.
- Εξέταση της επιρροής της πίεσης χρόνου σε κάθε καιρική συνθήκη ξεχωριστά.
- Εξέταση επιπλέον ηλικιακών ομάδων, έτσι ώστε να προκύψουν συμπεράσματα για το σύνολο των οδηγών και να καθίσταται εφικτή η σύγκριση ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες.
- Εφαρμογή διαφορετικών στατιστικών μεθόδων ανάλυσης, από εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα Διπλωματική Εργασία για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και ανάπτυξη επιπλέον μοντέλων.
- Προσθήκη διαφορετικών σεναρίων οδήγησης, για παράδειγμα θα είχε ενδιαφέρον η εξέταση διαφορετικών συνθηκών κυκλοφορίας, άλλα οδικά περιβάλλοντα, οδήγηση τη νύχτα κ.λπ.
- Εξέταση και άλλων συναισθηματικών καταστάσεων των οδηγών όπως οδήγηση υπό θυμό ή οδήγηση ενώ ο συμμετέχων είναι εξαντλημένος.

7. ΒΙΒΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adrian B. Ellison, Stephen P. Greaves (2015). Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk? Institute of Transport and Logistics Studies, University of Sydney, NSW, Australia
2. Athanasios Theofilatos (2016). Incorporating real-time traffic and weather data to explore road accident likelihood and severity in urban arterials, National Technical University of Athens, School of Civil Engineering, Dept. of Transportation Planning and Engineering, 5, Iroon Polytechniou Str., Zografou Campus, Zografou-Athens GR-15773, Greece.
3. Athanasios Theofilatos, George Yannis (2014). A review of the effect of traffic and weather characteristics on road safety, National Technical University of Athens, Department of Transportation Planning and Engineering, 5, Iroon Polytechniou str., Zografou Campus, GR-15773 Athens, Greece.
4. Brodsky, H., & Hakkert, A. (1988). Risk of a Road Accident in Rainy Weather.
5. CARE (EU road accidents database). (2016). Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf.
6. Cole D. Fitzpatrick, Saritha Rakasi, Michael A. Knodler Jr. (2017). An investigation of the speeding-related crash designation through crash narrative reviews sampled via logistic regression, a University of Massachusetts Amherst, 139B Marston Hall, 130 Natural Resources Road, Amherst, MA 01003, United States.
7. Danhel, E., Edwards, B., Tubre, T., Zyphur, M., & Warren, C. (2012). Taking a look behind the wheel: an investigation into the personality predictors of aggressive.
8. European commission. (2019). Retrieved from <https://ec.europa.eu/>.
9. European commission Commission. (2020). Retrieved from <https://ec.europa.eu/>.
10. Evi Blana, John Golias (2002). Differences between vehicle lateral displacement on the road and in a fixed-base simulator, Hum Factors.

11. Fanny Malin, Ilkka Norros, Satu Innamaa (2019). Accident risk of road and weather conditions on different road types, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., Vuorimiehentie 3, 02150 Espoo, Finland.
12. Karlaftis M., Yannis G. (2010), Weather Effects on Daily Traffic Accidents and Fatalities: A Time Series Count Data Approach, Proceedings of the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington.
13. Kenneth H. Beck, Stacey B. Daughters, Bina Ali (2012). Hurried driving: Relationship to distress tolerance, driver anger, aggressive and risky driving in college students, Department of Behavioral and Community Health, University of Maryland School of Public Health, College Park, MD 20742, United States.
14. Malmivuo, M., & Kärki, O. (2002). Winter road conditions and accident risk
15. Mohammad Jalayer, Huaguo Zhou (2016). Evaluating the safety risk of roadside features for rural two-lane roads using reliability analysis, Research Associate at Center for Advanced Infrastructure and Transportation (CAIT), Rutgers University, 100 Brett Rd, Piscataway Township, NJ 08854, United States
16. Ruth Bergel-Hayat, Mohammed Debbarh, Constantinos Antoniou, George Yannis (2013). Explaining the road accident risk: Weather effects, UPE IFSTTAR GRETTIA, French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks, France.
17. World Health Organization. (2020). Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
18. Zhao, S., Wang, K., Liu, C., & Jackson, E. (2019). Investigating the effects of monthly weather variations on Connecticut freeway crashes from 2011 to 2015, J Safety Res.
19. Άννα-Μαρία Σουρλέλη (2017). Ανάλυση της επιρροής των καιρικών συνθηκών στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε υπεραστικές οδούς, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης, Ε.Μ.Π. Πολιτικών Μηχανικών.
20. ΕΛΣΤΑΤ. (2014). Ανάκτηση από <https://www.statistics.gr/>.
21. ΕΛΣΤΑΤ. (2020). Ανάκτηση από <https://www.statistics.gr/>.
22. Θανάσκο Αρετή (2019). Μακροσκοπική συσχέτιση οδικών ατυχημάτων και καιρικών συνθηκών σε ευρωπαϊκές πόλεις, Ε.Μ.Π. Πολιτικών Μηχανικών.

23. Κανελλαΐδης, Γ., Γιαννής, Γ., Βαρδάκη, Σ., & Λαΐου, Α. (2012). Ανάπτυξη σχεδίου για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα, 2011-2020, Πρακτικά 5ου διεθνούς Πανελληνίου Συνεδρίου Οδικής Ασφάλειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Παρατηρητήριο Οδικής Ασφάλειας Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Βόλος.
24. Μαρία Χαιρέτη (2017). Διερεύνηση της επιρροής των καιρικών συνθηκών στη συμπεριφορά και την ασφάλεια νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης, Ε.Μ.Π. Πολιτικών Μηχανικών.
25. Ορέστης Γαβαλάς (2018). Η επιρροή του θυμού στην οδική συμπεριφορά και ασφάλεια, Ε.Μ.Π. Πολιτικών Μηχανικών.
26. Στεφάτου Αγγελική (2019). Η στάση των Ελλήνων οδηγών απέναντι στην επιθετική οδήγηση, Ε.Μ.Π. Πολιτικών Μηχανικών.
27. Φραντζεσκάκης, Ι., & Γκόλιας, Ι. (1994). Οδική Ασφάλεια. Παπασωτηρίου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Έντυπο 1: Ερωτηματολόγιο πειράματος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 210 772 1203, 772 1285, TELEFAX: 210 772 1327



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
5, IROON POLYTECHNIU ST. GR-157 73 ZOGRAFOU, ATHENS
TEL. & VOICE MAIL: +30210 772 1203, 772 1285, TELEFAX: +30210 772 1327

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

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Ημερομηνία πειράματος : _____
2. Α/Α συμμετέχοντα : _____
3. Ηλικία : _____ ετών
4. Φύλο : Άντρας Γυναίκα
5. Οδηγική εμπειρία (έτη) : 1 έως 3 4 έως 6 >7
6. Τι απόσταση διανύετε εβδομαδιαία με Ι.Χ. όχημα σε επαρχιακούς δρόμους; _____ χλμ.
7. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες;
8. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές;
9. Τι από τα παρακάτω θεωρείτε επικίνδυνο κατά την οδήγηση:

	Με ομίχλη	Με βροχή	Με χιόνι
Περιορισμένη ορατότητα			
Ολισθηρό οδόστρωμα			
Δυσκολία στο φρενάρισμα			
Επικίνδυνη συμπεριφορά άλλων οδηγών			
Μειωμένος χρόνος αντίδρασης			
Πιθανή συγκέντρωση νερού στο οδόστρωμα			
Βλάβη στη μηχανή λόγω υγρασίας			

10. Πόσες φορές το χρόνο οδηγείτε με ομίχλη;

Καμία 1 έως 4 5 έως 10 >10

11. Πόσες φορές το χρόνο οδηγείτε με βροχή;

Καμία 1 έως 4 5 έως 10 >10

12. Πόσες φορές το χρόνο οδηγείτε με χιόνι;

Καμία 1 έως 4 >4

13. Θα αποφεύγατε να οδηγήσετε:

	Ναι	Όχι	Ίσως
Με ομίχλη:			
Με βροχή :			
Με χιόνι :			

14. Κατά πόσο θεωρείτε ότι αλλάζει η οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε:

	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Αρκετά	Πολύ
Με ομίχλη:					
Με βροχή :					
Με χιόνι :					

15. Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε με ομίχλη; Και πόσο;

- Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου

16. Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε με βροχή; Και πόσο;

- Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου

17. Κατά ποιόν τρόπο μεταβάλλετε την οδική σας συμπεριφορά όταν οδηγείτε με χιόνι; Και πόσο;

- Μειώνετε ταχύτητα και οδηγείτε πιο προσεκτικά
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου

18. Κατά πόσο μειώνετε την ταχύτητα σας όταν οδηγείτε:

Ταχύτητα (χλμ./ώρα)	Καθόλου	0- 20	>20
Με ομίχλη :			
Με βροχή :			
Με χιόνι :			

19. Θεωρείτε την οδήγηση υπό ομίχλη επικίνδυνη;
20. Θεωρείτε την οδήγηση υπό βροχή επικίνδυνη;
21. Θεωρείτε την οδήγηση υπό χιόνι επικίνδυνη;
22. Θεωρείτε ότι γενικά οδηγείτε στην δεξιά άκρη του οδοστρώματος;
23. Θεωρείτε ότι γενικά οδηγείτε άνω του ορίου κυκλοφορίας;
24. Θεωρείτε ότι γενικά οδηγείτε προσεχτικά;
25. Έχετε οδηγήσει υπό την πίεση του χρόνου ή κάποιου άλλου εξωτερικού παράγοντα; Αν ναι πόσο συχνά;