



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.

Αθήνα, Νοέμβριος 2021

Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η διερεύνηση
της επιρροής των καιρικών
συνθηκών
(καλές καιρικές συνθήκες,
βροχή, ομίχλη, χιόνι)
και της πίεσης χρόνου
στην οδική ασφάλεια
σε υπεραστική οδό
με χρήση προσομοιωτή
οδήγησης.



Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Βροχή:

- Συνδέεται με **αύξηση των οδικών ατυχημάτων** και αύξηση των **τραυματιών**.
- Πιο προσεκτική συμπεριφορά οδήγησης, **μείωση της κυκλοφορίας**

Χιόνι:

- Ο **κίνδυνος ατυχήματος είναι τουλάχιστον 4 φορές υψηλότερος!**
- Η **επικινδυνότητα** του χιονιού **αυξάνεται ανάλογα** με τη σπανιότητα της κατάστασης.

Πίεση χρόνου:

- Αποτελεί σοβαρό παράγοντα εμφάνισης **οδικού ατυχήματος**, αφού συνδέεται με επιθετική και επικίνδυνη οδήγηση

Προσομοιωτής οδήγησης:

- Επιτρέπει τη συλλογή μεγάλου **πλήθους** δεδομένων με μεγάλη **ακρίβεια**
- Συνθήκες **απόλυτης ασφάλειας**
- **Όχι πλήρως πραγματικές** συνθήκες

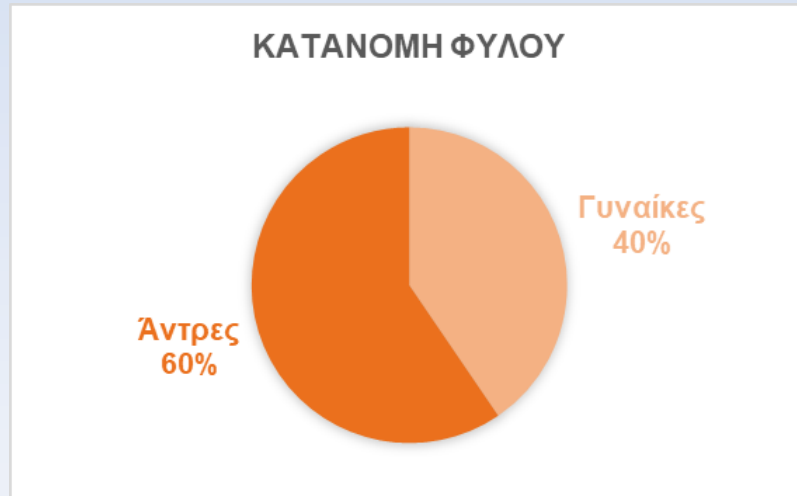


Συλλογή Στοιχείων (1/2)

Πειραματική διαδικασία με χρήση προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες

Στοιχεία συμμετεχόντων:

- 42 οδηγοί
- Ηλικιακές ομάδες 20-24 και 25-30 ετών



Συλλογή Στοιχείων (2/2)

Πειραματική διαδικασία με χρήση προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες

Σενάρια Οδήγησης:

- Καλές καιρικές συνθήκες χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Συλλογή Στοιχείων (2/2)

Πειραματική διαδικασία με χρήση προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες

Σενάρια Οδήγησης:

- Καλές καιρικές συνθήκες χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου
- Ομίχλη χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Συλλογή Στοιχείων (2/2)

Πειραματική διαδικασία με χρήση προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες

Σενάρια Οδήγησης:

- Καλές καιρικές συνθήκες χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου
- Ομίχλη χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου
- Βροχή χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Συλλογή Στοιχείων (2/2)

Πειραματική διαδικασία με χρήση προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες

Σενάρια Οδήγησης:

- Καλές καιρικές συνθήκες χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου
- Ομίχλη χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου
- Βροχή χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου
- Χιόνι χωρίς πίεση χρόνου αρχικά και στη συνέχεια με πίεση χρόνου



Επεξεργασία Στοιχείων

Εξαγόμενα Δεδομένα από Προσομοιωτή



Διαχωρισμός δεδομένων σε δύο πίνακες:

- χωρίς πίεση χρόνου
- με πίεση χρόνου

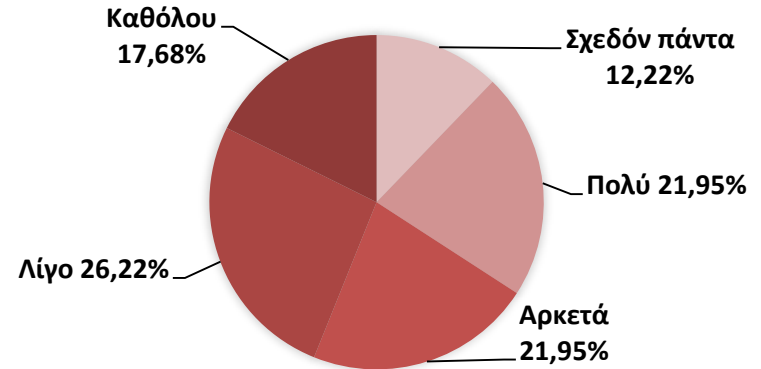


Επεξεργασία δεδομένων μέσω κώδικα στην Access



Δημιουργία ενιαίου πίνακα που αποτελεί την **Τελική Βάση Δεδομένων**

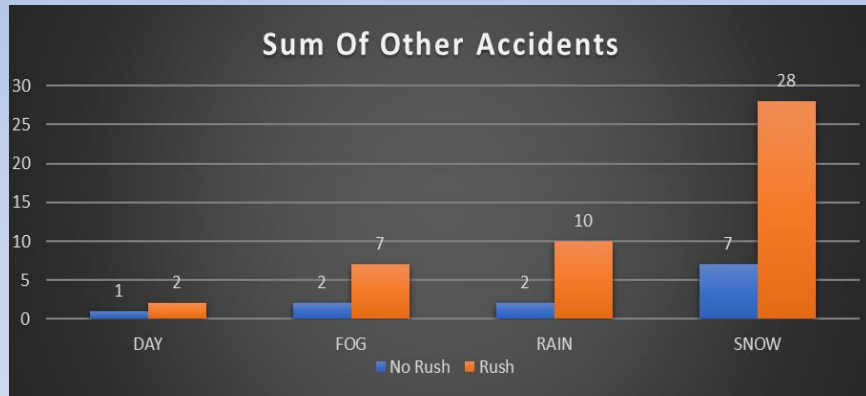
Έχετε οδηγήσει υπό την πίεση του χρόνου ή κάποιου άλλου παράγοντα;
Αν ναι, πόσο συχνά;



Κωδικοποιημένες απαντήσεις από Ερωτηματολόγια

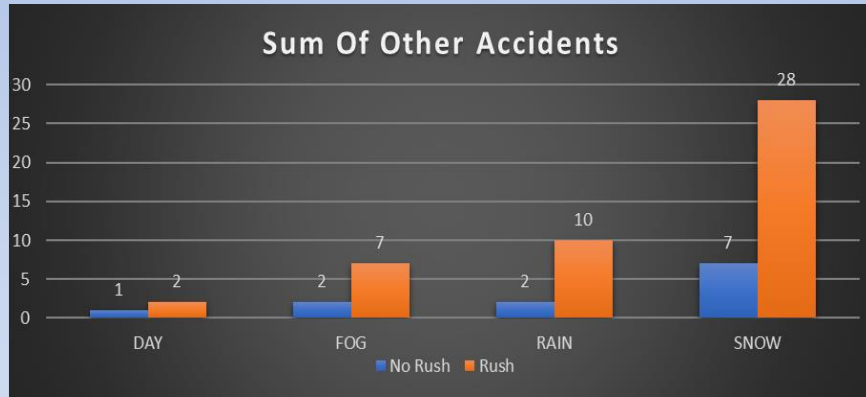


Περιγραφική Στατιστική (1/2)



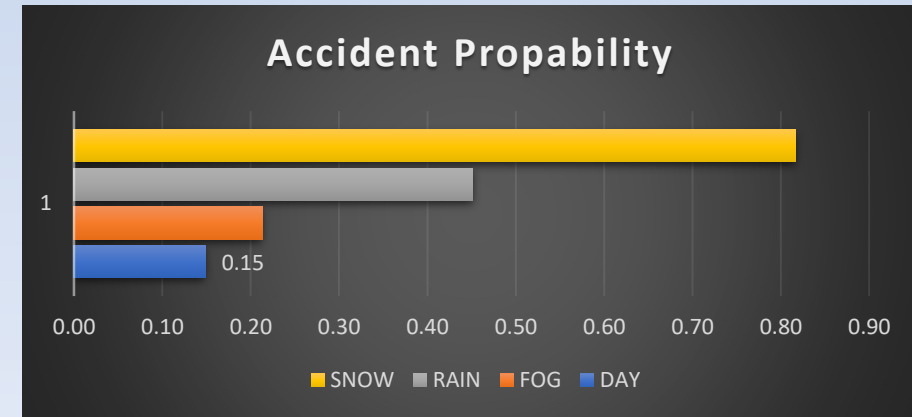
- Η πίεση χρόνου υπό χιόνι χωρίς τη συμβολή κάποιου εξωτερικού παράγοντα, συνδέεται με πολύ μεγάλο αριθμό ατυχημάτων.

Περιγραφική Στατιστική (1/2)

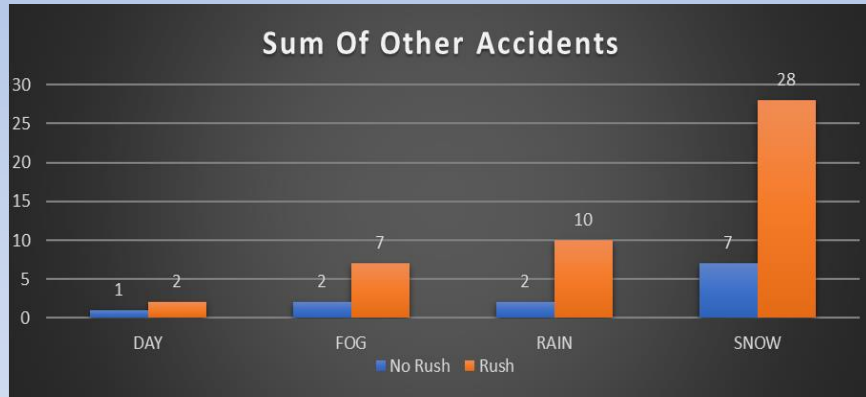


- Η πίεση χρόνου υπό χιόνι χωρίς τη συμβολή κάποιου εξωτερικού παράγοντα, συνδέεται με πολύ μεγάλο αριθμό ατυχημάτων.

- Το χιόνι επίσης συνδέεται με διπλάσια πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος, ενώ εξαιτίας άλλων παραγόντων με μεγαλύτερη από πενταπλάσια.

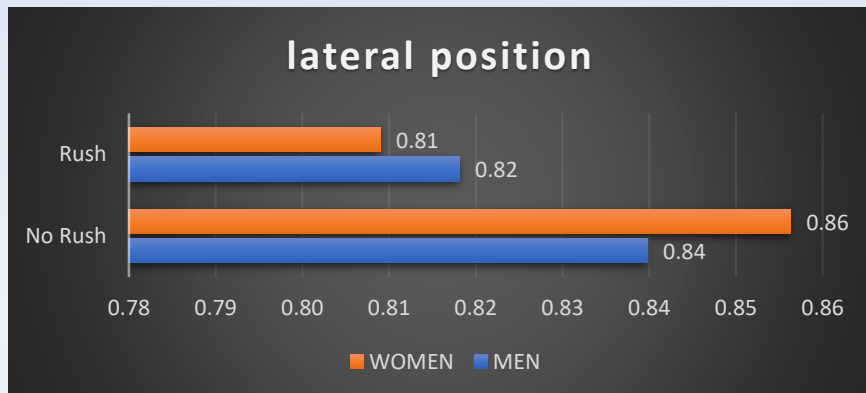
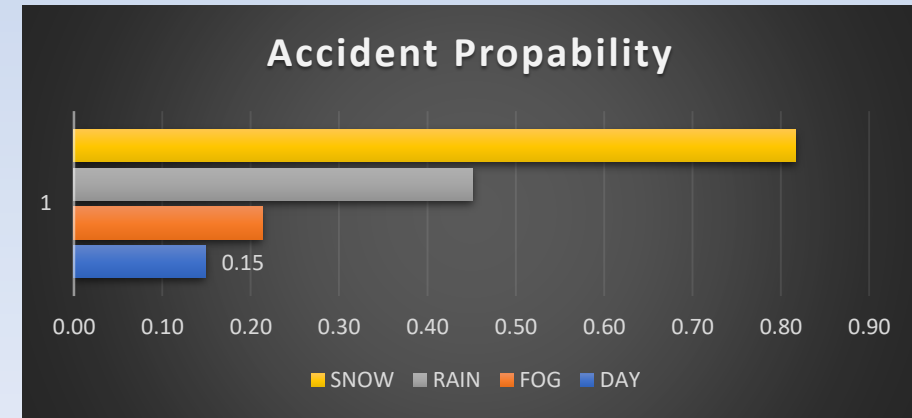


Περιγραφική Στατιστική (1/2)



- Η πίεση χρόνου υπό χιόνι χωρίς τη συμβολή κάποιου εξωτερικού παράγοντα, συνδέεται με πολύ μεγάλο αριθμό ατυχημάτων.

- Το χιόνι επίσης συνδέεται με διπλάσια πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος, ενώ εξαιτίας άλλων παραγόντων με μεγαλύτερη από πενταπλάσια.



- Η πίεση χρόνου καθώς και το φύλο του οδηγού φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά τη θέση του οδηγού στο οδόστρωμα.

Περιγραφική Στατιστική (2/2)

Καθορισμός Μεταβλητών

Εξαρτημένες:

- Πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνων συμβάντων
- Ταχύτητα
- Απόσταση από τη δεξιά άκρη της οδού
- Διακύμανση της γωνίας στροφής του τιμονιού
- Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα
- Χρόνος αντίδρασης

Ανεξάρτητες:

- Ομίχλη
- Βροχή
- Χιόνι
- Πίεση Χρόνου
- Ηλικία & Ηλικιακή Ομάδα
- Φύλο
- Εμπειρία
- Μέση ταχύτητα
- Ορισμένες απαντήσεις από τα ερωτηματολόγια

Στατιστική Ανάλυση

Εισαγωγή της Βάσης Δεδομένων στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS 24



Καθορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών



Συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών



Έλεγχος κριτηρίων αποδοχής μοντέλων

Μαθηματικά Πρότυπα:

- Γραμμική Παλινδρόμηση
- Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση

Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλων:

- Λογική ερμηνεία των συντελεστών βί της εξίσωσης
- Στατιστική Σημαντικότητα (ttest, wald, sig.)
- Ποιότητα του μοντέλου (R^2 , - 2LL)

Μέση Ταχύτητα Οδήγησης

Μαθηματικό Μοντέλο

	B	e	e*
Σταθερά	54.62		
Πίεση Χρόνου	9.90	0.19	8.52
Ομίχλη	-2.70	-0.05	-2.33
Βροχή	-4.90	-0.10	-4.22
Χιόνι	-20.46	-0.40	-17.61
Απόσταση εκτός πόλης	-0.01	0.00	-0.03
φύλο	-3.62	-0.07	-3.12
Ατύχημα με υλικές ζημιές	1.16	0.02	1.00

Η μέση ταχύτητα οδήγησης μειώνεται σημαντικά υπό συνθήκες χιονιού. Αντίθετα αυξάνεται αρκετά υπό συνθήκες πίεσης χρόνου.

Μέση Ταχύτητα Οδήγησης

Μαθηματικό Μοντέλο

	B	e	e*
Σταθερά	54.62		
Πίεση Χρόνου	9.90	0.19	8.52
Ομίχλη	-2.70	-0.05	-2.33
Βροχή	-4.90	-0.10	-4.22
Χιόνι	-20.46	-0.40	-17.61
Απόσταση εκτός πόλης	-0.01	0.00	-0.03
φύλο	-3.62	-0.07	-3.12
Ατύχημα με υλικές ζημιές	1.16	0.02	1.00

Ανάλυση ευαισθησίας



Η μέση ταχύτητα οδήγησης μειώνεται σημαντικά υπό συνθήκες χιονιού. Αντίθετα αυξάνεται αρκετά υπό συνθήκες πίεσης χρόνου.

Οι άντρες εμφανίζουν μεγαλύτερες ταχύτητες οδήγησης για τις διαφορετικές καιρικές συνθήκες.

Μέσος Χρόνος Αντίδρασης

Μαθηματικό Μοντέλο

	B	e	e*
Σταθερά	1267.57		
Χιόνι	-123.72	-0.07	-2.36
Οδήγηση υπό πίεση	-123.37	-0.07	-2.35
Συνολικά ατυχήματα	68.62	0.04	1.31
Μέση ταχύτητα	5.05	0.00	-
Φύλο	52.45	0.03	1.00
Μείωση ταχύτητας στο χιόνι	55.77	0.03	1.06

Το χιόνι και η εξοικείωση των οδηγών με τη πίεση οδηγεί σε μείωση του χρόνου αντίδρασης!

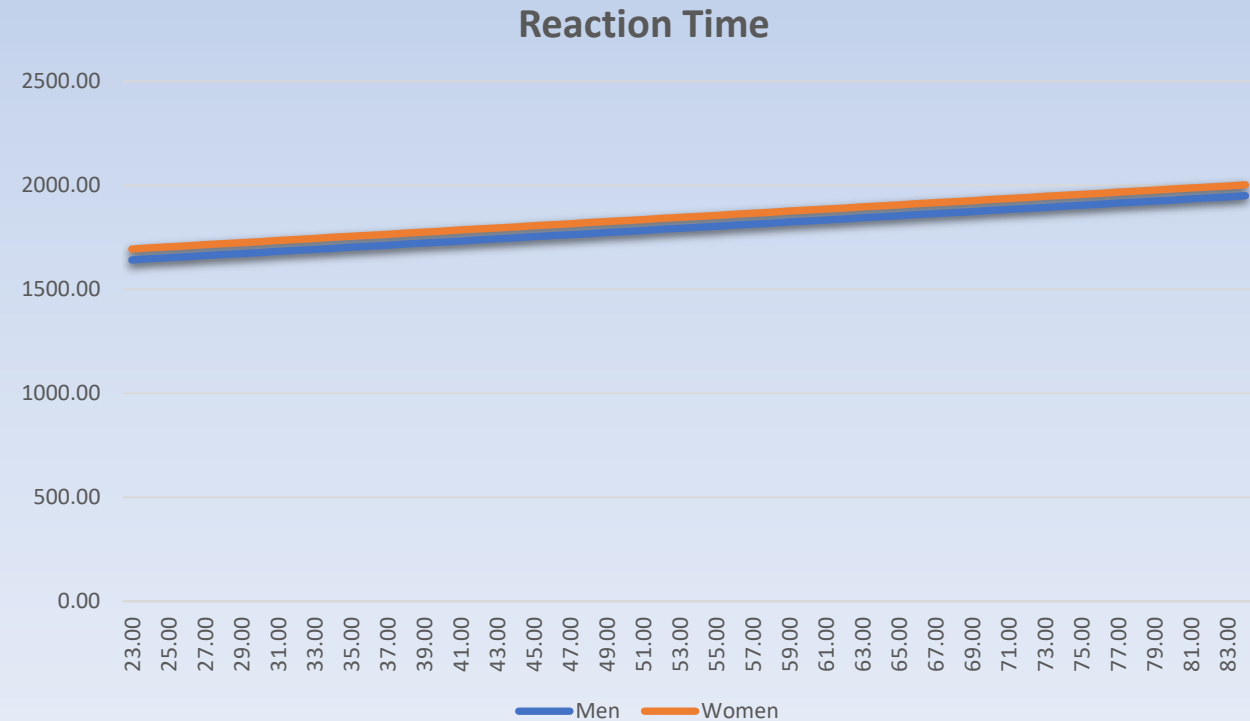
Μέσος Χρόνος Αντίδρασης

Μαθηματικό Μοντέλο

	B	e	e*
Σταθερά	1267.57		
Χιόνι	-123.72	-0.07	-2.36
Οδήγηση υπό πίεση	-123.37	-0.07	-2.35
Συνολικά ατυχήματα	68.62	0.04	1.31
Μέση ταχύτητα	5.05	0.00	-
Φύλο	52.45	0.03	1.00
Μείωση ταχύτητας στο χιόνι	55.77	0.03	1.06

Το χιόνι και η εξοικείωση των οδηγών με τη πίεση οδηγεί σε μείωση του χρόνου αντίδρασης!

Ανάλυση ευαισθησίας



Ο χρόνος αντίδρασης ανεβαίνει με την αύξηση της ταχύτητας. Οι άντρες εμφανίζουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης από τις γυναίκες.

Πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος

Μαθηματικό Μοντέλο

	B	Wald	e	e*
Πίεση Χρόνου	-1.92	37.58	-0.42	-4.06
Βροχή	1.51	21.18	0.45	4.32
Χιόνι	4.08	67.98	1.23	11.77
Αποφεύγουν Βροχή	0.33	3.43	0.10	1.00
Αλλάζουν συμπεριφορά με βροχή	-0.22	4.22	-0.05	-0.45
Οδήγηση υπό πίεση	-0.72	4.87	-0.16	-1.55
Φύλο	0.61	4.25	0.20	1.91

Το χιόνι είναι ο πιο καταλυτικός παράγοντας στη πιθανότητα ατυχήματος!

Πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος

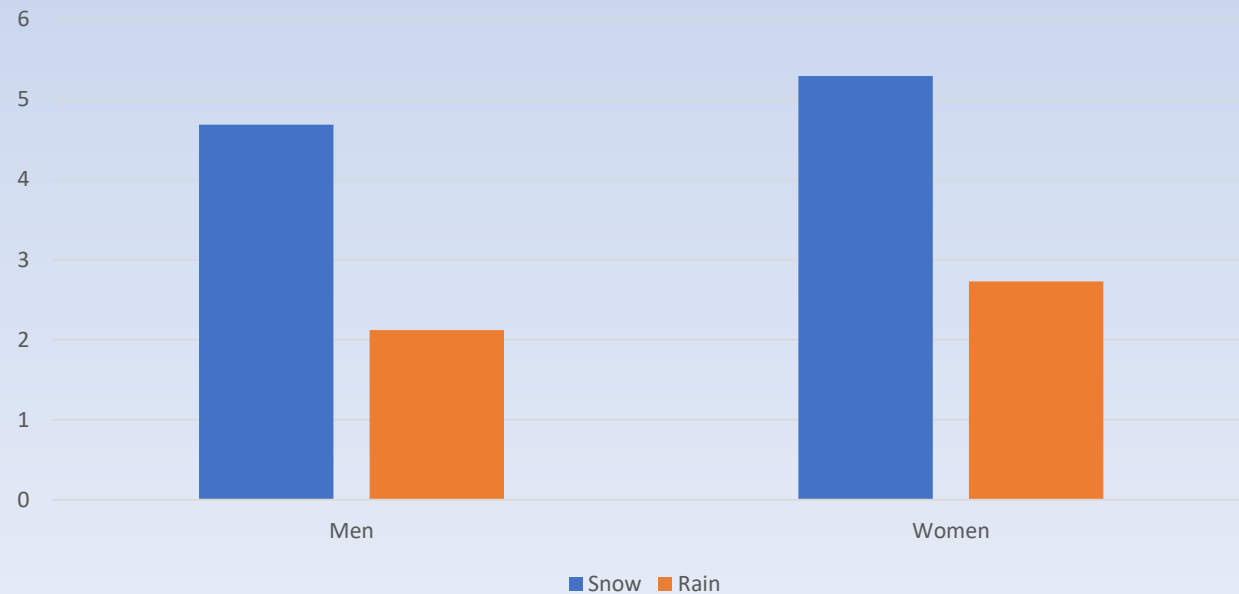
Μαθηματικό Μοντέλο

	B	Wald	e	e*
Πίεση Χρόνου	-1.92	37.58	-0.42	-4.06
Βροχή	1.51	21.18	0.45	4.32
Χιόνι	4.08	67.98	1.23	11.77
Αποφεύγουν Βροχή	0.33	3.43	0.10	1.00
Αλλάζουν συμπεριφορά με βροχή	-0.22	4.22	-0.05	-0.45
Οδήγηση υπό πίεση	-0.72	4.87	-0.16	-1.55
Φύλο	0.61	4.25	0.20	1.91

Το χιόνι είναι ο πιο καταλυτικός παράγοντας στη πιθανότητα ατυχήματος!

Ανάλυση ευαισθησίας

Πιθανότητα ατυχήματος εξαιτίας επικίνδυνου συμβάντος



Το χιόνι είναι υπεύθυνο για πολύ περισσότερα ατυχήματα από τη βροχή. Επίσης, οι γυναίκες φαίνονται να κάνουν λίγα περισσότερα ατυχήματα υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

Μαθηματικά μοντέλα

Γραμμικά

Ανεξάρτητες μεταβλητές	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*
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 εμποδίου				-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			

Μαθηματικά μοντέλα

Γραμμικά

Ανεξάρτητες μεταβλητές	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*
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 πιστοποίηση που σιανουει εκτος πόλης	-0.008	0.00	0.0	-55.628	-0.09	1.0				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 εμποδίου				-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			

Διωνυμικό

	B	Wald	e	e*
Πίεση Χρόνου	-1.92	37.58	-0.42	-4.06
Βροχή	1.51	21.18	0.45	4.32
Χιόνι	4.08	67.98	1.23	11.77
Αποφεύγουν Βροχή	0.33	3.43	0.10	1.00
Αλλάζουν συμπεριφορά με βροχή	-0.22	4.22	-0.05	-0.45
Οδήγηση υπό πίεση	-0.72	4.87	-0.16	-1.55
Φύλο	0.61	4.25	0.20	1.91

Συμπεράσματα (1/2)

- Το **χιόνι** και η **πίεση χρόνου** έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στην **πιθανότητα ατυχήματος** σε περίπτωση επικίνδυνου συμβάντος. Η **βροχή** ακολουθεί με μικρότερη, αλλά εξίσου σημαντική επιρροή.
- Η **πίεση χρόνου** αύξησε αισθητά την **απόσταση από το προπορευόμενο όχημα**.
- Το **χιόνι** παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή στον **χρόνο αντίδρασης**, μειώνοντας τον σε μεγάλο βαθμό.
- Εξίσου σημαντικός παράγοντας φαίνεται να είναι το κατά πόσο ο οδηγός είναι **συνηθισμένος στην πίεση**. Συνήθως, αυτοί οι οδηγοί έχουν καλύτερο **μέσο χρόνο αντίδρασης**.



Συμπεράσματα (2/2)

- Η **μέση ταχύτητα** του οχήματος μειώνεται σημαντικά υπό συνθήκες **χιονιού** και αυξάνεται αρκετά υπό συνθήκες **πίεσης χρόνου**.
- Επίσης, παρατηρήθηκε ότι οι **γυναίκες** έχουν μικρότερη **μέση ταχύτητα** από τους **άντρες**.
- 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.
- Το **χιόνι** προκαλεί μεγάλη αύξηση της **διακύμανσης της στροφής του τιμονιού**.
- Επίσης, η ύπαρξη **χιονιού** έκανε τους χρήστες να αφήνουν μεγαλύτερη **απόσταση** μεταξύ του δικού τους και του **προπορευόμενου οχήματος**.



Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας



- Κατάλληλη **κατασκευή** και επαρκής **συντήρηση** 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 και μέσω προειδοποιητικών πινακίδων όσον αφορά τα σημεία όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος εμφάνισης δυσμενών καιρικών φαινομένων.
- Θέσπιση **μεταβλητών ορίων ταχύτητας** ανάλογα με τις υπάρχουσες καιρικές συνθήκες.
- Να συμπεριληφθεί στην **εκπαίδευση** των οδηγών και η εκπαίδευση οδήγησης υπό πίεση χρόνου και αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- 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.
- Εξέταση και άλλων **συναισθηματικών καταστάσεων** των οδηγών όπως οδήγηση υπό θυμό ή οδήγηση ενώ ο συμμετέχων είναι εξαντλημένος.





Σας Ευχαριστώ Για το Χρόνο Σας!





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.

Αθήνα, Νοέμβριος 2021