



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



# Συσχέτιση Κούρασης και Συμπεριφοράς Οδηγού σε Αστική Οδό και Αυτοκινητόδρομο με τη Χρήση Προσομοιωτή

Γιάννης Πασχαλίδης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2024

# Διάρθρωση Παρουσίασης

- Στόχος Διπλωματικής Εργασίας
- Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας
- Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Συλλογή Στοιχείων
- Επεξεργασία Στοιχείων
- Μεθοδολογία Ανάλυσης
- Αποτελέσματα Ανάλυσης
- Συμπεράσματα και Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα



# Εισαγωγή

- Τα οδικά ατυχήματα για τις ηλικίες 5-29 ετών αποτελούν (WHO, 2023):



1<sup>η</sup> αιτία θανάτου (συνολικά χάθηκαν 1,19 εκατ. ζωές)

- Το κόστος τροχαίων ατυχημάτων παγκοσμίως ανέρχεται σε: 1.855 δισ. \$ (WHO, 2023)
- Η κούραση ευθύνεται για το 20% των θανατηφόρων τροχαίων παγκοσμίως (ROSPA, 2021)
- Αύξηση του κινδύνου ατυχήματος κατά 29% για τους κουρασμένους οδηγούς (ERSO, 2022)
- Οι νεαροί οδηγοί (18-24 ετών) διατρέχουν 6 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο για τέτοιου είδους ατυχήματα (Ting et al., 2008)



# Στόχος

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της κούρασης στη συμπεριφορά ασφάλειας και κυκλοφορίας των νέων οδηγών σε αστικό περιβάλλον και αυτοκινητόδρομο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Εξέταση επιρροής στα εξής μεγέθη οδήγησης:

- Μέση Ταχύτητα Οδήγησης
- Μέσος Χρόνος Αντίδρασης
- Μέση Απόσταση από το Προπορευόμενο Όχημα
- Μέση Διαμήκης Επιτάχυνση



# Μεθοδολογία

Καθορισμός Στόχου

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Συλλογή & Επεξεργασία  
Στοιχείων

Επιλογή Μεθοδολογίας  
Ανάλυσης

Ανάπτυξη Μαθηματικών  
Μοντέλων

Περιγραφή Αποτελεσμάτων

Συμπεράσματα & Προτάσεις

# Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)



## Ευρήματα Διεθνών Ερευνών

Τυπική απόκλιση πλευρικής θέσης οχήματος	↑	↑		↑		↑			↑	↑	
Παραβίαση διαχωριστικής γραμμής	↑		↑			↑		↑			↑
Αύξηση της πιθανότητας πρόκλησης ατυχήματος			↑		↑		↑				
Μέση ταχύτητα οδήγησης		↓						↑			

# Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

Ο τρόπος συλλογής δεδομένων της πλειοψηφίας των μελετών είναι μέσω πειράματος με προσομοιωτή οδήγησης



Διεξαγωγή πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης

Ασάφεια στην επίδραση της κούρασης στην ταχύτητα, στον χρόνο αντίδρασης και στην απόσταση από το προπορευόμενο όχημα



Συσχέτιση της κούρασης με την ταχύτητα, το χρόνο αντίδρασης και την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

Έλλειψη μελετών για τα ελληνικά δεδομένα



Συμμετοχή νέων (18-30 ετών) από την Ελλάδα

# Συλλογή Στοιχείων

Πειραματική διαδικασία μέσω προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων

Στοιχεία συμμετεχόντων:

- 35 οδηγοί, 22 άντρες και 13 γυναίκες
- Μέση οδηγική εμπειρία 4,5 έτη
- Ηλικιακών ομάδων 18-23 και 24-30 ετών



Σενάρια  
οδήγησης

Ξεκούραστοι →

- Αστική οδός / Χαμηλός φόρτος
- Αυτοκινητόδρομος / Χαμηλός φόρτος
- Αυτοκινητόδρομος / Υψηλός φόρτος

Κουρασμένοι →

- Αστική οδός / Χαμηλός φόρτος
- Αυτοκινητόδρομος / Χαμηλός φόρτος
- Αυτοκινητόδρομος / Υψηλός φόρτος

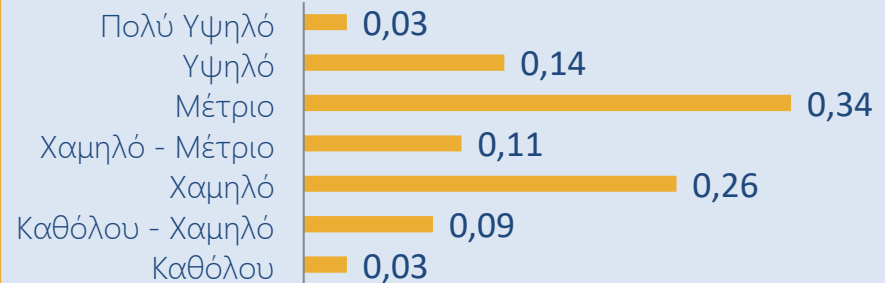


# Επεξεργασία Στοιχείων

## Επεξεργασία ερωτηματολογίων:

- Ταύτιση ερωτήσεων με μεταβλητές
- Κωδικοποίηση απαντήσεων με λογικό και κοινό σύστημα
- Δημιουργία συνολικού πίνακα

## Επίπεδα Κούρασης στην Οδήγηση



## Επεξεργασία μετρήσεων πειράματος:

- Διαχωρισμός των μετρήσεων από εκείνες που οδηγός ήταν κουρασμένος
- Δημιουργία ενιαίου πίνακα

	Αστική Οδός / Χωρίς Κούραση	Αστική Οδός / Με Κούραση	Αυτοκινητόδρομος / Χωρίς Κούραση	Αυτοκινητόδρομος / Με Κούραση
Ταχύτητα (km/h)	41,7	48,3	83,7	96,9
Απόσταση από το Προπορευόμενο Όχημα (m)	132	105	120	106
Χρόνος Αντίδρασης (sec)	1,3	1,8	1,6	1,7

Δημιουργία τελικής βάσης δεδομένων: ένωση των επεξεργασμένων πινάκων

# Μεθοδολογία Ανάλυσης



## Μαθηματικό Μοντέλο:

- Γραμμικό μοντέλο



## Επεξήγηση Αποτελεσμάτων:

- Εξήγηση σχέσεων εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών
- Επιβεβαίωση (ή όχι) της διεθνούς βιβλιογραφίας
  - Ελαστικότητα



## Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου:

- Λογική εξήγηση των συντελεστών του μοντέλου
- Στατιστική σημαντικότητα
  - Ποιότητα μοντέλου
  - Σφάλμα

# Βήματα Διαδικασίας Στατιστικής Ανάλυσης & Ανάπτυξη Μαθηματικών Μοντέλων



Εισαγωγή βάσης  
δεδομένων στη  
γλώσσα  
προγραμματισμού  
R

Καθορισμός  
εξαρτημένης και  
ανεξάρτητων  
μεταβλητών

Δημιουργία  
πίνακα  
συσχέτισης  
μεταβλητών

Ανάπτυξη  
μοντέλων  
παλινδρόμησης

Έλεγχος  
κριτηρίων  
αποδοχής

Γραμμικά Μοντέλα:

- Μοντέλο μέσης ταχύτητας
- Μοντέλο μέσου χρόνου αντίδρασης
- Μοντέλο μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα
- Μοντέλο μέσης διαμήκους επιτάχυνσης

# Μαθηματικό Μοντέλο Μέσης Ταχύτητας Οδήγησης

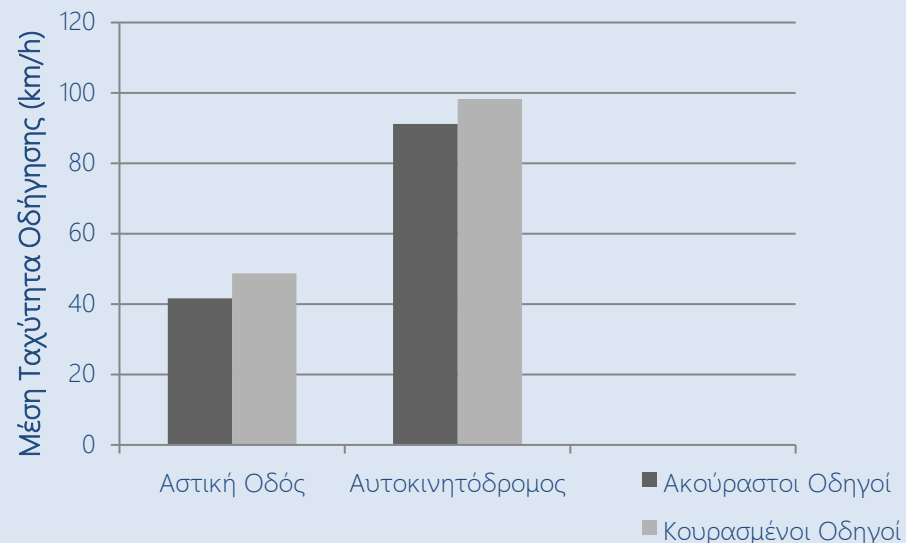
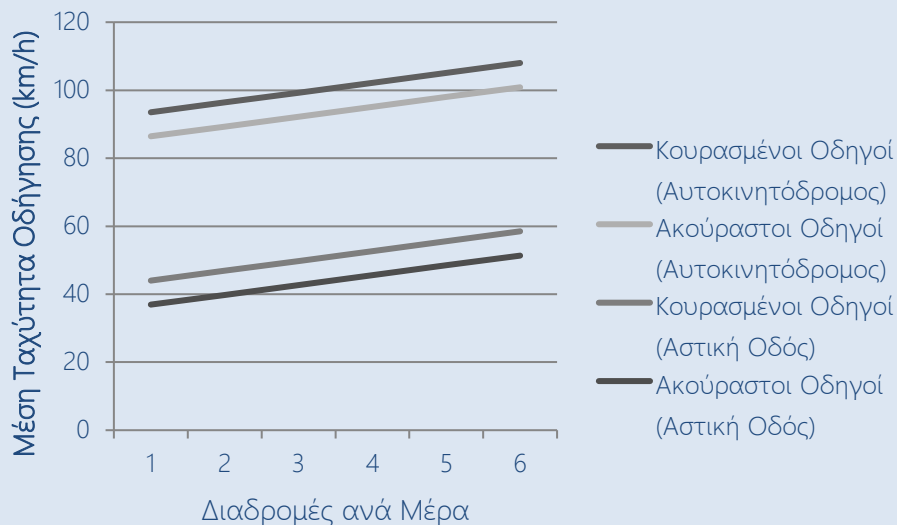
- Η κούραση προκαλεί **αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης**.
- Η **μεγαλύτερη επιρροή** στο μοντέλο εμφανίζεται στο περιβάλλον οδήγησης.
- Η κούραση έχει **2,4 φορές μεγαλύτερη επιρροή** από εκείνη των διαδρομών που εκτελεί ο οδηγός ανά μέρα.

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	B	t	e	e*
Διακριτές	Σενάριο Κούρασης	7,074	2,456	0,208	2,443
	Σενάριο Αστικής Οδού ή Αυτοκινητοδρόμου	49,526	17,103	1,456	17,104
	Διαδρομές ανά Μέρα	2,896	2,582	0,085	1,000
Συνεχείς	Ώρες Ξύπνιος	0,763	3,562	0,000	2,111
	Αλλαγή Συμπεριφοράς Λόγο Κούρασης	3,107	4,119	0,001	1,000

$$R^2 = 0,693$$



# Ανάλυση Ευαισθησίας Μαθηματικού Μοντέλου Μέσης Ταχύτητας Οδήγησης



Υψηλότερη μέση ταχύτητα οδήγησης παρουσιάζουν:

- Οι κουρασμένοι οδηγοί
- Οι οδηγοί που εκτελούν πολλές διαδρομές καθημερινά
- Το σενάριο του αυτοκινητοδρόμου

# Μαθηματικό Μοντέλο Μέσου Χρόνου Αντίδρασης

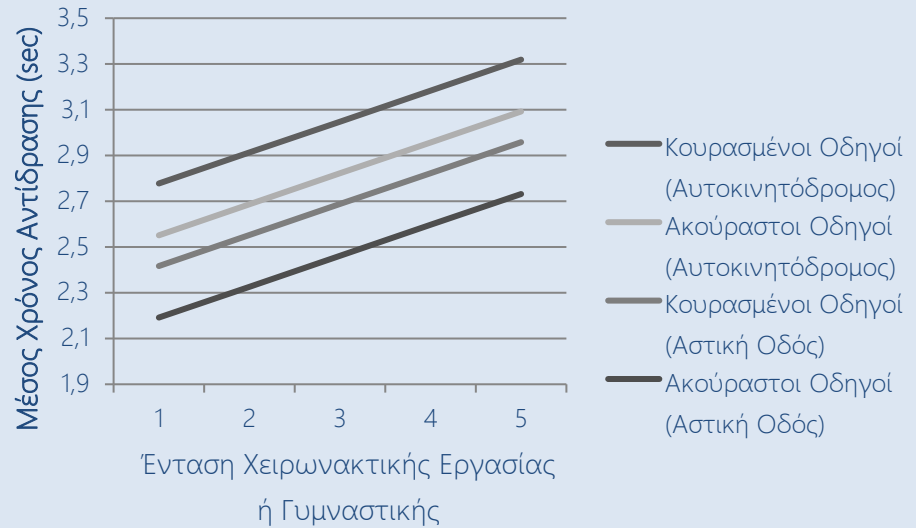
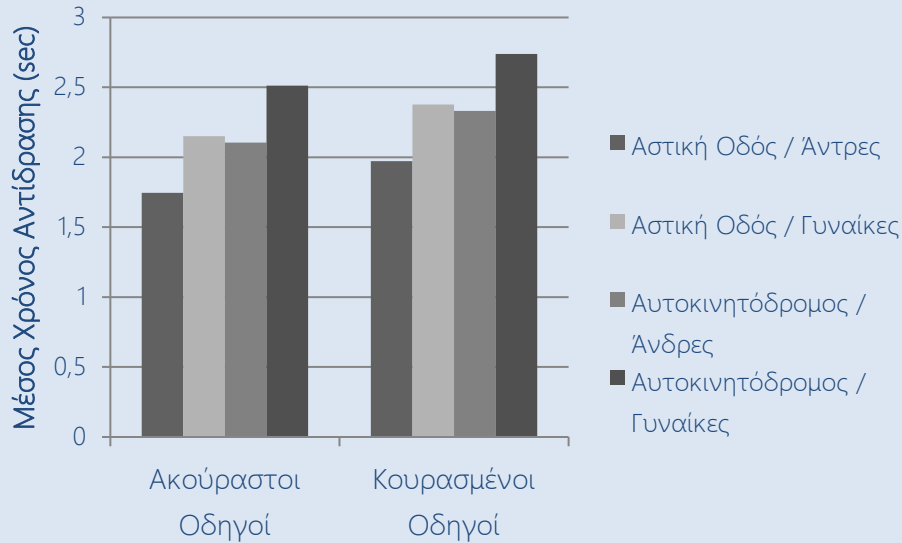
- Η κούραση προκαλεί **αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης**.
- Η **μεγαλύτερη επιρροή** στο μοντέλο εμφανίζεται στο φύλο.
- Η κούραση έχει **1,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή** από εκείνη των διαδρομών που εκτελεί ο οδηγός ανά μέρα.

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	B	t	e	e*
	Σενάριο Κούρασης	0,226	2,237	0,168	1,951
	Σενάριο Αστικής Οδού ή Αυτοκινητοδρόμου	0,361	2,960	0,268	3,110
Διακριτές	Φύλο	0,406	3,801	0,302	<b>3,500</b>
	Διαδρομές ανά Μέρα	0,116	3,040	0,086	1,000
	Ένταση Γυμναστικής ή Χειρωνακτικής Εργασίας	0,136	2,077	0,101	1,172

$$R^2 = 0,519$$



# Ανάλυση Ευαισθησίας Μαθηματικού Μοντέλου Μέσου Χρόνου Αντίδρασης



Υψηλότερο μέσο χρόνο αντίδρασης παρουσιάζουν:

- Οι κουρασμένοι οδηγοί
- Οι οδηγοί που έχουν κάνει γυμναστική ή χειρωνακτική εργασία υψηλής έντασης
- Το σενάριο του αυτοκινητοδρόμου
- Οι γυναίκες

# Μαθηματικό Μοντέλο Μέσης Απόστασης από το Προπορευόμενο Όχημα

- Η κούραση προκαλεί μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.
- Η μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο εμφανίζεται στο φόρτο.
- Η κούραση παρουσιάζει μικρή επιρροή στο μοντέλο.

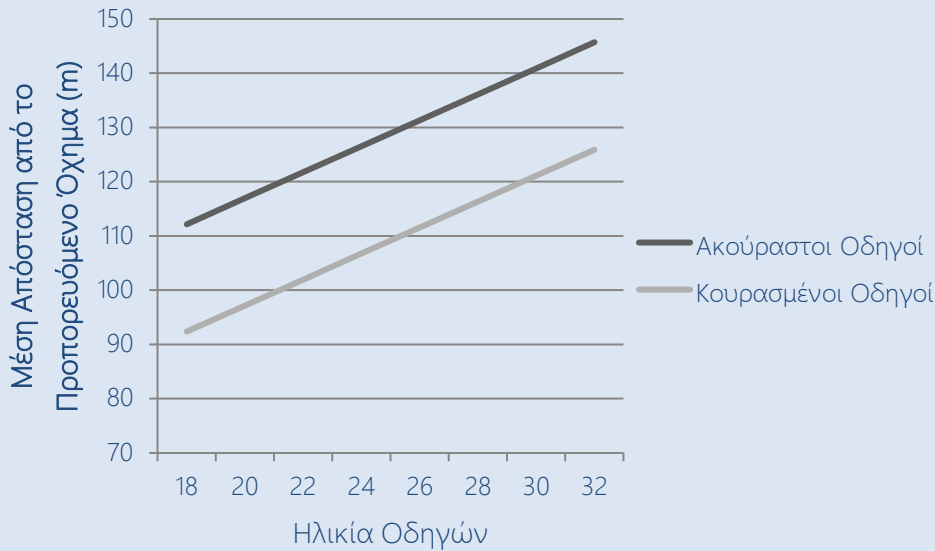
	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	B	t	e	e*
Διακριτές	Σενάριο Κούρασης	-19,785	-3,843	-0,155	1,000
	Σενάριο Αστικής Οδού ή Αυτοκινητοδρόμου	57,973	9,322	0,455	-2,930
	Υψηλός και Χαμηλός Φόρτος	-127,456	-18,657	-1,000	6,442
Συνεχείς	Ηλικία Οδηγού	2,395	2,222	0,000	8,449
	Συμπτώματα Κούρασης στην Οδήγηση	-7,756	-2,409	-0,001	1,000

$$R^2 = 0,705$$

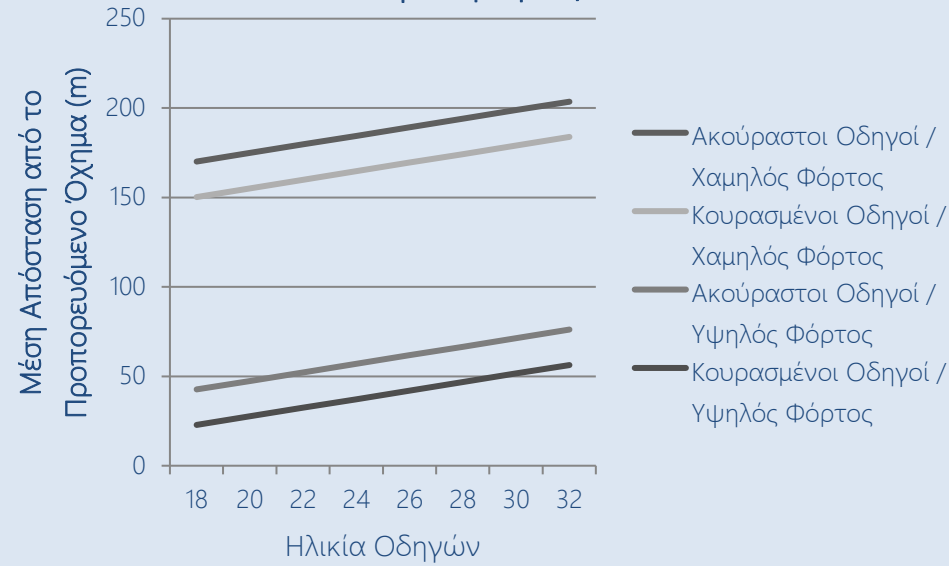


# Ανάλυση Ευαισθησίας Μαθηματικού Μοντέλου Μέσης Απόστασης από το Προπορευόμενο Όχημα

## Αστική Οδός



## Αυτοκινητόδρομος



Μικρότερη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα παρουσιάζουν:

- Οι κουρασμένοι οδηγοί
- Οι νεαρότεροι οδηγοί
- Το σενάριο του υψηλού φόρτου στον αυτοκινητόδρομο

# Μαθηματικό Μοντέλο Μέσης Διαμήκους Επιτάχυνσης

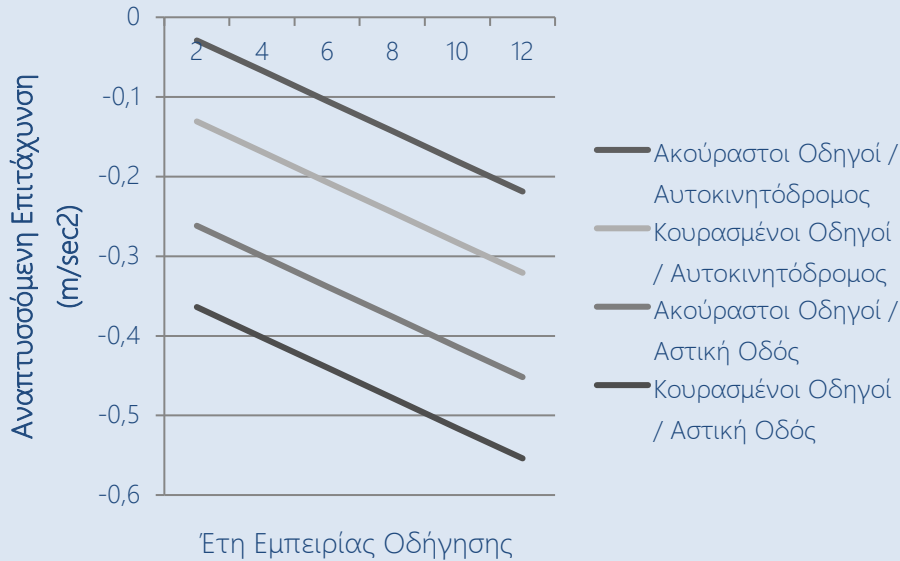
- Η κούραση προκαλεί μείωση της μέσης διαμήκους επιτάχυνσης.
- Η μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο εμφανίζεται στο περιβάλλον οδήγησης.
- Η κούραση παρουσιάζει μικρή επιρροή στο μοντέλο.

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	B	t	e	e*
Διακριτές	Σενάριο Κούρασης	-0,102	-3,633	-0,338	1,000
	Σενάριο Αστικής Οδού ή Αυτοκινητοδρόμου	0,233	8,158	0,769	-2,274
Συνεχείς	Χρόνια Οδήγησης	-0,019	-3,292	-0,001	1,494
	Συμπτώματα Κούρασης στην Οδήγηση	0,047	2,757	0,002	1,000

$$R^2 = 0,370$$



# Ανάλυση Ευαισθησίας Μαθηματικού Μοντέλου Μέσης Διαμήκους Επιτάχυνσης



Μεγαλύτερη μέση διαμήκη επιβράδυνση παρουσιάζουν:

- Οι κουρασμένοι οδηγοί
- Οι οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας οδήγησης
- Τα σοβαρά συμπτώματα κούρασης
- Το σενάριο της αστικής οδού

# Σύνοψη Γραμμικών Μοντέλων Εκτίμησης Οδηγικών Μεγεθών

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση Ταχύτητα				Μέσος Χρόνος Αντίδρασης				Μέση Απόσταση από το Προπορευόμενο Όχημα				Μέση Διαμήκης Επιτάχυνση				
		B	t	e	e*	B	t	e	e*	B	t	e	e*	B	t	e	e*	
Διακριτές	Σενάριο Κούρασης	7,074	2,456	0,208	2,443	0,226	2,237	0,168	1,951	0,226	2,237	0,168	1,951	-0,102	-3,633	-0,338	1,000	
	Σενάριο Αστικής Οδού ή Αυτοκινητοδρόμου	49,526	17,103	1,456	17,104	0,361	2,960	0,268	3,110	0,361	2,960	0,268	3,110	0,233	8,158	0,769	-2,274	
	Διαδρομές ανά Μέρα	2,896	2,582	0,085	1,000	0,116	3,040	0,086	1,000									
	Φύλο					0,406	3,801	0,302	3,500									
	Ένταση γυμναστικής ή χειρωνακτικής εργασίας					0,136	2,077	0,101	1,172									
	Υψηλός και Χαμηλός Φόρτος									-127,456	-18,657	-1,000	6,442					
Συνεχείς	Ώρες Ξύπνιος	0,763	3,562	0,000	2,111													
	Αλλαγή Συμπεριφοράς λόγω κούρασης	3,107	4,119	0,001	1,000													
	Ηλικία Οδηγού									2,395	2,222	0,000	8,449					
	Συμπτώματα Κούρασης στην Οδήγηση									-7,756	-2,409	-0,001	1,000	0,047	2,757	0,002	1,000	
	Χρόνια Οδήγησης													-0,019	-3,292	-0,001	1,494	
	R <sup>2</sup>	0,693				0,519				0,705				0,370				



## Συμπεράσματα (1/2)

- Η κούραση δυσχεραίνει την οδηγική συμπεριφορά του οδηγού και τον καθιστά πιο ευάλωτο στην πρόκληση ατυχήματος, διότι επηρεάζει αρνητικά τη νοητική λειτουργία, μειώνοντας την ικανότητα συγκέντρωσης και αυξάνοντας τον χρόνο αντίδρασης.
- Η κούραση μειώνει την ψυχραιμία κατά την οδήγηση, καθιστώντας τους οδηγούς πιο επιρρεπείς σε επιθετικές συμπεριφορές, όπως η υπερβολική ταχύτητα και η μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.
- Η εκτέλεση πολλών οδικών διαδρομών στη διάρκεια μιας μέρας προκαλεί κούραση, μειώνοντας την εγρήγορση και αυξάνοντας τον χρόνο αντίδρασης και την ταχύτητα οδήγησης.
- Οι μεγαλύτεροι ηλικιακά οδηγοί και οι οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας στην οδήγηση διατηρούν χαμηλότερες ταχύτητες και μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.
- Οι γυναίκες οδηγοί παρουσιάζουν υψηλότερους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με τους άντρες.

## Συμπεράσματα (2/2)

- Σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο παρατηρείται σημαντική μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι ο αριθμός των οχημάτων αυξάνεται και λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης μειώνονται οι αποστάσεις μεταξύ των οχημάτων και οι οδηγοί διατηρούν ίδιες ταχύτητες.
- Οι ώρες που ένας οδηγός παραμένει ξύπνιος συντελούν και αυτές στην αύξηση της κούρασης. Όσο περισσότερες ώρες ένας οδηγός παραμένει άυπνος καθίσταται επιρρεπής σε επιθετικές συμπεριφορές, όπως είναι η υπερβολική ταχύτητα.
- Όσο πιο ήπια είναι τα μέτρα που λαμβάνει ο οδηγός για την αντιμετώπιση της κούρασης τόσο πιο πολύ αυξάνεται η ταχύτητα του. Όταν ο οδηγός λάβει μέτρα για την αντιμετώπιση της κούρασης αποτρέπει την ακατάλληλη οδηγική συμπεριφορά που αυτή προκαλεί.
- Ηπιότερα συμπτώματα κούρασης κατά την οδήγηση φαίνεται να οδηγούν σε μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, ενώ μειώνουν την επιβράδυνση.



# Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

- Εξέταση μεγαλύτερου δείγματος συμμετεχόντων για τη διεξαγωγή της προσομοίωσης.
- Προσθήκη επιπλέον ηλικιακών ομάδων, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να αφορούν μεγαλύτερο πλήθος οδηγών.
- Επιλογή διαφορετικών στατιστικών μεθόδων ανάλυσης για την εξέταση της ανάπτυξης και άλλων μοντέλων.
- Οδήγηση σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες (π.χ. περιορισμένη ορατότητα λόγω ομίχλης, ολισθηρό οδόστρωμα λόγω βροχής).
- Χρήση σύγχρονων μεθόδων για την καταγραφή της οδηγικής συμπεριφοράς και της εγρήγορσης σε πραγματικό χρόνο.
- Διεξαγωγή πειράματος σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης με σκοπό την κατανόηση των ρεαλιστικών συνθηκών που οδηγούν σε κούραση και ατυχήματα.





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Σας Ευχαριστώ για την Προσοχή σας !

Γιάννης Πασχαλίδης

Επιβλέπων | Γιώργος Γιαννής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2024





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



# Συσχέτιση Κούρασης και Συμπεριφοράς Οδηγού σε Αστική Οδό και Αυτοκινητόδρομο με τη Χρήση Προσομοιωτή

Γιάννης Πασχαλίδης

Επιβλέπων | Γιώργος Γιαννής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2024