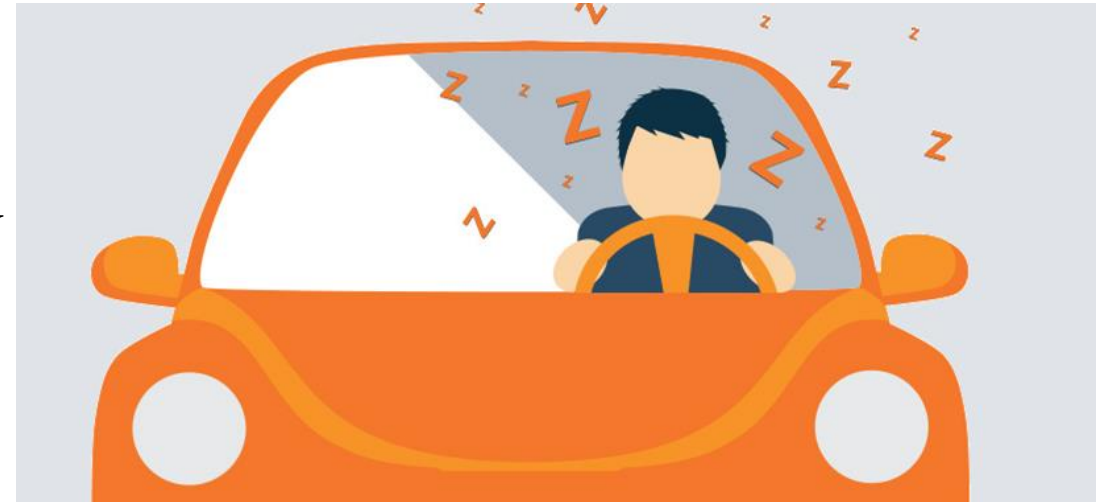




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΚΟΥΡΑΣΗΣ
ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ
ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ**



Γεώργιος Τζιουβάρας

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 & Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

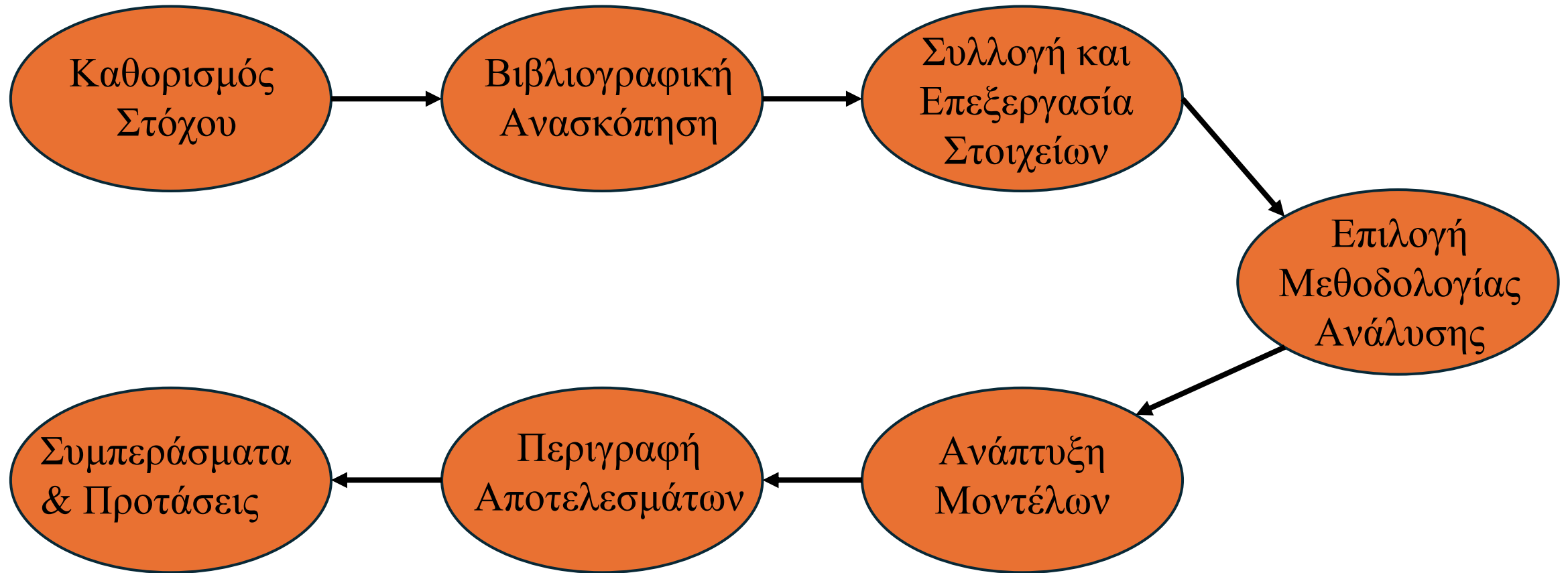


Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η διερεύνηση του τρόπου επίδρασης της οδήγησης υπό κούραση στην οδική ασφάλεια και η ποσοτικοποίησή του.

- **1,19** εκατομμύρια άνθρωποι κάθε χρόνο **χάνουν τη ζωή τους εξαιτίας των τροχαίων ατυχημάτων** (WHO, 2023).
- Η **κόπωση** του οδηγού αποτελεί **παράγοντα** που συμβάλλει σε ποσοστό της τάξης του **15-20%** των **σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων** (ETSC, 2021).
- Ο **κίνδυνος** οδικού ατυχήματος για τους οδηγούς **βαρέων οχημάτων** είναι **αυξημένος** κατά **30-40%** εξαιτίας **κόπωσης** που οδήγησε σε υπνηλία (Royal Society for the Prevention of Accidents, 2018).

Μεθοδολογία



Βιβλιογραφική ανασκόπηση (1/2)

	Διεθνείς έρευνες που αφορούν την οδήγηση με επιρροή κούρασης
Πιθανότητα ατυχήματος	↑
Μέση ταχύτητα οδήγησης	↑
Χρόνος αντίδρασης	↑
Αριθμός οχημάτων που εγκατέλειψαν το δρόμο	↑
Αποκλίσεις από πλευρικές θέσεις δρόμου	↑
Αντίδραση σε κινδύνους	↓
Έλεγχος του οχήματος	↓
Παραβίαση ορίου ταχύτητας	↑
Διατήρησης λωρίδας	↓

Βιβλιογραφική ανασκόπηση (2/2)

- Η συλλογή δεδομένων της **πλειονότητας μελετών** πραγματοποιήθηκε με χρήση προσομοιωτή οδήγησης



Διεξαγωγή πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης

- **Μικρός αριθμός μελετών** για υπεραστικό δίκτυο



Εξέταση επιρροής της κούρασης για οδήγηση σε υπεραστικό δίκτυο

Συλλογή στοιχείων

Πειραματική διαδικασία μέσω **προσομοιωτή οδήγησης** και συλλογή **ερωτηματολογίων**

Στοιχεία συμμετεχόντων:

- 35 οδηγοί, 22 άντρες και 13 γυναίκες
- μέση οδηγική εμπειρία 5 έτη
- ηλικιακών ομάδων 18-30 ετών

Σενάρια Οδήγησης:

- Υπεραστικό Δίκτυο Χαμηλός Κυκλοφοριακός Φόρτος
- Υπεραστικό Δίκτυο Υψηλός Κυκλοφοριακός Φόρτος

Συνθήκες Οδήγησης:

- Οδήγηση από κουρασμένους συμμετέχοντες
- Οδήγηση από ξεκούραστους συμμετέχοντες



Επεξεργασία στοιχείων



Επεξεργασία Ερωτηματολογίων:

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

Επεξεργασία μετρήσεων πειράματος:

- Διαχωρισμός των μετρήσεων κουρασμένων - ξεκούραστων οδηγών και υψηλού - χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου
- Δημιουργία ενιαίου πίνακα

Δημιουργία τελικής βάσης δεδομένων: Ένωση των επεξεργασμένων πινάκων

Μεθοδολογία ανάλυσης

Μαθηματικά πρότυπα:

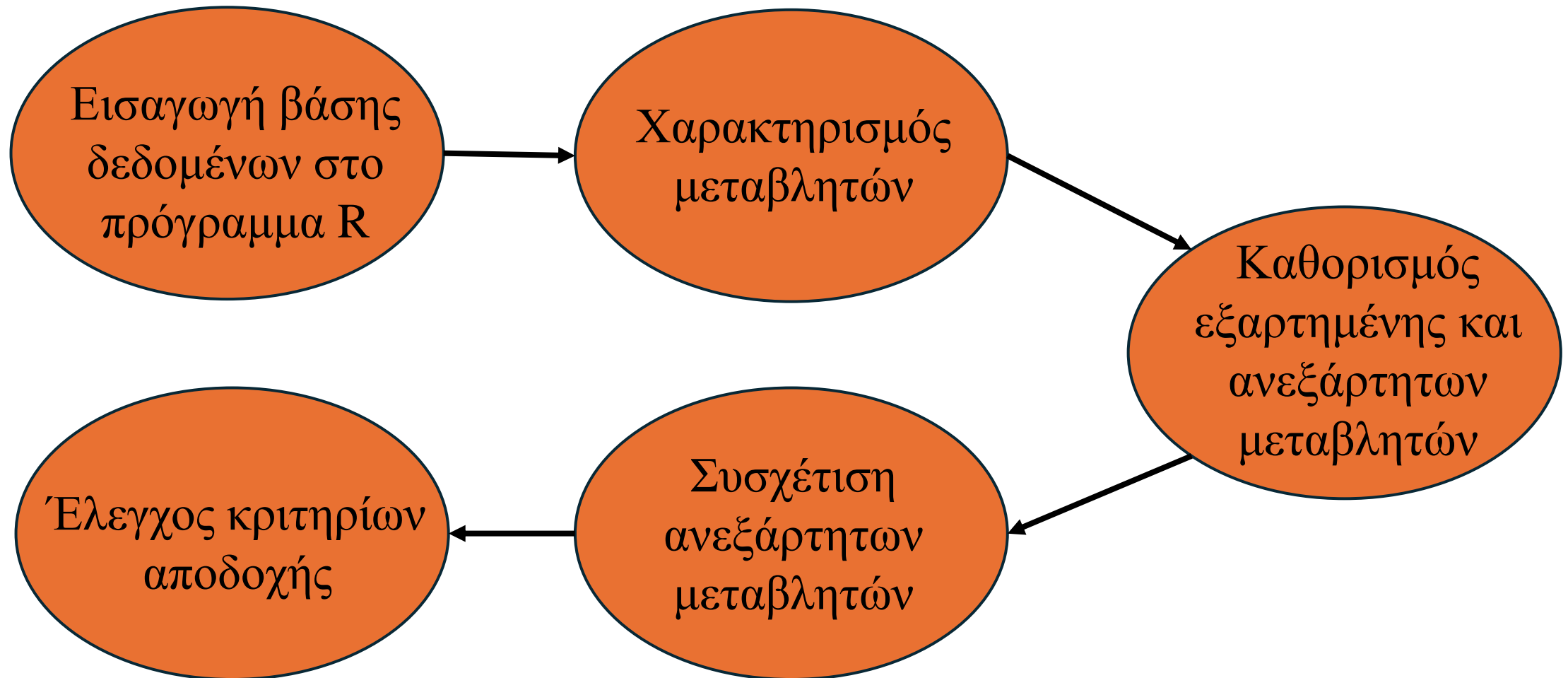
- Γραμμικό μοντέλο
- Διωνυμικό λογιστικό μοντέλο

Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου:

- Λογική εξήγηση συντελεστών μοντέλου (β_i)
- Στατιστική σημαντικότητα (t, wald, sig.)
- Ποιότητα μοντέλου (R^2)



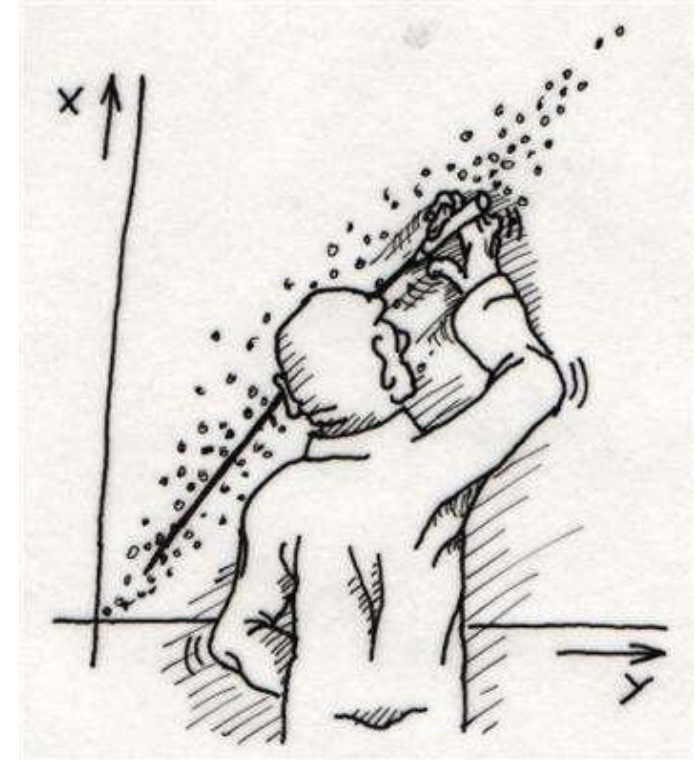
Βήματα διαδικασίας στατιστικής ανάλυσης



Ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων

Εκτίμηση οδηγικών μεγεθών (Παλινδρόμηση):

1. Μέση ταχύτητα οδήγησης
2. Μέσος χρόνος αντίδρασης
3. Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα
4. Πιθανότητα ατυχήματος



Μαθηματικό μοντέλο μέσης ταχύτητας οδήγησης

		Μέση Ταχύτητα Οδήγησης		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	Κόπωση	3,2422	0,05	1
	Κυκλοφοριακός Φόρτος	-7,4529	-0,12	-2,3
	Φύλο Οδηγού	-4,6072	-0,07	-1,42
Συνεχείς	Ώρες που είναι ξύπνιος ο οδηγός	0,490389	0,0001	

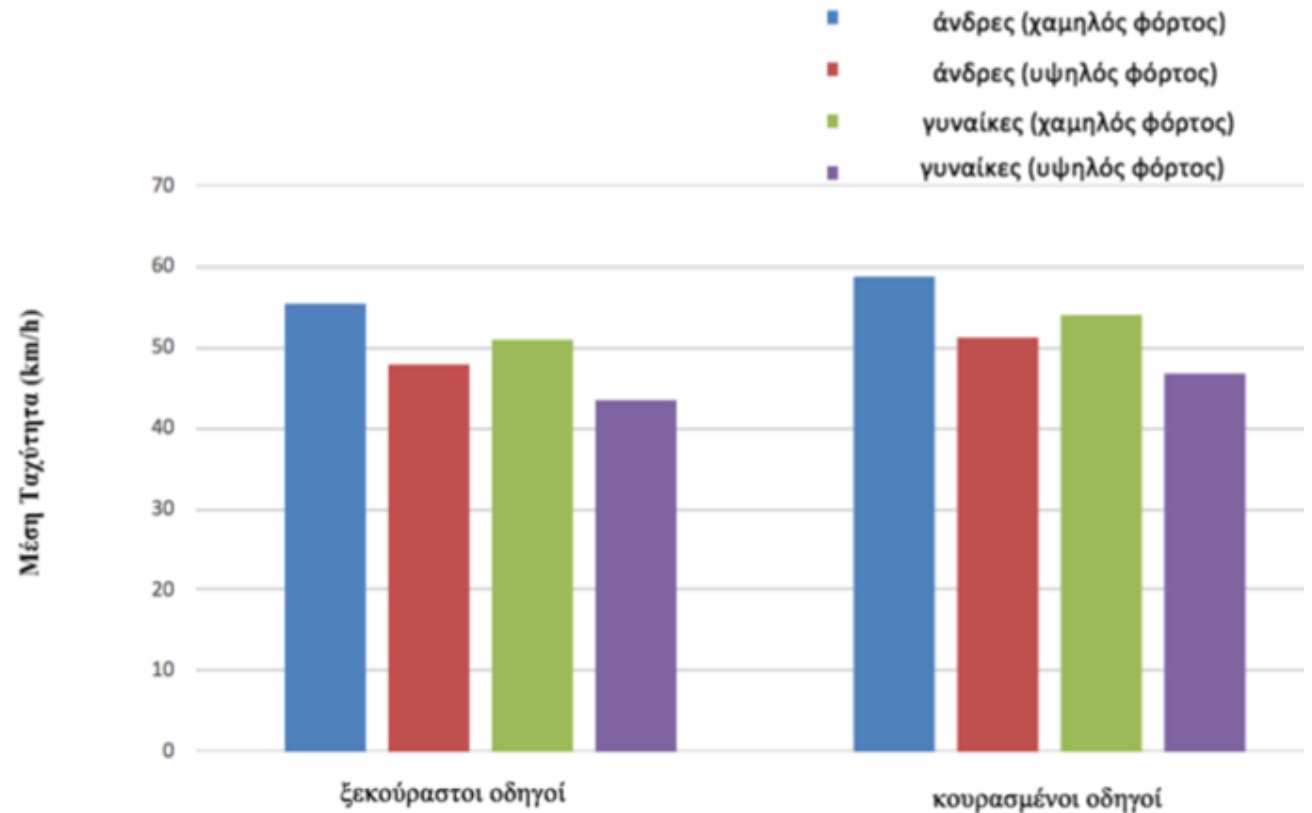
- Η κόπωση των οδηγών προκαλεί την **αύξηση της μέσης ταχύτητας** οδήγησης.
- Η μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο παρατηρείται από τον **κυκλοφοριακό φόρτο**.
- Το φύλου του οδηγού επηρεάζει την ταχύτητα οδήγησης κατά **1,42 φορές περισσότερο** από τη μεταβλητή της κούρασης.

$$R^2 = 0.34$$

Ανάλυση ευαισθησίας μαθηματικού μοντέλου μέσης ταχύτητας οδήγησης

Χαμηλότερη μέση ταχύτητα οδήγησης αναπτύσσουν:

- Οι ξεκούραστοι οδηγοί
- Οι γυναίκες οδηγοί σε οποιαδήποτε κυκλοφοριακές συνθήκες
- Και τα δύο φύλα σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο



Μαθηματικό μοντέλο μέσου χρόνου αντίδρασης

		Μέσος Χρόνος Αντίδρασης		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	Κόπωση	0,4293	0,2484	1
	Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,4371	-0,2529	-1,02
Συνεχείς	Ώρες που είναι ξύπνιος ο οδηγός	0,014	0,0001	1
	Επίπεδα κούρασης με τα οποία οδηγεί γενικά ο οδηγός	-0,0705	-0,0004	16

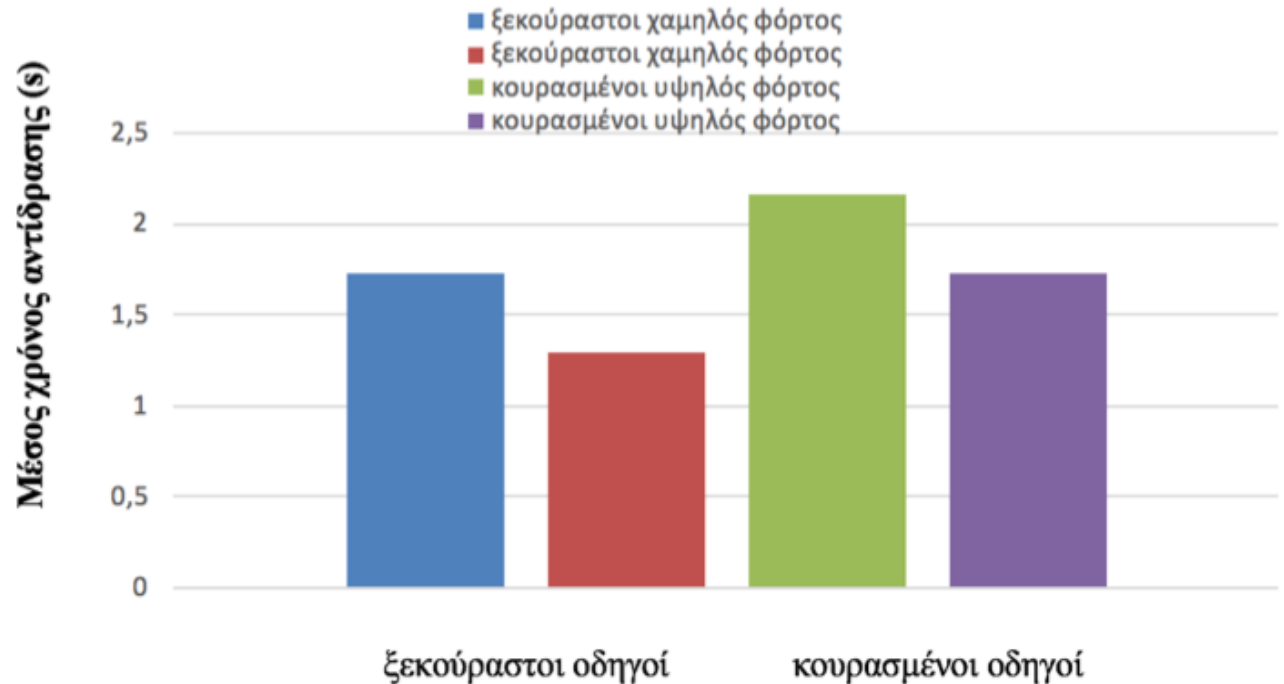
- Η κόπωση των οδηγών προκαλεί την **αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης**.
- Ο **υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος** προκαλεί μικρότερους χρόνους αντίδρασης σε σχέση με τον χαμηλό.
- Όσο πιο **συχνά οδηγεί κάποιος κουρασμένος**, τόσο μικρότερος είναι ο χρόνος αντίδρασής του.

$$R^2 = 0.54$$

Ανάλυση ευαισθησίας μαθηματικού μοντέλου μέσου χρόνου αντίδρασης

Μικρότερο μέσο χρόνο αντίδρασης έχουν:

- Οι ξεκούραστοι οδηγοί
- Και τα δύο φύλα σε συνθήκες χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου



Μαθηματικό μοντέλο μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

		Μέση Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*
Διακριτές	Κόπωση	-69,5658	-0,11	1
	Κυκλοφοριακός Φόρτος	-395,3924	-0,65	5,68
	Φύλο Οδηγού	94,8012	0,16	-1,36
Συνεχείς	Ατυχήματα με υλικές ζημιές που είχαν στο παρελθόν οι οδηγοί όντας κουρασμένοι	-83,8675	-0,14	1,21

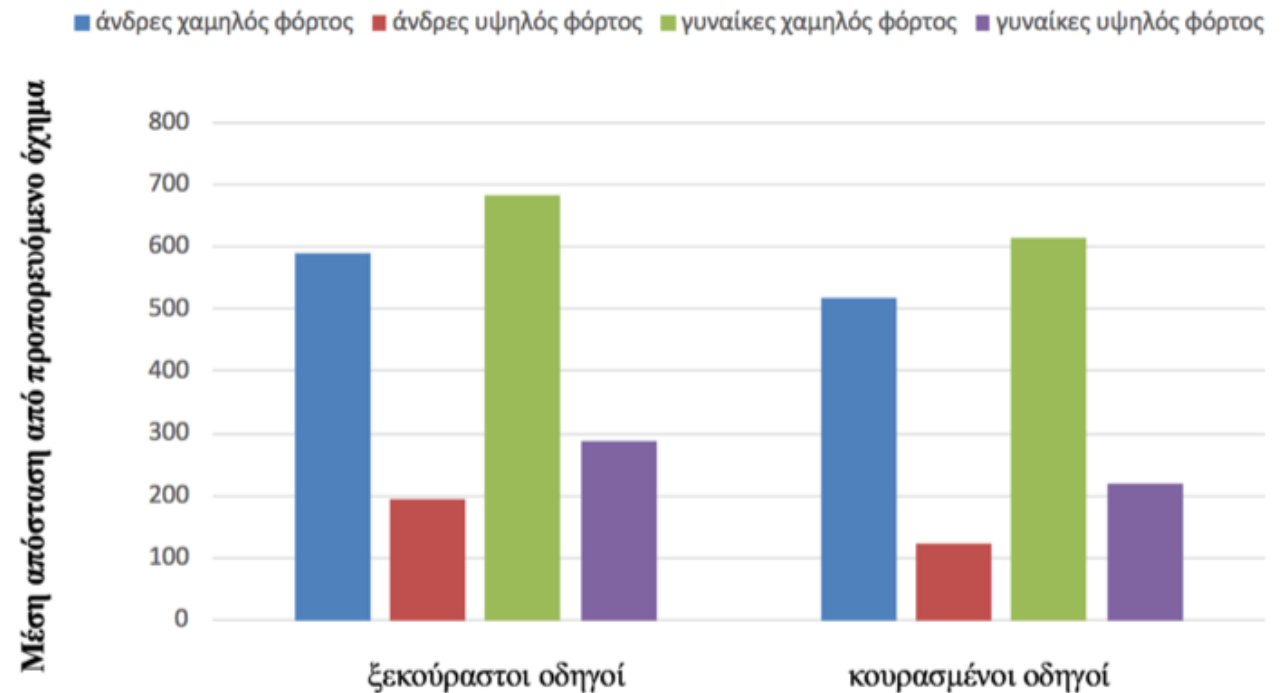
- Η κόπωση των οδηγών προκαλεί την **μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.**
- Η μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο παρατηρείται από τον κυκλοφοριακό φόρτο.
- Το φύλο του οδηγού επηρεάζοντας την εξαρτημένη μεταβλητή κατά 1,36 φορές περισσότερο από τη μεταβλητή της κούρασης.

$$R^2 = 0.56$$

Ανάλυση ευαισθησίας μαθηματικού μοντέλου μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Μικρότερη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα έχουν:

- Οι κουρασμένοι οδηγοί
- Οι άνδρες οδηγοί σε οποιαδήποτε κυκλοφοριακές συνθήκες
- Και τα δύο φύλα σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο



Μαθηματικό μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος

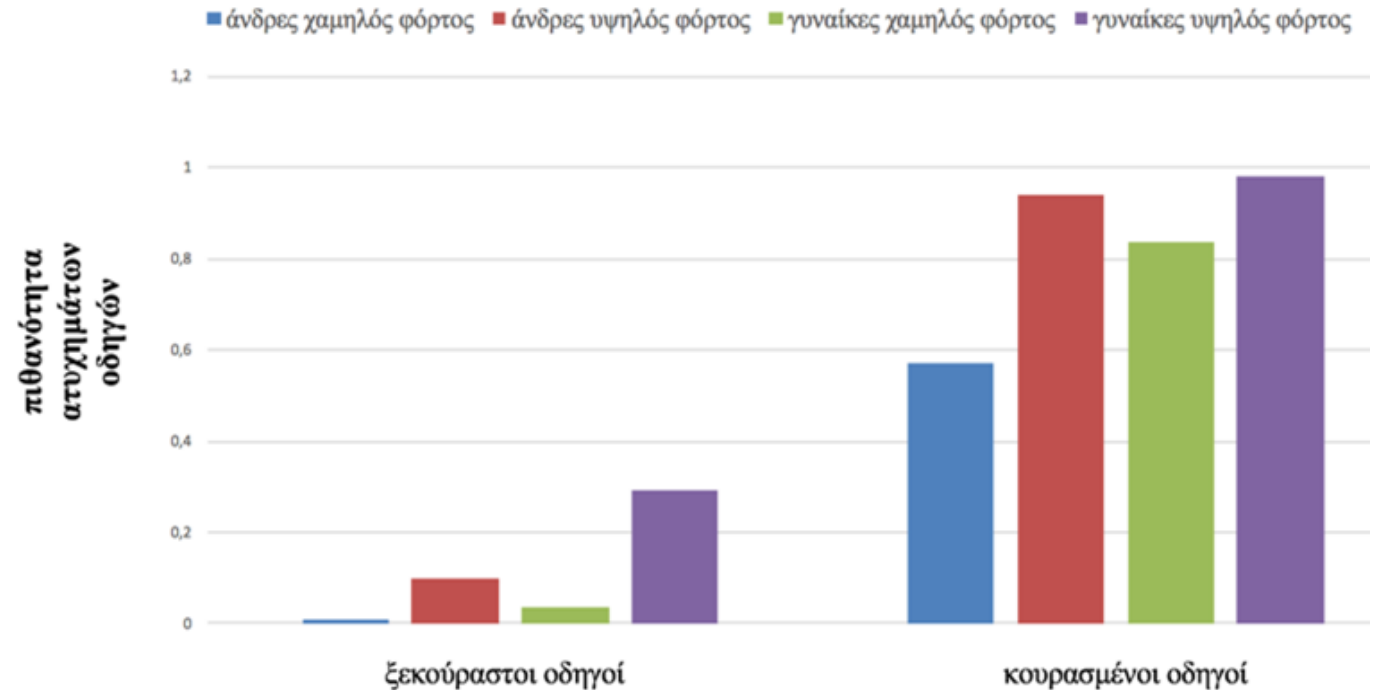
		Πιθανότητα Ατυχήματος			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*	Wald
Διακριτές	Κόπωση	4,957	0,98	1,02	5,946
	Κυκλοφοριακός Φόρτος	2,437	0,96	1	3,907
	Φύλο Οδηγού	1,345	0,99	1,03	2,251

- Η κόπωση των οδηγών προκαλεί **αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος**.
- Η μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο παρατηρείται από το **φύλο του οδηγού**.
- Η επιρροή της κούρασης, παρατηρείται **2% μεγαλύτερη** από την επιρροή της μεταβλητής που εκφράζει τον κυκλοφοριακό φόρτο.

Ανάλυση ευαισθησίας μαθηματικού μοντέλου πιθανότητας ατυχήματος

Μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος παρουσιάζουν:

- Οι κουρασμένοι οδηγοί
- Οι γυναίκες οδηγοί
- Και τα δύο φύλα σε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο



Σύνοψη μοντέλων εκτίμησης οδηγικών μεγεθών

		Μέση Ταχύτητα οδήγησης			Μέσος Χρόνος Αντίδρασης			Μέση Απόσταση από Προπορευόμενο Όχημα			Πιθανότητα Ατυχήματος			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές		B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*	B	e	e*	Wald
Διακριτές	Κόπωση	3,242211	0,05	1	0,4293898	0,2484	1	-69,5658	-0,11	1	4,957	0,98	1,02	5,946
	Κυκλοφοριακός φόρτος	-7,4529	-0,12	-2,3	-0,4371483	-0,2529	-1,02	-395,3924	-0,65	5,68	2,437	0,96	1	3,907
	Φύλο Οδηγού	-4,6072	-0,07	-1,42				94,8012	0,16	-1,36	1,345	0,99	1,03	2,251
Συνεχείς	Ώρες που είναι ζύπνιος ο οδηγός	0,490389	0,0001		0,0140017	0,0001	1							
	Επίπεδα Κούρασης με τα οποία οδηγεί γενικά ο οδηγός				-0,0705326	-0,0004	16							
	Ατυχήματα με υλικές ζημιές που είχαν στο παρελθόν οδηγοί όντας κουρασμένοι							-83,86754	-0,14	1,21				
R²		0.3447			0.5414			0.5579						

Συμπεράσματα (1/2)

- Οι **κουρασμένοι** οδηγοί έχουν σημαντικά **μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος**, αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες, διατηρούν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα και ταυτόχρονα έχουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης καθιστώντας τους έτσι πιο ευάλωτους σε συγκρούσεις.
- Η **υπό κόπωση οδήγηση ωθεί στην ανάπτυξη μεγαλύτερων ταχυτήτων**, διότι πιθανόν οι οδηγοί δεν έχουν την πλήρη αντίληψη της ταχύτητάς τους, δεν φαίνεται να αναγνωρίζουν ότι έχουν μειωμένη απόδοση και δεν αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι όσες **περισσότερες ώρες είναι άυπνος** ο οδηγός τόσο μεγαλύτερη παρατηρήθηκε να είναι η μέση ταχύτητα του.
- Όσοι **οδηγούν γενικά στη ζωή τους κουρασμένοι** έχουν **μικρότερους χρόνους αντίδρασης**, κάτι που πιθανότατα συμβαίνει επειδή είναι συνηθισμένοι στο να οδηγούν υπό αυτές τις συνθήκες και άρα βρίσκονται σε μεγαλύτερη εγρήγορση.

Συμπεράσματα (2/2)

- Όσο περισσότερες ώρες είναι ξύπνιος ο οδηγός τόσο αυξάνονται οι χρόνοι αντίδρασής του, γεγονός που εξηγείται πιθανόν εξαιτίας της αυξανόμενης κούρασης του και της έλλειψης εγρήγορσης.
- Ταυτόχρονα ο παράγοντας του ιστορικού των ατυχημάτων με υλικές ζημιές που έχουν οι οδηγοί όντας κουρασμένοι οδηγεί και αυτός σε μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, πιθανότατα διότι οι οδηγοί με περισσότερα ατυχήματα δεν είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί και δεν οδηγούν αμυντικά.
- Οι γυναίκες διατηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα συγκριτικά με τους άντρες, αφού συνήθως οδηγούν πιο προσεκτικά και με μεγαλύτερη αίσθηση του κινδύνου και εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος, πιθανότατα επειδή είναι λιγότερο εξοικειωμένες με την οδήγηση υπό κούραση, αφού κατά βάση δεν επιλέγουν να οδηγούν επικίνδυνα.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Εξέταση **μεγαλύτερου δείγματος** συμμετεχόντων για τη διεξαγωγή του πειράματος.
- Μεγαλύτερο εύρος **ηλικιακών ομάδων**.
- Επιλογή **επιπλέον στατιστικών μεθόδων ανάλυσης**.
- Εξέταση **επιπλέον τύπων οδού** εκτός από το υπεραστικό περιβάλλον.
- Εξέταση **επιπλέον σεναρίων** οδήγησης που αφορούν τις **ώρες της ημέρας** οδήγησης και τις **καιρικές συνθήκες**.
- Διερεύνηση της επίδρασης **άλλων φαινομένων που προκαλούν κόπωση**, πλην της αϋπνίας.
- Διερεύνηση της επίδρασης **άλλων φαινομένων** που θα μπορούσαν να επηρεάζουν **αρνητικά** την οδηγική συμπεριφορά **σε συνδυασμό με την κόπωση**.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΚΟΥΡΑΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ



Ευχαριστώ για
την προσοχή
σας!

Γεώργιος Τζιουβάρας

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

Αθήνα, Ιούλιος 2024