



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής
Υποδομής

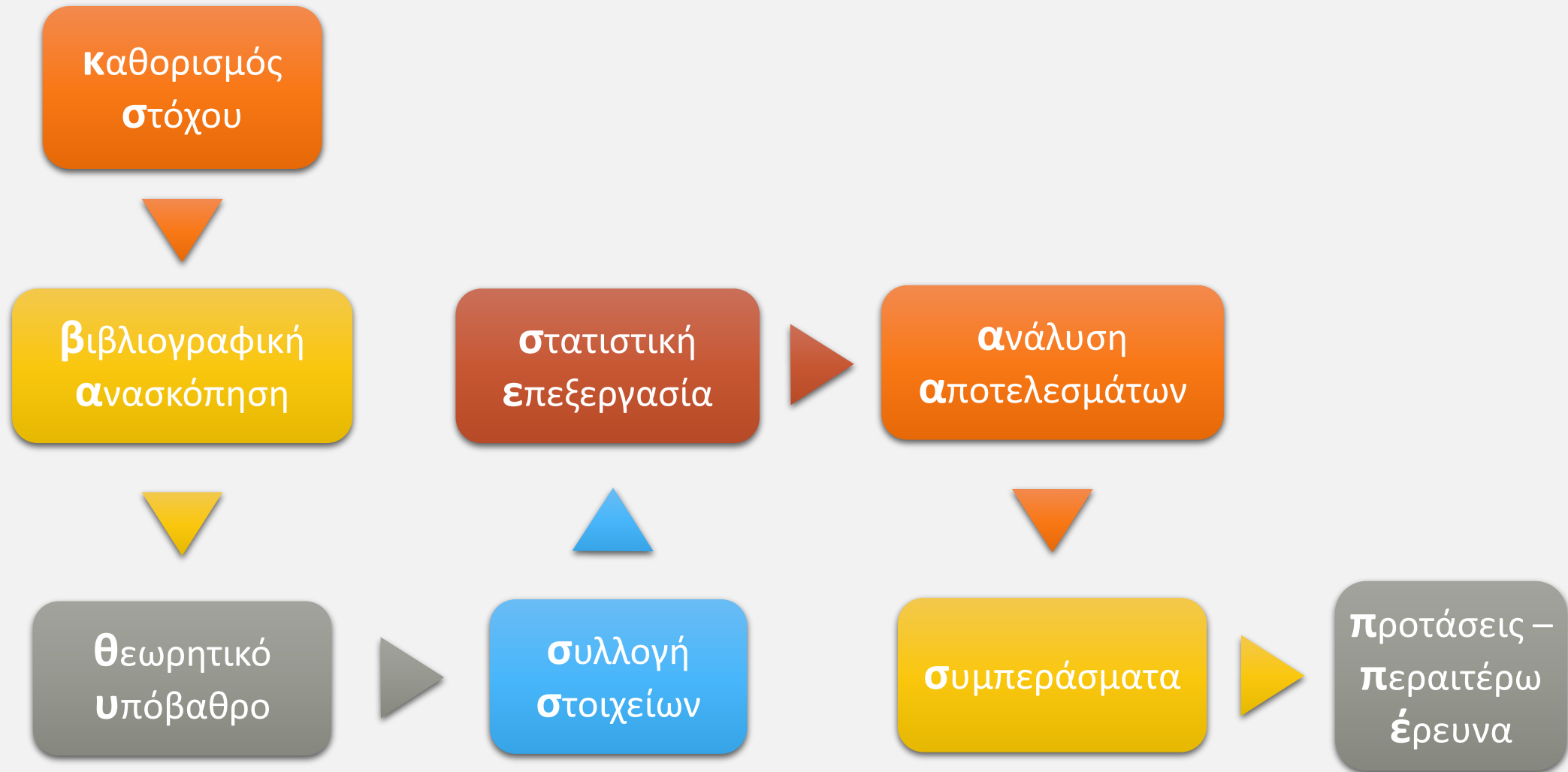
Ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών στις επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Ελευθερία Κυριακούλη

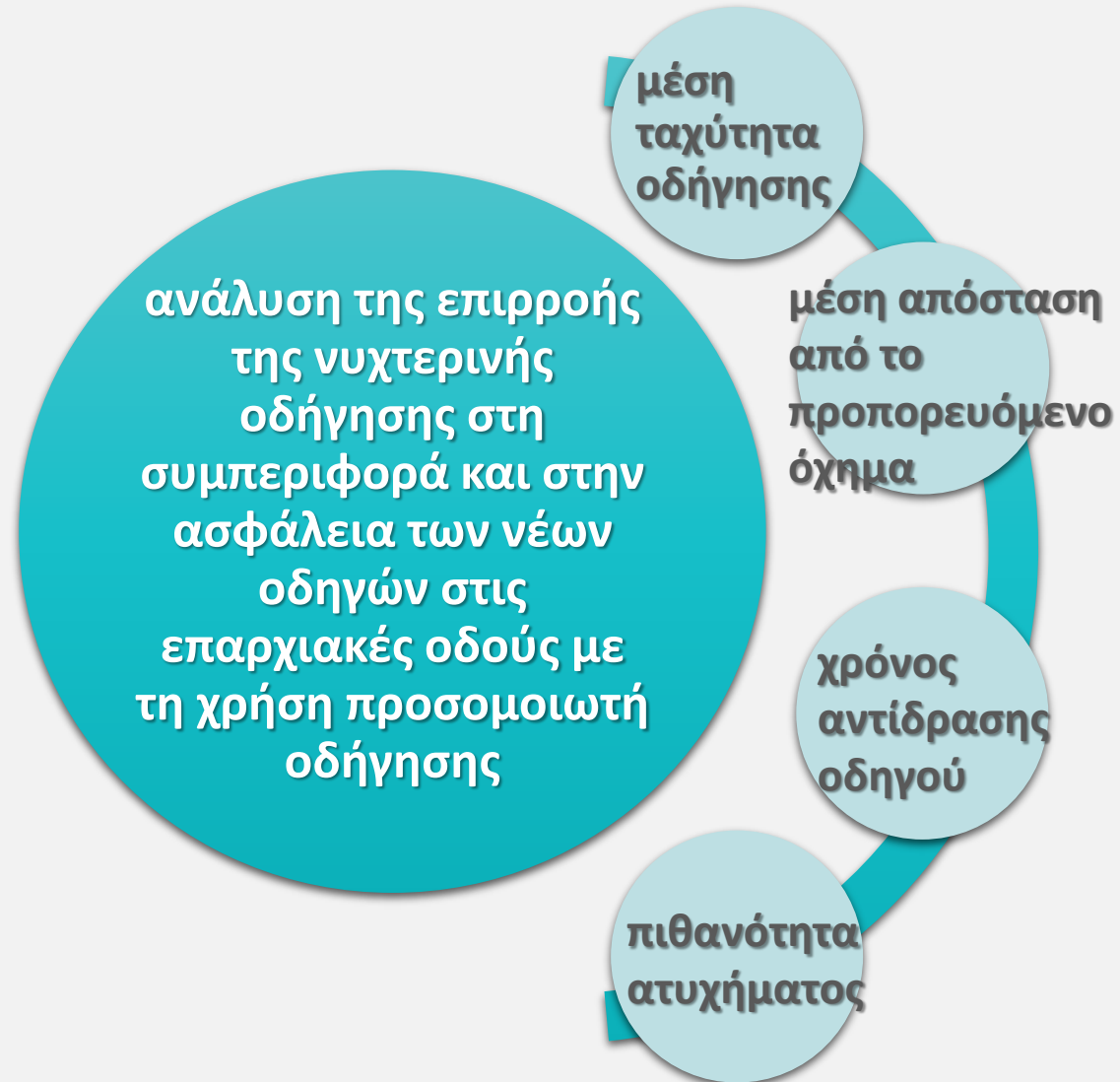
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Νοέμβριος 2017



ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η νυχτερινή οδήγηση φαίνεται ότι συμβάλλει στη μεταβολή της:

οδηγικής συμπεριφοράς

- Μεγάλη μείωση της ταχύτητας σε μεγάλου μήκους καμπύλες
- Σημαντική αύξηση χρόνου αντίδρασης οδηγού
- Αύξηση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα (λόγω επιβράδυνσης αντανακλαστικών)
- Μεγαλύτερη διάρκεια επεξεργασίας οπτικών πληροφοριών

ασφάλειας του οδηγού

- Μεγαλύτερη “σοβαρότητα” ατυχημάτων σε σχέση με την ημέρα
- Υψηλά ποσοστά θανατηφόρων ατυχημάτων για όλες τις ηλικίες
- Υψηλότερα ποσοστά θανατηφόρων ατυχημάτων για τους άνδρες ηλικίας 16 ετών, σε σχέση με τις γυναίκες

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Μέθοδοι ανάλυσης:



☐ Γραμμική
παλινδρόμηση
(συνεχής
εξαρτημένη)

☐ Λογαριθμοκανονική
παλινδρόμηση
(συνεχής
εξαρτημένη)

☐ Λογιστική
παλινδρόμηση
(διακριτή
εξαρτημένη)

Μεταβλητές:



☐ Εξαρτημένες
(συνεχείς και
διακριτές)

☐ Ανεξάρτητες
(συνεχείς και
διακριτές)

Στατιστικοί Έλεγχοι:



☐ Συσχέτιση των
ανεξάρτητων
μεταβλητών

☐ Συντελεστές β_i

☐ Στατιστική
σημαντικότητα
(δείκτης t , Wald)

☐ Σφάλμα

☐ Ποιότητα του
μοντέλου (R^2 ,
Likelihood Ratio
Test)

Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ

μειονεκτήματα

Μη ρεαλιστική απεικόνιση

Διαφορετική αντίληψη των πραγματικών παραμέτρων οδήγησης

Αίσθημα ζαλάδας ή ναυτίας

πλεονεκτήματα

Ρεαλιστικές συνθήκες οδήγησης

Εξελιγμένο λογισμικό προσομοίωσης

Μέτρηση κάθε μεταβλητής 30 φορές ανά δευτερόλεπτο

Προσομοίωση επικίνδυνων συμβάντων

Απόλυτη ασφάλεια οδηγού

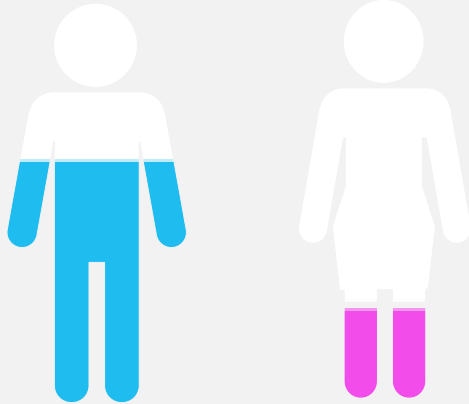


ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

35 συμμετέχοντες

66%

34%



23 άνδρες 12 γυναίκες

ηλικίας 20-30
ετών

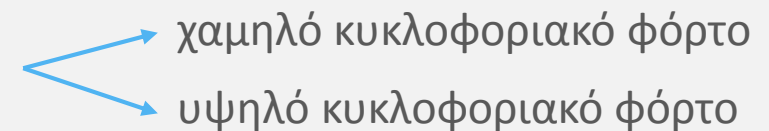
Οδήγησαν 4 φορές ο καθένας
2,1 km σε επαρχιακή οδό

Συμπλήρωση ερωτηματολογίου

Δοκιμαστική διαδρομή για την εξοικείωση των συμμετεχόντων με τον προσομοιωτή

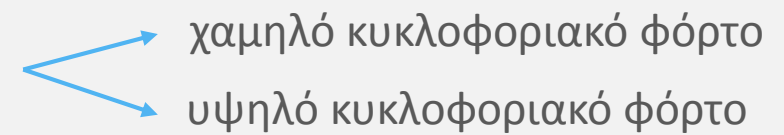
Οδήγηση σε επαρχιακό οδικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της **ημέρας**

υπό



Οδήγηση σε επαρχιακό οδικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της **νύχτας**

υπό



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Επεξεργασία ερωτηματολογίων

Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή

- Οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας
- Υψηλός ή χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος
- Ύπαρξη ή όχι επικίνδυνου συμβάντος

Δημιουργία βάσης δεδομένων

- Βασικά χαρακτηριστικά οδηγού (φύλλο και ηλικία)
- Δεδομένα των μετρήσεων του προσομοιωτή (ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης, ατύχημα κλπ.)

Προσθήκη μεταβλητών ερωτηματολογίου για κάθε οδηγό

Δημιουργία τελικής βάσης δεδομένων

- 4 σειρές ανά οδηγό, όσα και τα σενάρια οδήγησης

ΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (1/2)

	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος		Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος	
	Ημέρα	Νύχτα	Ημέρα	Νύχτα
Ταχύτητα οδήγησης (km/h)	47,90	48,00	52,16	50,62
Διακύμανση πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή (m)	0,263	0,259	0,257	0,243
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)	148,09	139,57	430,76	458,78
Χρόνος αντίδρασης (sec)	0,748	0,846	0,821	0,854
Αριθμός ατυχημάτων	4	11	5	15

Κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα οι οδηγοί είχαν:

→ Μικρή μείωση της ταχύτητας

→ Μεγάλη αύξηση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

→ Αυξημένους χρόνους αντίδρασης

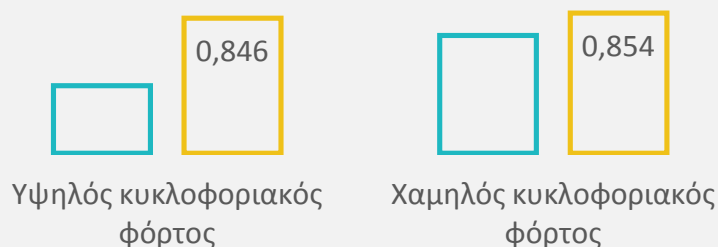
→ Περισσότερα ατυχήματα

ΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (2/2)

Χρόνος αντίδρασης σε
απρόοπτο συμβάν (sec)

■ Ημέρα ■ Νύχτα

0,900
0,850
0,800
0,750
0,700
0,650



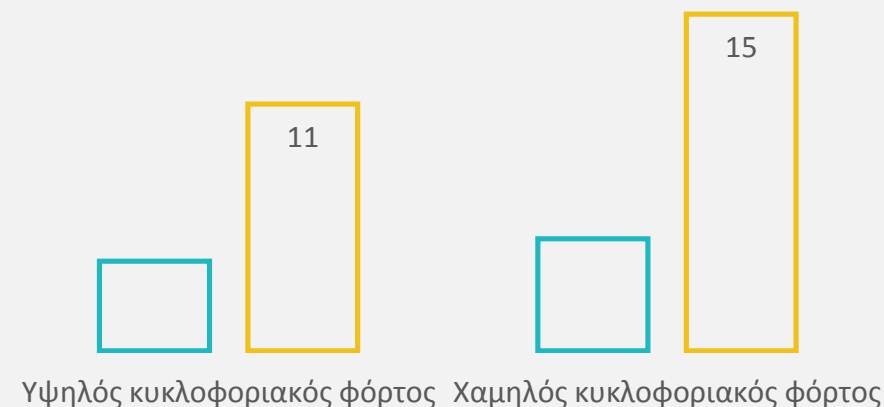
→ αύξηση του χρόνου
αντίδρασης των οδηγών κατά
τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα
τόσο υπό **υψηλό** όσο και υπό
χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο

→ αύξηση των ατυχημάτων κατά
τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα
τόσο υπό **υψηλό** όσο και υπό
χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο

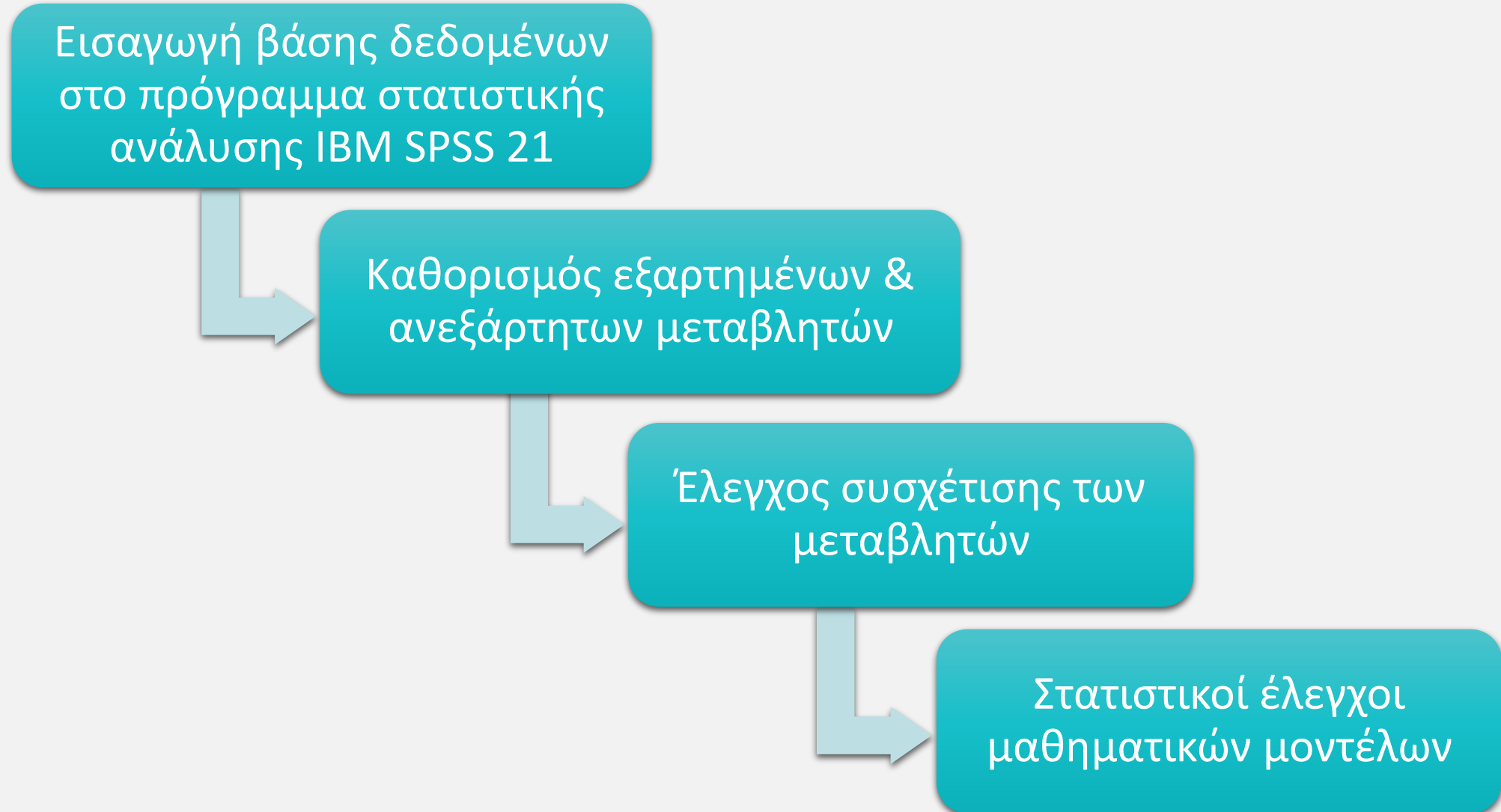
Αριθμός ατυχημάτων

■ Ημέρα ■ Νύχτα

16
14
12
10
8
6
4
2
0



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ



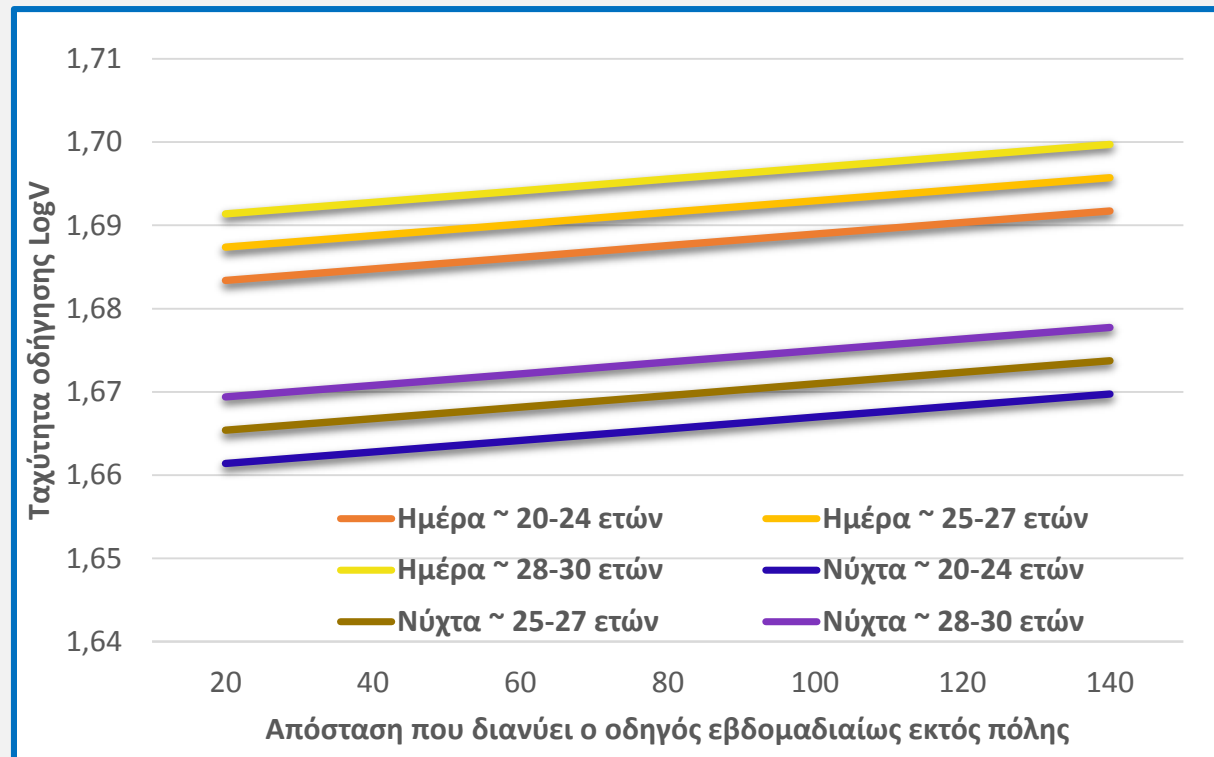
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης			
	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νυχτερινή οδήγηση	-0,022	-6,318	-0,0065	4,16
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,007	-1,987	-0,0021	1,34
Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	0,008	5,813	0,0146	-9,28
Διακύμανση θέσης τιμονιού	0,030	18,971	0,3618	-23,70
Ηλικία	0,004	1,703	0,0043	-2,75
Διανυόμενα χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0,00007	2,134	0,0022	-1,39
Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα	-0,013	-2,749	-0,0016	1,00

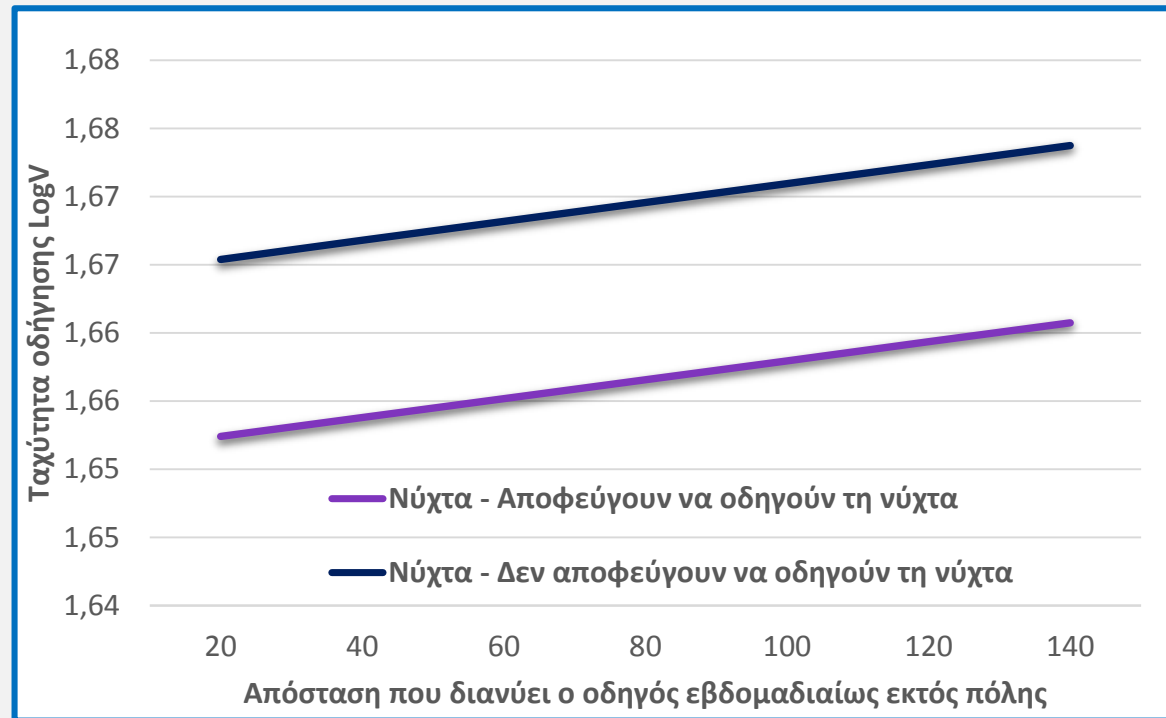
- 3^η με τη μεγαλύτερη επιρροή **η νυχτερινή οδήγηση** σε σχέση με τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές
- Μικρότερη η επιρροή της μεταβλητής “Ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί τη νύχτα”

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΔΙΑΝΥΕΙ Ο ΟΔΗΓΟΣ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΩΣ ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ Ή ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΙΚΙΑ



→ Οι συμμετέχοντες οι οποίοι διανύουν εβδομαδιαίως περισσότερα χιλιόμετρα εκτός πόλης, φαίνεται να είναι και εκείνοι που οδηγούσαν με υψηλότερη ταχύτητα

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΔΙΑΝΥΕΙ Ο ΟΔΗΓΟΣ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΩΣ ΕΚΤΟΣ ΠΟΛΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΦΕΥΓΟΥΝ ΝΑ ΟΔΗΓΗΣΟΥΝ Ή ΌΧΙ ΤΗ ΝΥΧΤΑ



→ Όσοι από τους συμμετέχοντες αποφεύγουν να οδηγούν τη νύχτα, φαίνεται να είναι εκείνοι που οδηγούσαν με χαμηλότερη ταχύτητα

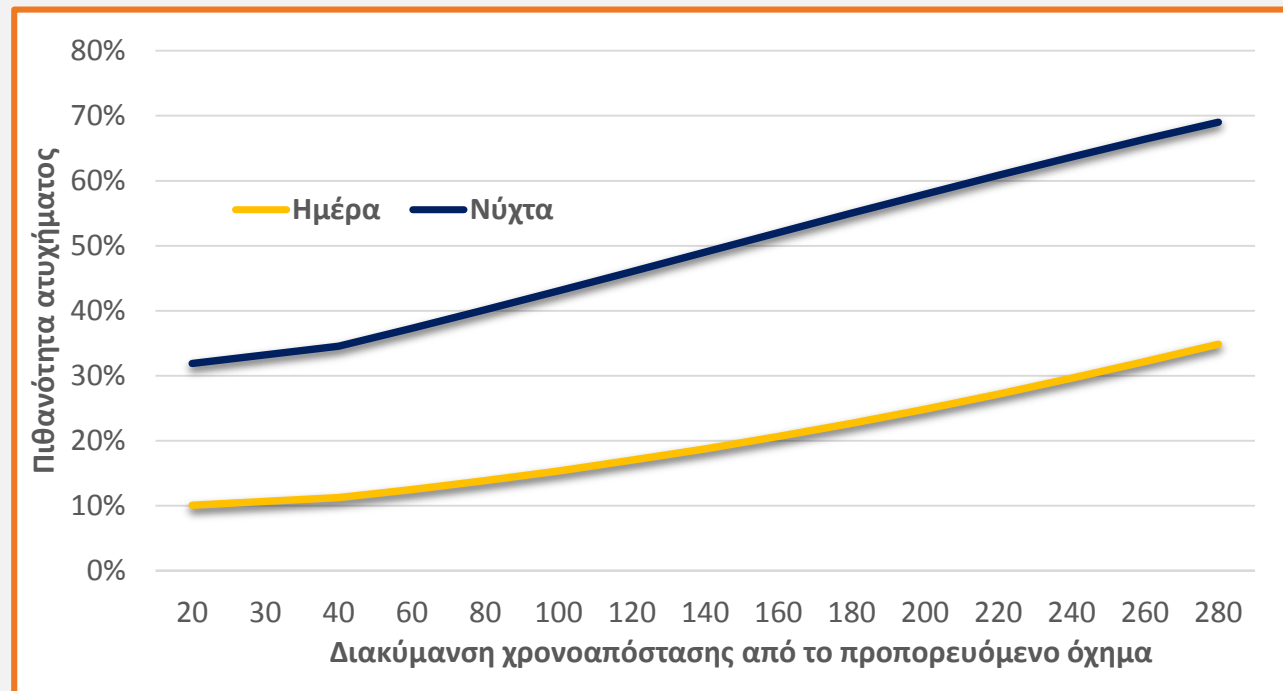
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα να συμβεί ατύχημα			
	βi	Wald	Σχετική επιρροή	
			ei	ei*
Νυχτερινή οδήγηση	1,426	9,194	1,7200	4,73
Οδηγική εμπειρία	0,779	3,695	1,2049	3,32
Ηλικία	-0,700	3,694	0,3633	1,00
Διακύμανση χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα	0,006	6,470	0,4104	1,13
Φύλο	0,793	2,246	0,6471	1,78

- Μεγαλύτερη η επιρροή της **νυχτερινής οδήγησης** σε σχέση με τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές
- Μικρότερη η επιρροή της ηλικίας

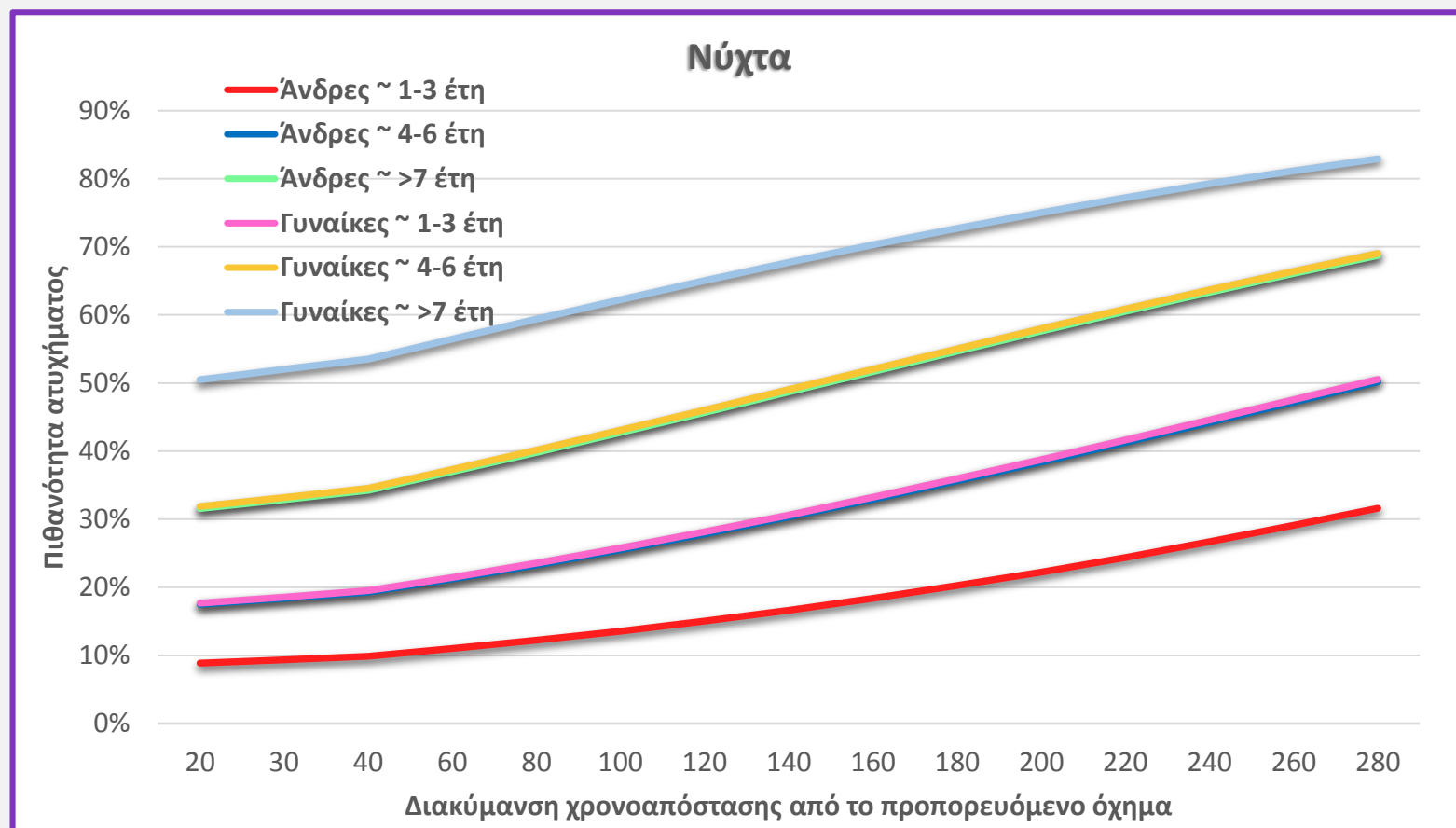
ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ ΓΙΑ ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ Ή ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ



→ Οι συμμετέχοντες παρουσίασαν σε οποιαδήποτε περίπτωση μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος κατά τη διάρκεια οδήγησης τη νύχτα συγκριτικά με την ημέρα λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας του περιβάλλοντος οδήγησης

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ ΓΙΑ ΟΔΗΓΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΝΥΧΤΑΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΦΥΛΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ

→ Οι συμμετέχοντες οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη οδηγική εμπειρία, φαίνεται να είναι και αυτοί οι οποίοι παρουσίασαν μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος, ανεξαρτήτως φύλου



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης				Πιθανότητα να συμβεί ατύχημα			
	βi	t	Σχετική επιρροή		βi	t	Σχετική επιρροή		βi	t	Σχετική επιρροή		βi	Wald	Σχετική επιρροή	
			ei	ei*			ei	ei*			ei	ei*			ei	ei*
Νυχτερινή οδήγηση	-0,022	-6,318	-0,0065	4,16	39,300	3,707	0,1403	1,00	101,030	1,806	0,0784	1,91	1,426	9,194	1,7200	4,73
Ηλικία	0,004	1,703	0,0043	-2,75									-0,700	3,694	0,3633	1,00
Φύλο					48,618	3,575	0,4137	2,95	148,983	2,307	0,2718	6,62	0,793	2,246	0,6471	1,78
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,007	-1,987	-0,0021	1,34	-333,608	-31,330	-2,0212	-14,41								
Μέση εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση σε επαρχιακή οδό	0,00007	2,134	0,0022	-1,39					0,969	2,058	0,0697	1,70				
Οδηγική εμπειρία					-15,392	-2,118	-0,2338	-1,67					0,779	3,695	1,2049	3,32
Αν ο οδηγός αποφεύγει να οδηγεί κατά την διάρκεια της νύχτας	-0,013	-2,749	-0,0016	1,00					141,628	2,001	0,0411	1,00				
Ποσοστό της διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο	0,008	5,813	0,0146	-9,28												
Διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης									-24,145	-2,167	-0,3874	-9,43				
Διακύμανση της μέσης τιμής της θέσης τιμονιού	0,030	18,971	0,3618	-23,70	-56,204	-14,072	-8,4085	-59,95								
Διακύμανση της μέσης χρονοαπόστασης από το προπορευόμενο όχημα													0,006	6,470	0,4104	1,13

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (1/2)

Η νυχτερινή οδήγηση σε επαρχιακή οδό φαίνεται ότι:

Επιφέρει μείωση στη μέση ταχύτητα οδήγησης και αύξηση στη μέση απόσταση που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα και παρόλα αυτά η ασφαλέστερη αυτή συμπεριφορά δεν επαρκεί για να αντισταθμίσει την αύξηση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε περίπτωση απρόοπτου συμβάντος, με αποτέλεσμα τελικώς να αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα ατυχήματος.

Μειώνει την ταχύτητα κυκλοφορίας και ενδεχομένως, η μείωση αυτή επιλέγεται ως αντιστάθμιση των οδηγών όταν έρχονται αντιμέτωποι με ένα περιβάλλον το οποίο απαιτεί αυξημένες πνευματικές και οδηγικές απαιτήσεις.

Επιφέρει αύξηση της μέσης απόστασης που διατηρούν οι οδηγοί από το προπορευόμενο όχημα, καθώς η ύπαρξη του παράγοντα της νύχτας, ενδεχομένως ωθεί τους οδηγούς να αντισταθμίσουν τον πιθανό κίνδυνο διατηρώντας μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (2/2)

Επιπλέον, προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες, οι οποίοι θα απέφευγαν να οδηγήσουν κατά τη διάρκεια της νύχτας σε επαρχιακή οδό, τελικά αποδείχθηκε ότι όντως θεωρούν επικίνδυνο παράγοντα τη νύχτα, με αποτέλεσμα να οδηγούνται σε αύξηση του χρόνου αντίδρασής τους.

Αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα τη νύχτα, γεγονός το οποίο ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι οδηγοί αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία να συγκεντρωθούν στην οδήγηση λόγω της μειωμένης ορατότητας και του ανεπαρκούς οδικού φωτισμού, με αποτέλεσμα να εμπλέκονται πιο εύκολα σε ατυχήματα.

Οι κυκλοφοριακές συνθήκες φαίνεται να μην επηρεάζουν καθόλου την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, γεγονός που πιθανώς συμβαίνει επειδή στην επαρχιακή οδό ο υψηλός και ο χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος είναι μια παρόμοια κατάσταση, λόγω της μειωμένης κυκλοφορίας που ήδη επικρατεί.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

- Εγκατάσταση οδικού φωτισμού και σήμανσης σε όλες τις επαρχιακές οδούς στην Ελλάδα, ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της νύχτας
- Βελτίωση της οριζόντιας σήμανσης με διαγράμμιση με φωσφορίζουσες οριογραμμές και διαχωριστικές γραμμές
- Βελτίωση της υποδομής του επαρχιακού οδικού δικτύου και άμεση διόρθωση των κακοτεχνιών των οδοστρωμάτων
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα οδικής ασφάλειας μέσω διαφόρων εκστρατειών που σχετίζονται με τη σωστή εκπαίδευση για τους κινδύνους που προκύπτουν από τη νυχτερινή οδήγηση



DRIVE
SAFELY

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Εφαρμογή
του
πειράματος:



εφαρμογή άλλων
μεθόδων
στατιστικής
ανάλυσης

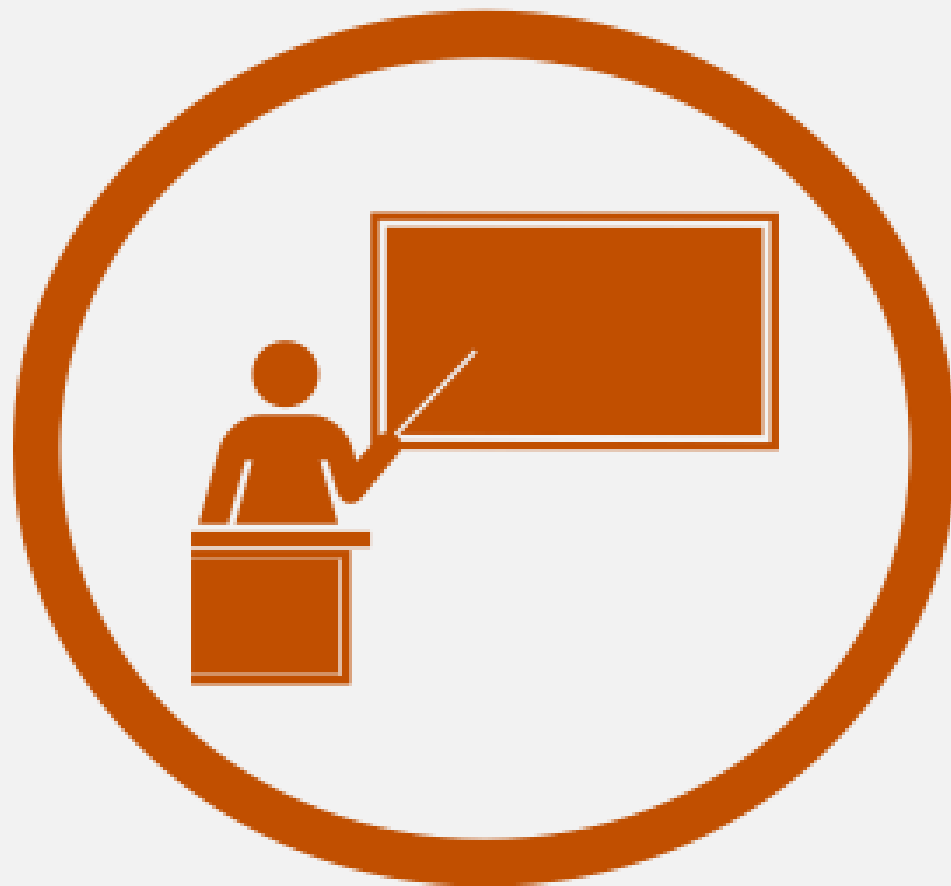
με μεγαλύτερο
δείγμα
συμμετεχόντων

με
συμμετέχοντες
διαφορετικών
ηλικιακών
ομάδων

υπό την
επίδραση άλλων
περιβαλλοντικών
συνθηκών

σε άλλα οδικά
περιβάλλοντα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ...





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής
Υποδομής

Ανάλυση της επιρροής της νυχτερινής οδήγησης στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια των νέων οδηγών στις επαρχιακές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Ελευθερία Κυριακούλη

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Νοέμβριος 2017

