



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΤΗ ΝΥΧΤΑ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

ΑΡΜΙΡΑ ΚΟΝΤΑΞΗ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

❖ Διερεύνηση της επιρροής της οδήγησης τη νύχτα στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια νέων οδηγών σε αστικές οδούς με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Πώς μεταβάλλονται:

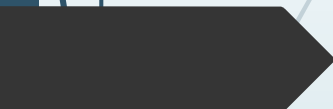
- Μέση ταχύτητα οδήγησης
- Διακύμανση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα
- Μέσος χρόνος αντίδρασης
- Συνεπαγόμενη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Διεθνείς έρευνες κυρίως σε περιβάλλον προσομοίωσης



Μεταβολή συμπεριφοράς των οδηγών κατά τη νυχτερινή οδήγηση



Μείωση
αποτελεσματικότητας
οπτικής αντίληψης
οδικού
περιβάλλοντος

Αυξημένες και
μειωμένες ταχύτητες
οδήγησης ανάλογα
με τον τύπο της οδού

Αυξημένοι χρόνοι
αντίδρασης λόγω
χαμηλής
φωτεινότητας και
αντίθεσης

Αύξηση
θανατηφόρων
ατυχημάτων κυρίως
σε οδούς χωρίς
φωτισμό

Όσο μεγαλύτερη η
έλλειψη ορατότητας
τόσο πιο σοβαρά τα
ατυχήματα

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Μέθοδοι ανάλυσης

- ❖ Γραμμική παλινδρόμηση
- ❖ Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση
- ❖ Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης

Μεταβλητές

- ❖ Εξαρτημένες
(διακριτές και συνεχείς)
- ❖ Ανεξάρτητες
(διακριτές και συνεχείς)

Στατιστικοί έλεγχοι

- ❖ Συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών
- ❖ Συντελεστές β_i
- ❖ Στατιστική σημαντικότητα
(δείκτης t , Wald)
- ❖ Σφάλμα
- ❖ Ποιότητα του μοντέλου
(R^2 , Likelihood Ratio Test)

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ

Πλεονεκτήματα

Αρκετά ρεαλιστική αίσθηση οδήγησης

Εξελιγμένο λογισμικό προσομοίωσης

Συνθήκες απόλυτης ασφάλειας

Φιλικό προς το περιβάλλον

Μειονεκτήματα

Μη πλήρως ρεαλιστική απεικόνιση

Στέρηση πραγματικών παραμέτρων οδήγησης

Πιθανή ζαλάδα



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

35 εθελοντές οδηγοί (23 άνδρες και 12 γυναίκες) ηλικίας 20-30

Συμπλήρωση ερωτηματολογίων

Οδήγηση στον προσομοιωτή

Δοκιμαστικές διαδρομές για εξοικείωση

Οδήγηση στην ίδια διαδρομή υπό 4 διαφορετικά σενάρια (ημέρα/νύχτα με χαμηλό/υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο)



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

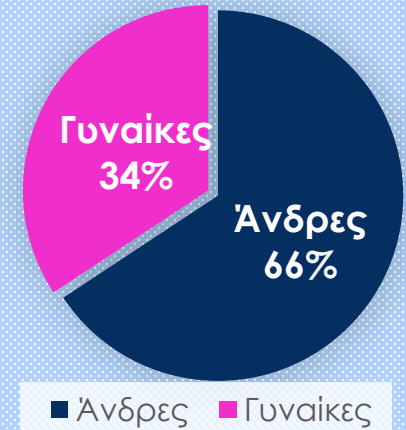
1^η Φάση

- ✓ Επεξεργασία ερωτηματολογίων
- ✓ Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή (ημέρα/νύχτα, χαμηλός/υψηλός φόρτος, επικίνδυνα συμβάντα)
- ✓ Δημιουργία βάσης δεδομένων (χαρακτηριστικά συμμετέχοντα, μετρήσεις προσομοιωτή)

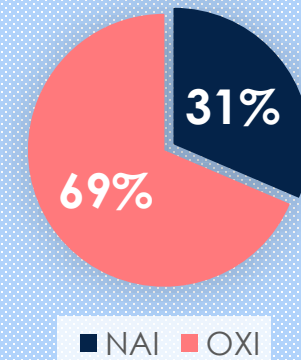
2^η Φάση

- ✓ Υπολογισμός παραγόμενων μεταβλητών
- ✓ Δημιουργία τελικής βάσης δεδομένων (4 σειρές ανά συμμετέχοντα)

Κατανομή φύλου



Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα με υλικές ζημιές μόνο, ενώ οδηγείτε νύχτα, εντός πόλης;

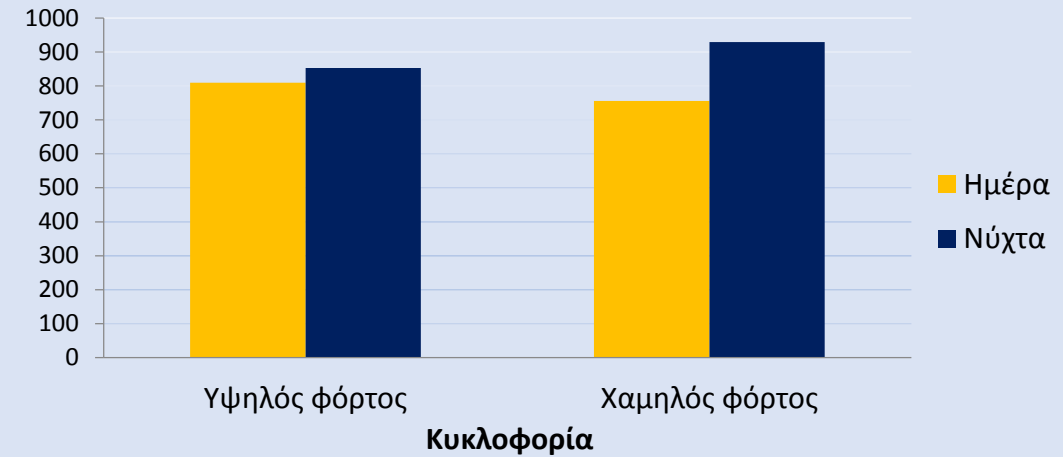


ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

❖ Αυξημένοι χρόνοι αντίδρασης κατά την οδήγηση τη νύχτα



Μέσος χρόνος αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν (ms)



❖ Υψηλότερος αριθμός ατυχημάτων κατά τη νυχτερινή οδήγηση

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

```
graph LR; A[Εισαγωγή βάσης δεδομένων στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS] --> B[Καθορισμός ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών]; B --> C[Έλεγχος συσχέτισης μεταβλητών]; C --> D[Στατιστικοί έλεγχοι μαθηματικών μοντέλων];
```

Εισαγωγή
βάσης
δεδομένων
στο
πρόγραμμα
στατιστικής
ανάλυσης
SPSS

Καθορισμός
ανεξάρτητων
και
εξαρτημένων
μεταβλητών

Έλεγχος
συσχέτισης
μεταβλητών

Στατιστικοί
έλεγχοι
μαθηματικών
μοντέλων

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

$$\text{LogAv.Speed} = 1,682 + 0,012 * \text{Distractor} - 0,044 * \text{Traffic} - 0,004 * \text{Age} - 0,018 * \text{gender} - 0,019 * \text{RspurAverage} + 0,001 * \text{HWayAverage} - 0,047 * \text{avoid_drv} + 0,023 * \text{acc_dam_d}$$

LogAv.Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

Traffic: οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)

Age: η ηλικία του συμμετέχοντος (20-30)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=2)

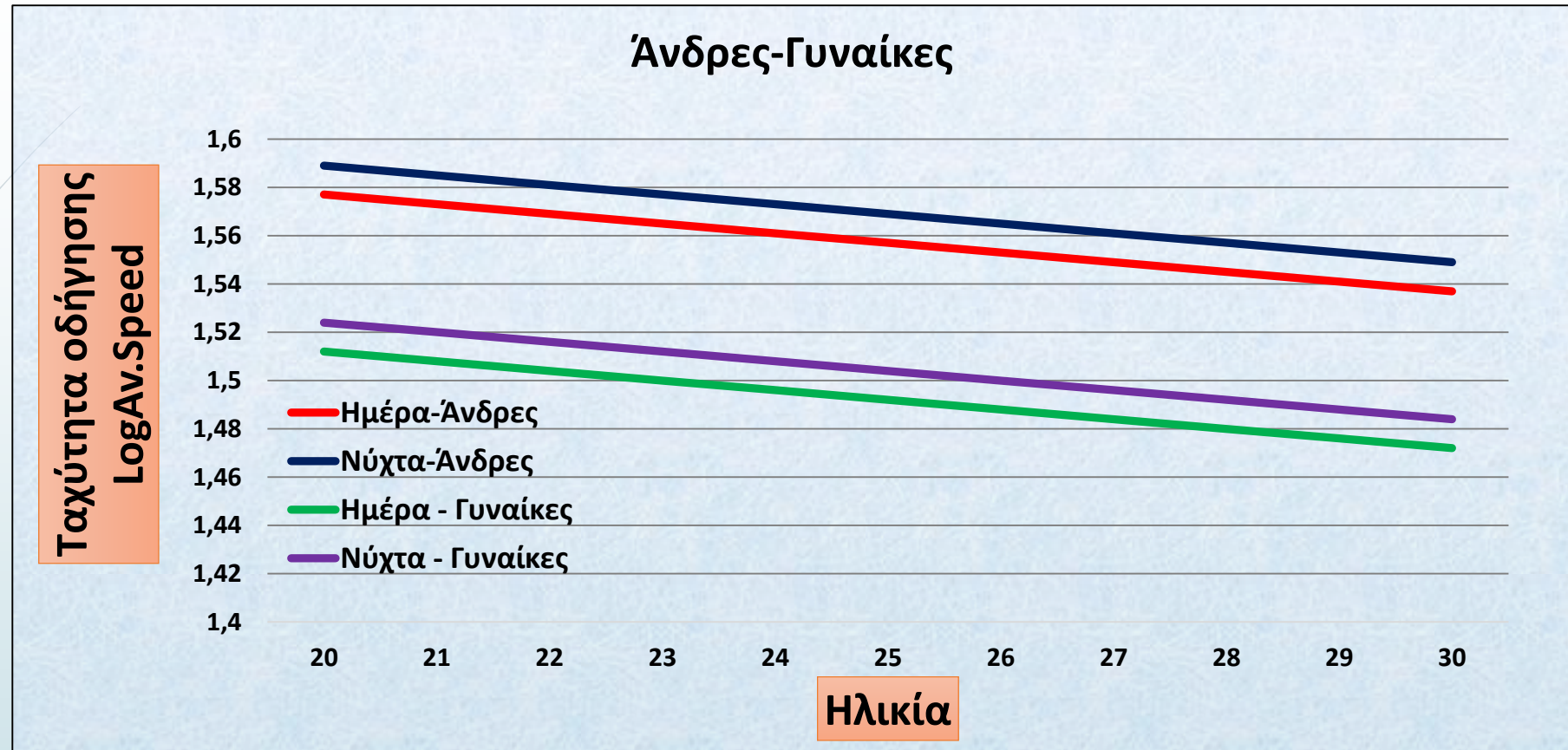
RspurAverage: μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

HWayAverage: μέση απόσταση οχήματος από το προπορευόμενο όχημα σε μέτρα

avoid_drv: αν αποφεύγει ο συμμετέχων να οδηγήσει τη νύχτα (0= όχι ,1= ναι)

acc_dam_d: αν έχει συμβεί ατύχημα στο συμμετέχοντα με υλικές ζημιές την ημέρα σε αστική οδό (0= όχι , 1= ναι)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ



- Υψηλότερη ταχύτητα τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα και για τα δύο φύλα
- Οδηγοί νεαρότερης ηλικίας, πιθανώς λόγω πιο ριψοκίνδυνης οδηγικής συμπεριφοράς, οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΠΡΟΟΠΤΟ ΣΥΜΒΑΝ

$$\text{ReactionTime} = 1526.670 + 157.475 * \text{Distractor} + 182.622 * \text{gender} - 55.343 * \text{StdevAverSpeed} - 192,357 * \text{red_speed}$$

ReactionTime: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν

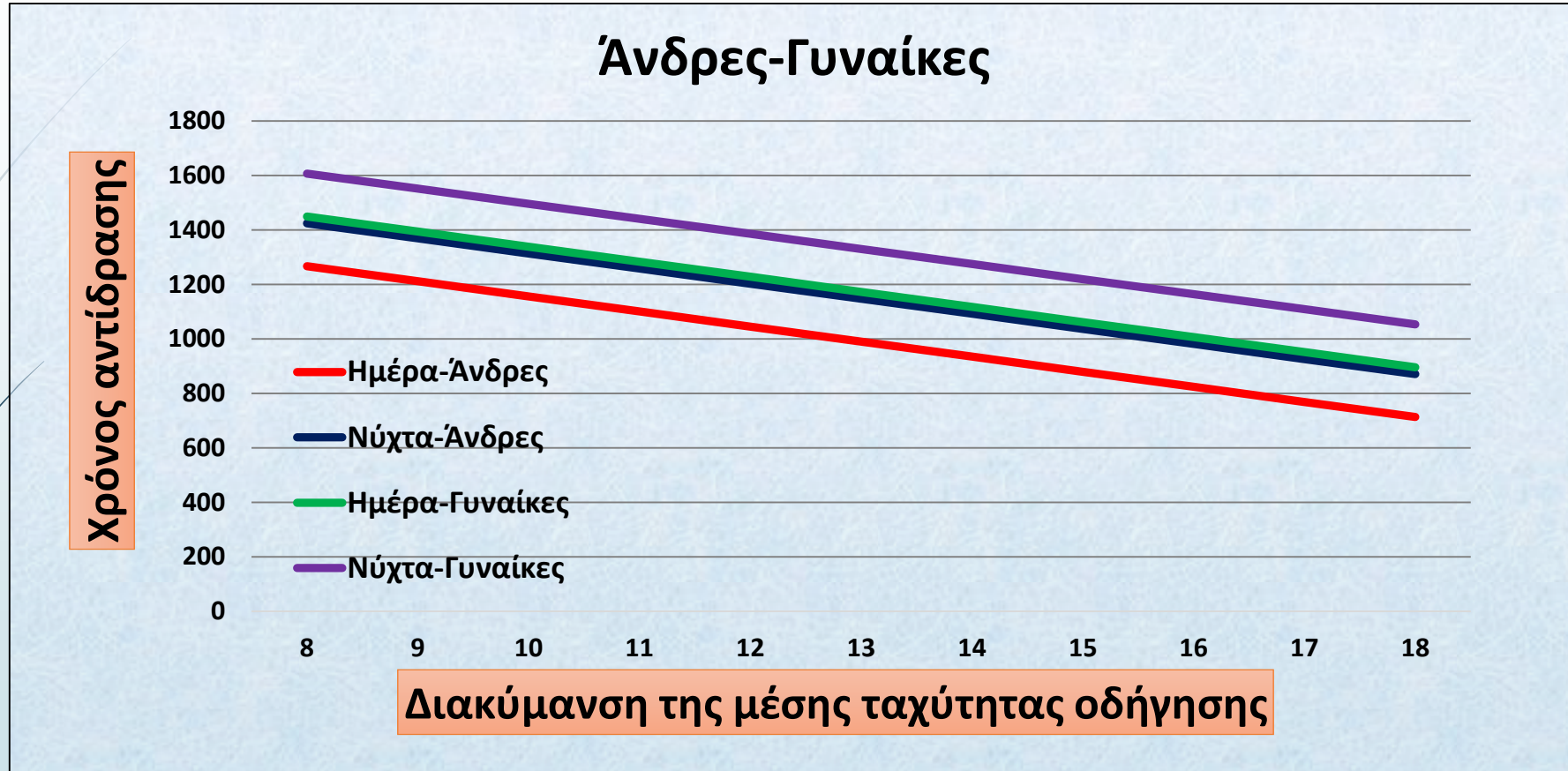
Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=2)

StdAv.Speed: η διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

red_speed: κατά πόσο μειώνει ο συμμετέχων, την ταχύτητά του όταν οδηγεί τη νύχτα (1:καθόλου, 2: [0-20], 3: [>20])

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ



- Σε κάθε περίπτωση εμφανίζονται μεγαλύτεροι χρόνοι αντίδρασης κατά την οδήγηση τη νύχτα σε σχέση με την ημέρα

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

$$U = +1,531 * \text{Distractor} + 2,897 * \text{Traffic} + 2,853 * \text{gender} + 0,570 * \text{StdAv.Speed} + 1,297 * \text{RspurAverage} + 4,993 * \text{mdang_realdist} - 22,304$$

$$P = \frac{e^u}{e^u + 1}$$

Distractor: συνθήκες φωτισμού (ημέρα= 0, νύχτα= 1)

Traffic: οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην οδό (0=χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος, 1=υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος)

gender: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=2)

StdAv.Speed: διακύμανση της μέσης ταχύτητας οδήγησης

RspurAverage: μέση απόσταση οχήματος από την κεντρική οριογραμμή σε μέτρα

Mdang_realdist: Αν θεωρεί πιο επικίνδυνο ο συμμετέχων, όταν οδηγεί τη νύχτα τη μειωμένη αντίληψη των πραγματικών αποστάσεων (όχι=0 , ναι=1)

ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος			
	β_i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Νύχτα	1,531	2,567	1,86	2,62
Κυκλοφοριακές συνθήκες	2,897	5,726	8,25	11,62
Φύλο	2,853	7,075	1,36	1,92
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης	0,570	7,029	4,91	6,91
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού	1,297	3,172	2,44	2,57
Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα	4,993	8,691	0,71	1,00

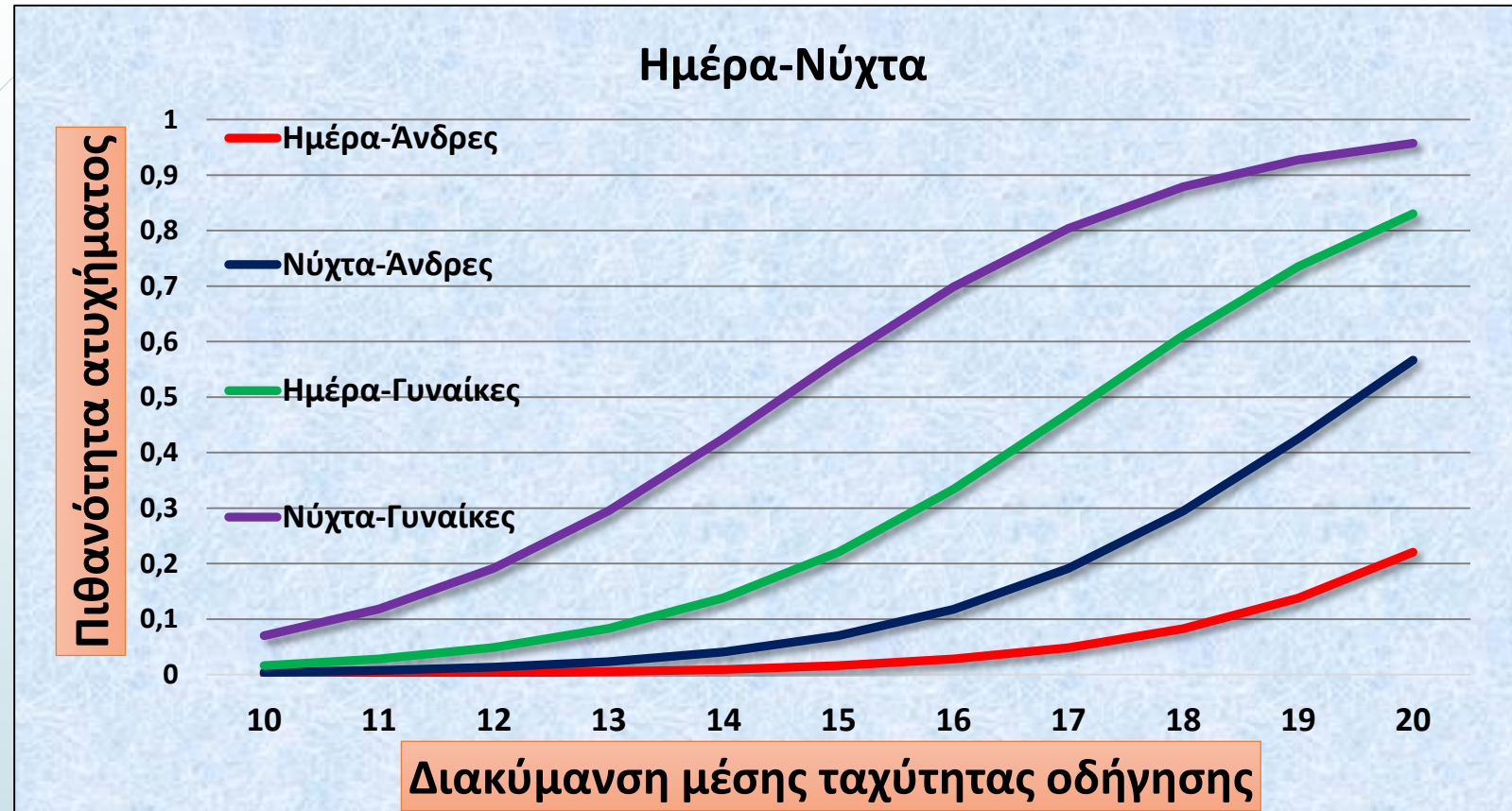
- Μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο: ο παράγοντας κυκλοφοριακές συνθήκες
- Μικρότερη επιρροή στο μοντέλο: η επικινδυνότητα της μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ (1/2)



- Κατά τη νυχτερινή οδήγηση σε συνθήκες υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με τον χαμηλό φόρτο

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ (2/2)



- Οι οδηγοί οι οποίοι αυξομείωναν περισσότερο την ταχύτητά τους, είναι και αυτοί οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα, πιθανώς λόγω πιο «νευρικής» οδήγησης

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Διακύμανση μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			
	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*
Νύχτα	+0,012	+1,703	+0,004	+1,00	+3,030	+1,723	+0,04	+1,00	+157,475	+2,143	+0,116	+1,00
Κυκλοφοριακές συνθήκες	-0,044	-4,030	-0,015	-3,75	-20,899	-11,830	-0,38	-9,50				
Φύλο	-0,018	-2,127	-0,016	-4,00	+4,122	+2,182	+0,15	+3,75	+182,622	+2,415	+0,338	+2,91
Ηλικία	-0,004	-2,764	-0,067	-16,75								
Απόσταση από τον άξονα της οδού	-0,019	-3,231	-0,038	-9,50								
Απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	+0,001	+3,121	+0,043	+10,75								
Αποφυγή οδήγησης τη νύχτα	-0,047	-4,299	-0,007	-1,75								
Εμπλοκή σε ατύχημα με υλικές ζημιές	+0,023	+2,855	+0,007	+1,75								
Πλευρική απόσταση οχήματος					-3,414	-2,071	-0,14	-3,50				
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης									-55,343	-3,539	-1,033	-8,91
Μείωση ταχύτητας τη νύχτα									-192,357	-2,634	-0,428	-3,69

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πιθανότητα ατυχήματος			
	Wald	t	e_i	e_i^*
Νύχτα	1,531	2,567	1,86	2,62
Κυκλοφοριακές συνθήκες	2,897	5,726	8,25	11,62
Φύλο	2,853	7,075	1,36	1,92
Διακύμανση μέσης ταχύτητας οδήγησης	0,570	7,029	4,91	6,91
Μέση απόσταση από τον άξονα της οδού	1,297	3,172	2,44	2,57
Επικινδυνότητα μειωμένης αντίληψης αποστάσεων τη νύχτα	4,993	8,691	0,71	1,00

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (1/2)

- **Η νυχτερινή οδήγηση συμβάλλει σημαντικά στην πιθανότητα να πραγματοποιηθεί ατύχημα.** Πιο αναλυτικά, οι αυξημένες ταχύτητες, η μεγάλη διακύμανση της απόστασης από προπορευόμενο όχημα καθώς και οι αυξημένοι χρόνοι αντίδρασης έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος.
- **Σχετικά με τη ταχύτητα, προκύπτει ότι η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει αύξησή της.** Ενδεχομένως τα καλά επίπεδα οδικού φωτισμού στο αστικό περιβάλλον δίνουν τη δυνατότητα στους οδηγούς να αντισταθμίσουν τη μειωμένη ορατότητα κατά τη νυχτερινή οδήγηση με αποτέλεσμα να νιώθουν πιο άνετοι στο να αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες.
- **Οι συμμετέχοντες οι οποίοι θα απέφευγαν τη νυχτερινή οδήγηση σε αστική οδό φαίνεται να οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες,** πιθανώς για να εξασφαλίσουν καλύτερο έλεγχο του οχήματός τους σε ένα περιβάλλον που τους προκαλεί φόβο και ανασφάλεια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (2/2)

- Σχετικά με το **χρόνο αντίδρασης**, προκύπτει ότι **η νυχτερινή οδήγηση επιφέρει αύξησή του**. Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, εκτός από τη μειωμένη ορατότητα, συνδέεται με υψηλότερο βαθμό σφαλμάτων αντίληψης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών σε απρόοπτο συμβάν.
- **Οι συμμετέχοντες οι οποίοι ισχυρίζονται ότι ελαττώνουν την ταχύτητά τους τη νύχτα** αποδείχθηκε ότι όσο περισσότερο την μειώνουν τόσο **μικρότερους χρόνους αντίδρασης** εμφανίζουν, πιθανώς λόγω της εγρήγορσης στην οποία βρίσκονται κατά την οδήγηση σε ένα μη οικείο περιβάλλον για τους ίδιους.
- Η οδήγηση κατά τη διάρκεια της νύχτας συμβάλλει στην **αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Στη νυχτερινή οδήγηση οι συνθήκες είναι δυσμενέστερες σε σχέση με την ημέρα και παρατηρούνται **αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων**, γεγονός που εξηγείται από τους αυξημένους χρόνους αντίδρασης αλλά και από τις υψηλές ταχύτητες.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- **Σχέδιο δράσης**, μέσω εκστρατειών ενημέρωσης σε όλα τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο ώστε να αναδειχθούν οι κίνδυνοι που εγκυμονεί η νυχτερινή οδήγηση.
- **Ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων** που θα αφορούν τις ιδιαιτερότητες της νυχτερινής οδήγησης αλλά και η ένταξη μαθημάτων οδικής ασφάλειας στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων.
- **Συστηματικός έλεγχος και συντήρηση του οδικού φωτισμού** από τις αρμόδιες υπηρεσίες.
- **Αυστηρότερη νομοθεσία** κατά τη διάρκεια της νύχτας με πιο σκληρές κυρώσεις στις επικίνδυνες οδηγικές συμπεριφορές.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- ✓ Εφαρμογή του πειράματος σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**.
- ✓ Διεξαγωγή πειράματος με συμμετέχοντες **διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**.
- ✓ Πείραμα **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (π.χ. αυτοκινητόδρομο).
- ✓ Εφαρμογή **άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης** για εξαγωγή επιπλέον μοντέλων.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΤΗ ΝΥΧΤΑ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

ΑΡΜΙΡΑ ΚΟΝΤΑΞΗ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2017