



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΩΝ ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΑ ΚΡΑΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Χαραλαμπίδη Μαρία

Επιβλέπων καθηγητής : Γιώργος Γιαννής, καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2019

ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Διερεύνηση οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών επιρροής στους βαριά τραυματίες από οδικά ατυχήματα στις χώρες της Ευρώπης.

- ο Εύρεση ποιοι από αυτούς τους δείκτες σχετίζονται και με τη **σοβαρότητα** των οδικών ατυχημάτων και σε τι βαθμό.

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Την πιθανότητα για **σοβαρό τραυματισμό και θάνατο** στα οδικά δίκτυα την αυξάνουν :

- ❑ Η αύξηση της ηλικίας του οδηγού και της ταχύτητας του οχήματος (C.J. O'Donnell, D. H. Connor , 1996 και Abdel-Aty, 2003)
- ❑ Εάν ο οδηγός είναι άνδρας, επιβατικά οχήματα, ύπαρξη στροφών στο οδικό δίκτυο, συνθήκες μειωμένης ορατότητας . (Abdel-Aty, 2003)
- ❑ Η μη χρήση ζώνης ασφαλείας, το αλκοόλ, το φως της μέρας και οι αγροτικοί δρόμοι. (Krull, Khattak, 2000)
- ❑ Η ύπαρξη αντικειμένων πάνω στο οδόστρωμα, όταν τα ατυχήματα εμπεριέχουν πεζούς και μοτοσυκλέτες, συνθήκες μειωμένης ορατότητας. (Manner και Wünsch-Ziegler , 2013)

ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑ ΔΙΠΛΟΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συγκριτική διερεύνηση στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Συσχέτιση με κοινωνικούς, οικονομικούς και συγκοινωνιακούς δείκτες μόνο για τους σοβαρά τραυματίες σε οδικά ατυχήματα.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1/2)

Πηγές στοιχείων :

- ▶ European Commission (MAIS₃₊ , Hospitalized)
 - ▶ Eurostat (Στατιστική Υπηρεσία Ευρωπαϊκής Επιτροπής)
 - ▶ World Bank
 - ▶ IRTAD (international Traffic Safety Data and Analysis Group)
 - ▶ IRF (Διεθνή Ομοσπονδία Οδών - International Road Federation)
- 

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 2/2

Συμμετέχουσες Ανεξάρτητες Μεταβλητές

- ο Ποσοστό επιβατικών με δείκτη ασφαλείας 5 αστέρια (Euro Ncap score 5)
- ο Ποσοστό αυτοκινητοδρόμων στο συνολικό οδικό δίκτυο
- ο Αριθμός δικύκλων ανά χιλιάδες πληθυσμού
- ο Ποσοστό λεωφορείων
- ο Συνολικά επιβατο-χιλιόμετρα
- ο Αριθμός ιατρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού
- ο Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π.)
- ο Ποσοστό επιβατικών οχημάτων με ηλικία μεγαλύτερη των 20 ετών
- ο Ποσοστό χρήσης ζώνης ασφαλείας συνοδηγού

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Country	Serious injuries - MAIS3+ (per million population)	LN(MAIS3)	Rate of seatbelt use%_Rear seats	buses%	Motorways/ total road network %
BE	265,00	5,58	86,00	0,24	1,14
CZ	271,00	5,60	98,00	0,30	0,60
DE	190,00	5,25	99,00	0,15	5,65
IE	79,00	4,37	74,00	0,39	0,93
ES	137,00	4,92	81,00	0,19	2,30
FR	388,00	5,96	78,00	0,24	1,05
IT	246,00	5,51	11,00	0,19	2,68
CY	98,00	4,58	13,00	0,43	2,76
NL	444,00	6,10	82,00	0,09	1,98
AT	164,00	5,10	88,00	0,16	1,25
PL	338,00	5,82	83,00	0,41	0,37
PT	197,00	5,28	77,00	0,22	21,41
SL	103,00	4,63	69,00	0,21	1,99
FI	95,00	4,55	85,00	0,38	1,13
SE	122,00	4,80	93,00	0,24	0,99
UK	78,00	4,36	91,00	0,31	0,89

Δημιουργία
βάσης
δεδομένων

Κατάλληλη
επεξεργασία

Εισαγωγή στο
στατιστικό
λογισμικό

Στατιστική
ανάλυση

Δύο βάσεις δεδομένων

1. Hospitalized – όλες τις χώρες
2. MAIS3+ - 16 Ευρωπαϊκές χώρες

ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Στατιστικοί έλεγχοι

1. **Log Likelihood** (λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας)
2. Τιμή **Wald** για τους συντελεστές B_i των ανεξάρτητων μεταβλητών
(Wald > 1.7)
1. Τιμή σημαντικότητας του μοντέλου (**sig** < 0.05)

ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΠΟΥ ΕΙΣΗΧΘΗΣΑΝ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ (HOSPITALIZED)

- ❖ Για τη συχνότητα του βαριά τραυματία σε οδικό ατύχημα

$$\text{LN (hospitalized)} = 8.662 - 0.080^* (\text{Euro Ncap score 5 stars}) + 0.154^* \\ (\text{ποσοστό αυτοκινητοδρόμων}) + 0.119^* \text{LN}(\text{επιβατοχιλιόμετρα}) + 0.225^* \\ (\text{δίκυκλα/χιλιάδες πληθυσμού}) - 0.756^* (\% \text{λεωφορεία})$$

- ❖ Για τη σοβαρότητα του οδικού ατυχήματος

$$\text{LN (hospitalized/νεκροί)} = - 0.040^* (\text{Euro Ncap score 5 stars}) + 0.155^* \\ (\text{ποσοστό αυτοκινητοδρόμων}) + 0.356^* \text{LN}(\text{επιβατοχιλιόμετρα}) + 0.301^* \\ (\text{δίκυκλα/χιλιάδες πληθυσμού})$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ MONTEΛΟΥ HOSPITALIZED

Στη συχνότητα των βαριά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων έχουν

Μειωτική επιρροή :

- Το ποσοστό των οχημάτων που έχουν δείκτη ασφαλείας επιβατικών οχημάτων 5 αστέρια (Euro Ncap score 5 stars)

Αυξητική επιρροή :

- Ο αριθμός των **δικύκλων** ανά χιλιάδες πληθυσμού
- Το ποσοστό των **αυτοκινητοδρόμων** στο σύνολο του οδικού δικτύου
- Ο όγκος της **οδικής κυκλοφορίας** σε επιβατοχιλιόμετρα

Μόνο στη συχνότητα των βαριά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα

Μειωτική επιρροή :

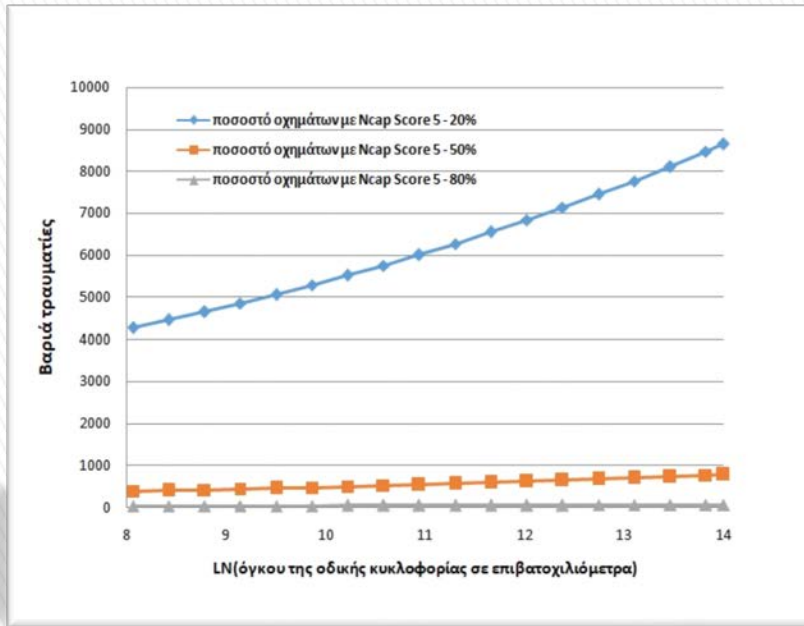
- Ποσοστό των **λεωφορείων**

ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ελαστικότητα	Μοντέλο LN(Hospitalized)			Μοντέλο LN(hospitalized/νεκρούς)			
Ανεξαρτητες μεταβλητές	Τιμές συντελεστών	ei* (σχετική επιρροή)	ei (ελαστικότητα)	Ανεξαρτητες μεταβλητές	Τιμές συντελεστών	ei* (σχετική επιρροή)	ei (ελαστικότητα)
Σταθερός όρος	8,662			Σταθερός όρος	-0,398		
Euro Ncar Score 5 stars	-0,080	-15,31	-0,751	Euro Ncar Score 5 stars	-0,040	-6,69	-1,64
Αυτοκινητόδρομοι / συνολικό οδικό δίκτυο	0,154	1,25	0,062	Αυτοκινητόδρομοι / συνολικό οδικό δίκτυο	0,155	1,00	0,25
Ln(οδικής κυκλοφορίας σε επιβατοχιλιόμετρα)	0,119	3,78	0,185	Ln(οδικής κυκλοφορίας σε επιβατοχιλιόμετρα)	0,356	8,38	2,06
Δίκυκλα / χίλιους κατοίκους	0,225	1,00	0,049	Δίκυκλα / χίλιους κατοίκους	0,301	1,29	0,32
Λεωφορεία %	-0,756	-1,05	-0,052				

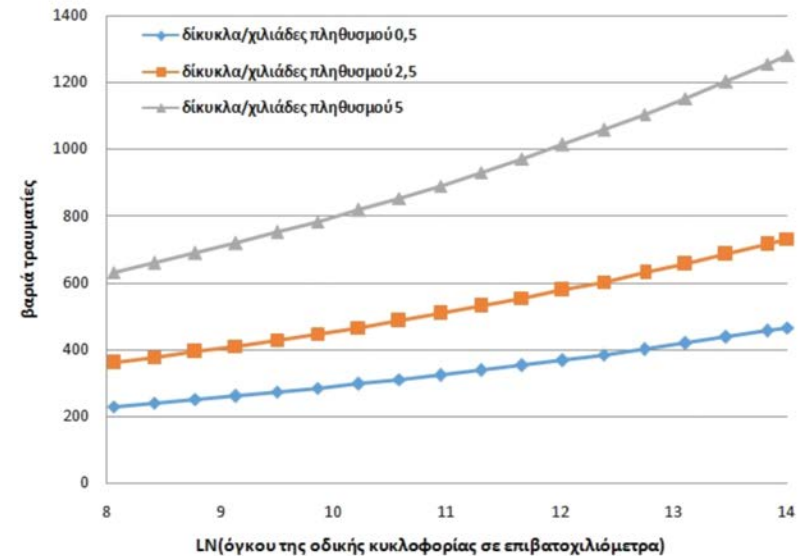
- ▶ Το ποσοστό των επιβατικών οχημάτων με δείκτη Euro Ncar score 5 αστέρια έχει τη μεγαλύτερη επιρροή τόσο στον αριθμό των βαριά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα όσο και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων.
- ▶ Σχετικά μεγάλη επιρροή παρουσιάζει και ο όγκος της οδικής κυκλοφορίας σε επιβατοχιλιόμετρα και στις δύο εξαρτημένες μεταβλητές.
- ▶ Τη μικρότερη επιρροή παρουσιάζουν το σύνολο των δίκυκλων ανά χιλιάδες πληθυσμού στη συχνότητα των βαριά τραυματιών και το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ



Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του συνόλου των δικύκλων ανά χιλιάδες πληθυσμού στον αριθμό των βαριά τραυματιών

Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του δείκτη Euro Ncap score στον αριθμό των βαριά τραυματιών



ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ MAIS₃₊

- ❖ Για τη συχνότητα του βαριά τραυματία σε οδικό ατύχημα

$$\text{LN(MAIS}_{3+}) = -7,364 + 0.088 * (\% \text{επιβατικά οχήματα με ηλικία} > 20 \text{ έτη}) - 0.045 * (\text{ιατροί/εκατομμύριο πληθυσμού}) + 1.419 * \text{LN(A.E.Π.)} - 0.008 * (\% \text{χρήση ζώνης ασφαλείας συνοδηγού}) - 4,458 * \text{λεωφορεία}\% + 0.036 * (\text{ποσοστό αυτοκινητοδρόμων})$$

- ❖ Για τη σοβαρότητα του οδικού ατυχήματος

$$\text{LN(MAIS}_{3+}/\text{νεκροί}) = -18.913 + 0.092 * (\% \text{επιβατικά οχήματα με ηλικία} > 20 \text{ έτη}) - 0.054 * (\text{ιατροί/εκατομμύριο πληθυσμού}) + 2.188 * \text{LN(A.E.Π.)} - 0.009 * (\% \text{χρήση ζώνης ασφαλείας συνοδηγού}) - 4,305 * \text{λεωφορεία}\% + 0.046 * (\text{ποσοστό αυτοκινητοδρόμων})$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ MAIS₃+

Στη συχνότητα των βαριά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων έχουν

Μειωτική επιρροή :

- Ποσοστό των **λεωφορείων**
- Ποσοστό χρήσης **ζώνης ασφαλείας** συνοδηγού
- Αριθμός **ιατρών** ανά εκατομμύριο πληθυσμού

Αυξητική επιρροή :

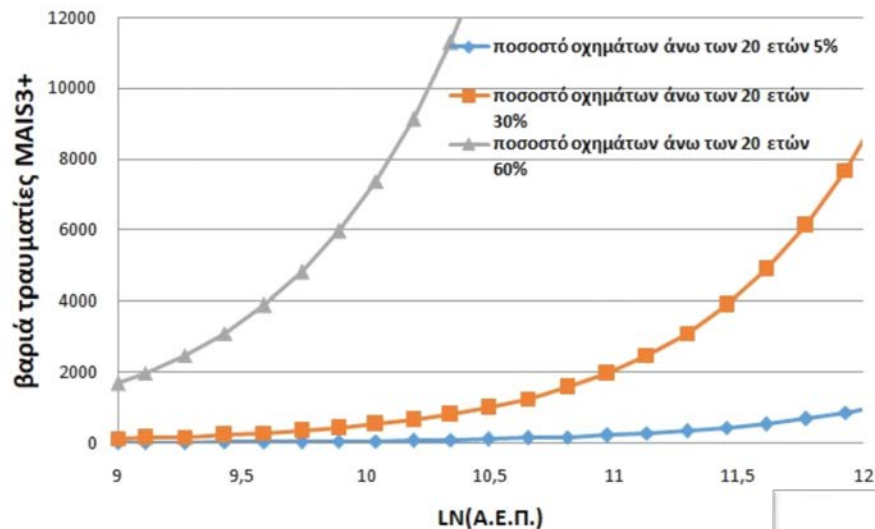
- Ποσοστό επιβατικών **οχημάτων με ηλικία μεγαλύτερη των 20 ετών**
- Κατά κεφαλήν **Α.Ε.Π.**
- Ποσοστό **αυτοκινητοδρόμων**

ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μοντέλο LN(MAIS3)			Μοντέλο LN(MAIS3/fat)		
	Τιμές συντελεστών	ει* (σχετική επιρροή)	ει (ελαστικότητα)	Τιμές συντελεστών	ει* (σχετική επιρροή)	ει (ελαστικότητα)
Σταθερός όρος	-7,346			-18,913		
Επιβατικά οχήματα ηλικίας πάνω από 20 έτη %	0,088	8,27	0,17	0,092	7,32	0,85
Ιατροί ανά εκατομμύριο πληθυσμού	-0,045	-15,45	-0,32	-0,054	-14,23	-1,65
LN(A.E.Π.)	1,419	142,73	2,92	2,188	177,00	20,54
Χρήση ζώνης ασφαλείας συνοδηγού %	-0,008	-5,77	-0,12	-0,009	-5,05	-0,59
Λεωφορεία %	-4,458	-11,26	-0,23	-4,305	-9,27	-1,08
αυτοκινητόδρομοι / συνολικό οδικό δίκτυο	0,036	1	0,02	0,046	1	0,12

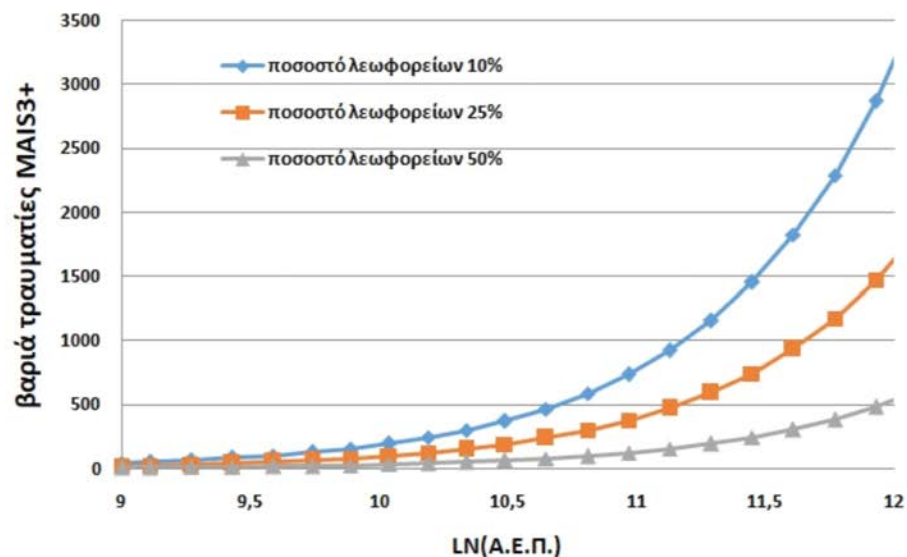
- ▶ Το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. επηρεάζει περίπου **140** φορές περισσότερο τον αριθμό των βαριά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα και **177** φορές περισσότερο τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων σε σύγκριση με το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων.
- ▶ Μεγάλη επιρροή και στη συχνότητα των βαριά τραυματιών και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων παρουσιάζουν και οι ιατροί ανά εκατομμύριο πληθυσμού καθώς και το ποσοστό των λεωφορείων.
- ▶ Τη μικρότερη επιρροή παρουσιάζει το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων στο συνολικό οδικό δίκτυο.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ



Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του ποσοστού των οχημάτων με ηλικία μεγαλύτερη των 20 ετών στον αριθμό των βαριά τραυματιών

Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του ποσοστού των λεωφορείων στον αριθμό των βαριά τραυματιών



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (1/2)

- ❖ Όσο αυξάνεται το ποσοστό επιβατικών οχημάτων με δείκτη Euro Ncap Score 5 αστέρια → τόσο μειώνονται οι βαριά τραυματίες σε οδικά ατυχήματα

Πιθανή ερμηνεία : Επιβατικά οχήματα με δείκτη Euro Ncap Score 5 αστέρια = καλό εξοπλισμό ασφαλείας, σύστημα προστασίας από οδικό ατύχημα, τεχνολογία αποφυγής οδικού ατυχήματος

- ❖ Αύξηση του ποσοστού των λεωφορείων → μείωση βαριά τραυματιών

Πιθανή ερμηνεία : Τα λεωφορεία διατηρούν σχετικά χαμηλές ταχύτητες, κυκλοφορία σε ειδικές λωρίδες

- ❖ Υψηλό ποσοστό χρήσης ζώνης ασφαλείας συνοδηγού → μειωμένη συχνότητα βαριά τραυματισμών σε οδικό ατύχημα

Πιθανή ερμηνεία : χρήση ζώνης = ευκολότερος και αποτελεσματικότερος τρόπος για την αποφυγή τραυματισμού σε περίπτωση σύγκρουσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (2/2)

- ❖ Θετική συσχέτιση του Α.Ε.Π. με συχνότητα βαριά τραυματιών και σοβαρότητα οδικών ατυχημάτων

Πιθανή ερμηνεία : Ενδεχομένως τα πιο πλούσια κράτη έχουν καλύτερη οδική υποδομή και καλύτερα οχήματα που ενδεχομένως ευνοούν τις υψηλότερες ταχύτητες και συνεπώς την αυξημένη σοβαρότητα τραυματισμού των οδηγών, επιβατών και πεζών σε περίπτωση ατυχήματος.

- ❖ Αύξηση ποσοστού επιβατικών οχημάτων με ηλικία μεγαλύτερη από 20έτη → αύξηση συχνότητας βαριά τραυματιών και σοβαρότητας οδικών ατυχημάτων

Πιθανή ερμηνεία : μεγάλης ηλικίας επιβατικά οχήματα → πιθανές δυσλειτουργίες κατά την οδήγηση, έλλειψη συστημάτων ενεργητικής και παθητικής ασφάλειας → πιο εκτεθειμένο χρήστη της οδού

- ❖ Αύξηση ποσοστού αυτοκινητοδρόμων → αύξηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων

Πιθανή ερμηνεία : στους αυτοκινητοδρόμους αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες και στην περίπτωση οδικού ατυχήματος οι τραυματισμοί είναι πιο σοβαροί.

- ❖ Αύξηση των δικύκλων ανά χιλιάδες πληθυσμού → αύξηση σοβαρά τραυματιών

Πιθανή ερμηνεία : Δικυκλιστής είναι εκτεθειμένος και τραυματίζεται πιο εύκολα, ειδικά εάν δε φοράει κράνος

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- ❑ Χρήση καινούριων επιβατικών οχημάτων και περαιτέρω έρευνα για ακόμη περισσότερο εξέλιξη των συστημάτων ασφαλείας των επιβατικών οχημάτων
- ❑ Απόσυρση επιβατικών οχημάτων μεγαλύτερων από μία συγκεκριμένη ηλικία
- ❑ Αύξηση ποσοστού λεωφορείων και προώθηση χρήσης του
- ❑ Βελτίωση των συνθηκών κυκλοφορίας των μοτοσυκλετών
- ❑ Σωστή εκπαίδευση των χρηστών της οδού στα θέματα της χρήσης ζώνης ασφαλείας και της χρήσης κράνους

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- ❑ Διεξαγωγή έρευνας σε άλλα κράτη με ποικίλα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά και συγκριτική μελέτη αποτελεσμάτων → επιβεβαίωση ή διόρθωση συμπερασμάτων της παρούσας εργασίας
- ❑ Η διερεύνηση της συσχέτισης των ίδιων οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών με τον αριθμό των βαριά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα με χρήση άλλων στατιστικών μεθόδων.
- ❑ Αντίστοιχη έρευνα μετά από λίγα χρόνια, με συγκρίσιμα στοιχεία για τους σοβαρά τραυματίες από οδικά ατυχήματα και για περισσότερες χώρες αλλά και για περισσότερα έτη

Ευχαριστώ για την προσοχή σας...





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΩΝ ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΑ ΚΡΑΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Χαραλαμπίδη Μαρία

Επιβλέπων καθηγητής : Γιώργος Γιαννής, καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2019