



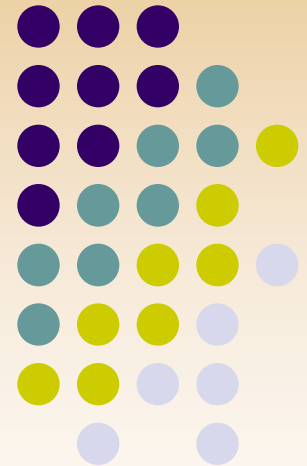
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής
Υποδομής

ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΩΝ
ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΙΣΤΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

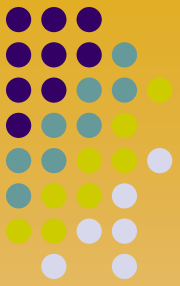
Αλεβίζου Μ. Παρασκευή

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιανουάριος 2014

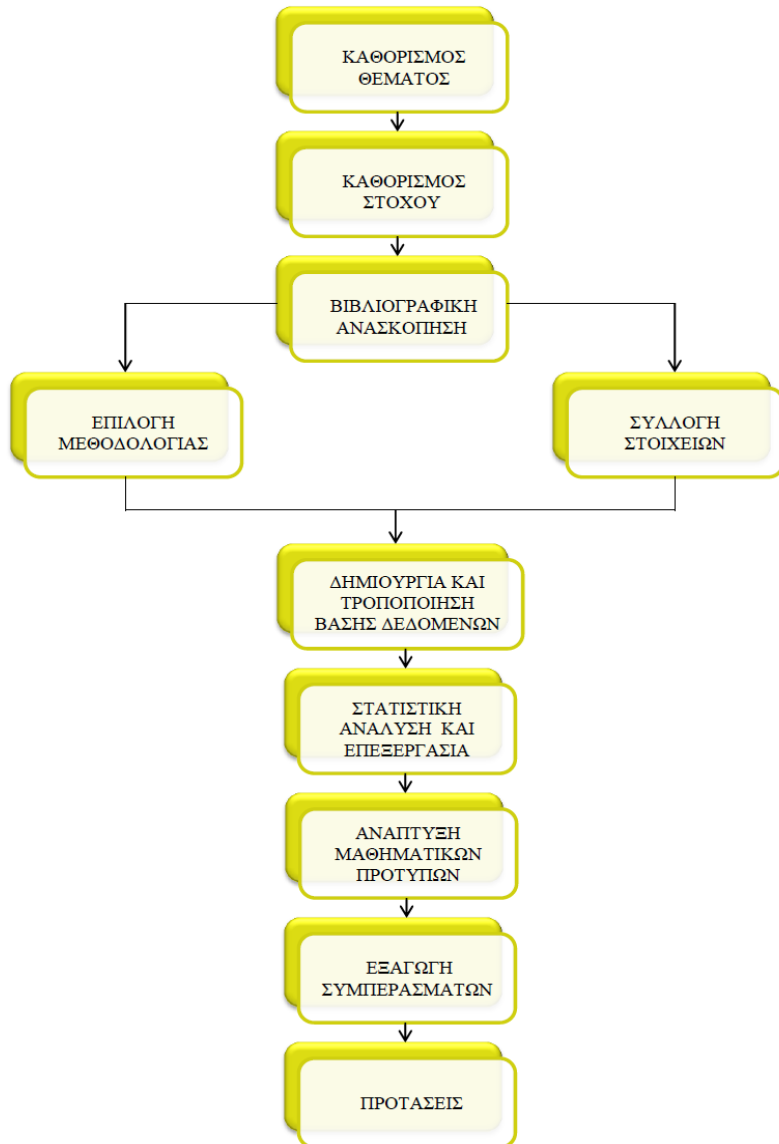
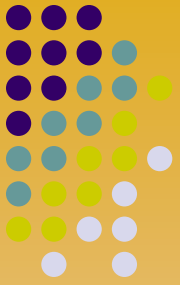


Στόχος Διπλωματικής Εργασίας



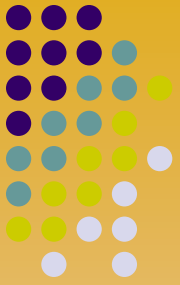
- Διερεύνηση των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν τους οδηγούς μοτοσικλετών στη σοβαρότητα των ατυχημάτων συγκριτικά με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα
- Διερευνάται ο βαθμός στον οποίο οι παρακάτω παράμετροι επηρεάζουν τη σοβαρότητα:
 - ❖ Τύπος περιοχής
 - ❖ Συνθήκες φωτισμού
 - ❖ Ηλικία οδηγού
 - ❖ Αριθμός εμπλεκόμενων οχημάτων
 - ❖ Τύπος ατυχήματος
 - ❖ Τύπος οχήματος

Δομή Διπλωματικής Εργασίας



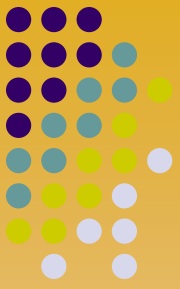
- ❖ Καθορισμός στόχου
- ❖ Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- ❖ Θεωρητικό υπόβαθρο
- ❖ Συλλογή στοιχείων
- ❖ Στατιστική επεξεργασία
- ❖ Αποτελέσματα ανάλυσης
- ❖ Συμπεράσματα
- ❖ Προτάσεις- Περαιτέρω έρευνα

Βιβλιογραφική ανασκόπηση



Επισκόπηση των κυρίων παραγόντων κινδύνου στην ασφάλεια των μοτοσικλετών:

- ❖ Παράγοντες συμπεριφοράς των οδηγών:
 - Χαρακτηριστικά των οδηγών και συμπεριφορά στην οδήγηση
 - Λάθη των οδηγών
 - Μη προσδοκώμενες κινήσεις μοτοσικλετών
 - Ηλικία, φύλο, εμπειρία
 - Μόρφωση και εκπαίδευση
 - Κούραση και αλκοόλ
 - Εξοπλισμός ασφαλείας
- ❖ Οδικά χαρακτηριστικά:
 - Τύπος του οδικού δικτύου
 - Γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού
 - Φωτισμός και ορατότητα
 - Τύπος του ατυχήματος
 - Τύπος της διασταύρωσης
 - Κατάσταση του οδοστρώματος
- ❖ Χαρακτηριστικά του οχήματος
- ❖ Ατμοσφαιρικές συνθήκες



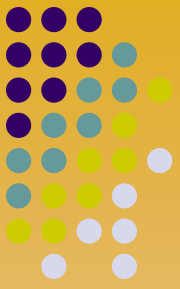
Θεωρητικό υπόβαθρο (1/2)

Κατανομή Poisson:
$$F(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}$$

- ❖ Εφαρμόζεται συνήθως σε διακριτές μεταβλητές
- ❖ Είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη προτύπων που αφορούν φαινόμενα που εμφανίζονται σπάνια και των οποίων οι εμφανίσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους
- ❖ Ο αριθμός των παθόντων όπως και τα οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson

Γραμμική Παλινδρόμηση:
$$y = \beta + \alpha_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_i x_i + \varepsilon$$

- ❖ Οι παράμετροι εκτιμώνται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων
- ❖ Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής



Θεωρητικό υπόβαθρο (2/2)

Λογαριθμογραμμική Παλινδρόμηση:

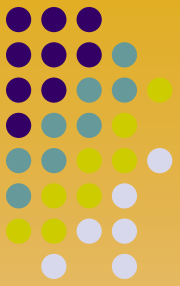
$$\text{Log}(y/z) = \sum \beta_i x_i + \alpha + \varepsilon$$

$$\text{Log}y = \underbrace{\log z}_{\text{offset}} + \sum \beta_i x_i + \alpha + \varepsilon, \quad y \in \mathbb{N}^+$$

Στατιστικοί έλεγχοι:

- ❖ Συντελεστές β_i
- ❖ Στατιστική σημαντικότητα (τιμή ελέγχου $\text{sig} \geq 0,05$)
- ❖ Τιμές εκτιμήσεων των παραμέτρων (λόγος σχετικών πιθανοτήτων)
- ❖ Έλεγχος καλής προσαρμογής (Pearson chi-square)
- ❖ Εξέταση συνδυαστικής συσχέτισης μεταβλητών ανά δύο (2-ways)

Συλλογή στοιχείων



Οδικό ατύχημα



Δ.Ο.Τ.Α.



ΕΛ.ΣΤΑΤ.



Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.

- ❖ Η συλλογή στοιχείων έγινε μέσω του **Συστήματος Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α)**
- ❖ Περιέχει στοιχεία οδικών ατυχημάτων που συνέβησαν στην Ελλάδα για την περίοδο 1985-2011
- ❖ Στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν ατυχήματα για την περίοδο 2007-2011

Επεξεργασία στοιχείων



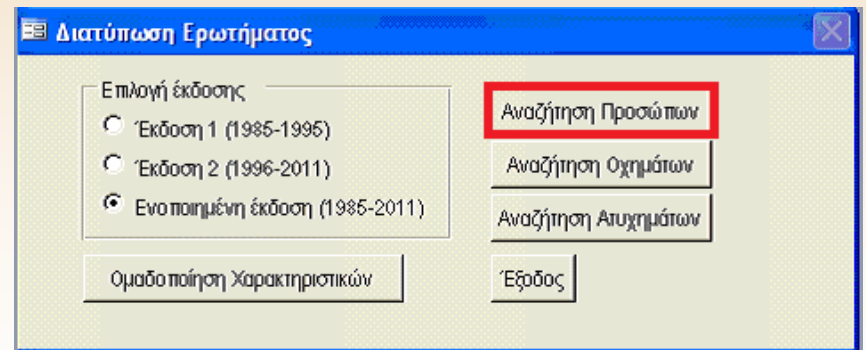
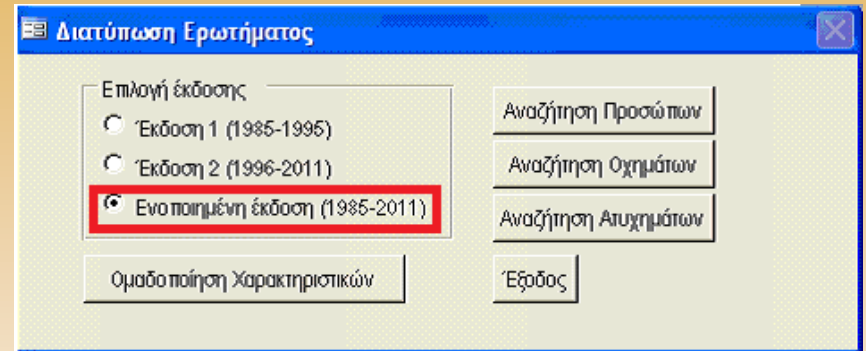
Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.



Microsoft Excel



SPSS

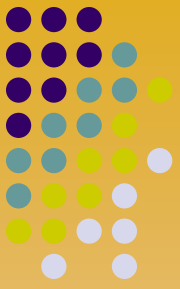


Κωδικοποίηση μεταβλητών



Μεταβλητές	Τιμές Μεταβλητών	Κωδικός μεταβλητής	Τύπος μεταβλητής
Σοβαρότητα ατυχήματος του συμμετέχοντα στόχου	Βαριά Τραυματίας		Εξαρτημένη
	Ελαφρά Τραυματίας		
	Νεκρός		
Τύπος περιοχής του ατυχήματος (perioxi)	Κατοικημένη	1	Ανεξάρτητη
	Μη κατοικημένη	0	
Συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος	Μέρα	1	Ανεξάρτητη
	Νύχτα	2	
Ηλικία 2 του συμμετέχοντα στόχου (ilikia)	0-34 έτη	1	Ανεξάρτητη
	35-54 έτη	2	
	55+άνω	3	
Αριθμός οχημάτων (oximata)	1	1	Ανεξάρτητη
	>=2	2	
Τύπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος (atuxima)	Εκτροπή από την οδό, Παράσυρση πεζού, Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	1	Ανεξάρτητη
	Μετωπική, νωτομετωπική, πλάγια, πλαγιομετωπική	2	
Τύπος οχήματος (typos_oximatos)	Μοτοσικλέτα	1	Ανεξάρτητη
	Επιβατικό αυτοκίνητο	2	

Διευκρινήσεις στην ερμηνεία των μαθηματικών προτύπων



- ❖ Κατά τη διαδικασία των δοκιμών στο SPSS, στον πίνακα εκτίμησης των παραμέτρων πρέπει να ισχύει για μία τουλάχιστον κατηγορία της κάθε μεταβλητής: **sig<=0,05**
- ❖ **Θετικό πρόσημο:** όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των παθόντων
- ❖ **Αρνητικό πρόσημο:** όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των παθόντων
- ❖ **Offset:** Ως πρόσθετος όρος (offset) τίθεται η μεταβλητή $\ln_sunolou$, ο λογάριθμος δηλαδή του συνόλου των ατυχημάτων με μοτοσικλέτες ή με επιβατικά αυτοκίνητα, ανάλογα με τον τύπο οχήματος που εξετάζεται
- ❖ **Εξαρτημένη μεταβλητή:** η σοβαρότητα του ατυχήματος, που ορίζεται ως ο αριθμός των νεκρών, των βαριά τραυματιών ή των ελαφρά τραυματιών

Μαθηματικό πρότυπο για τους νεκρούς



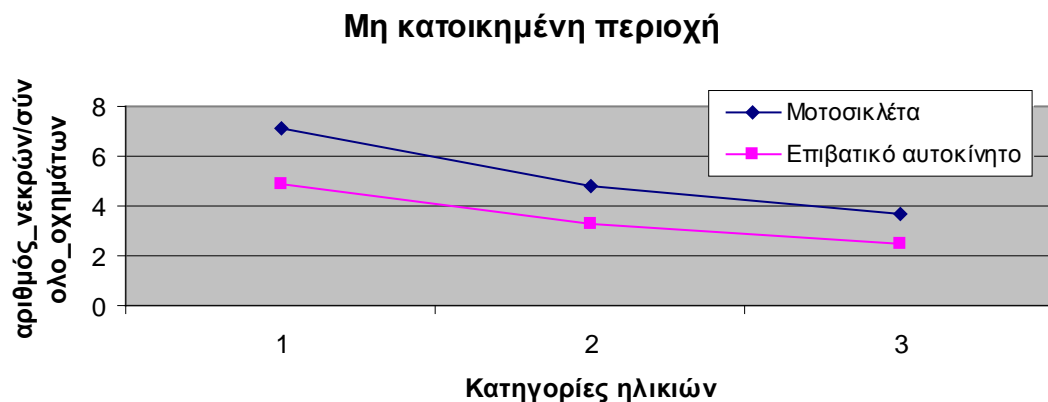
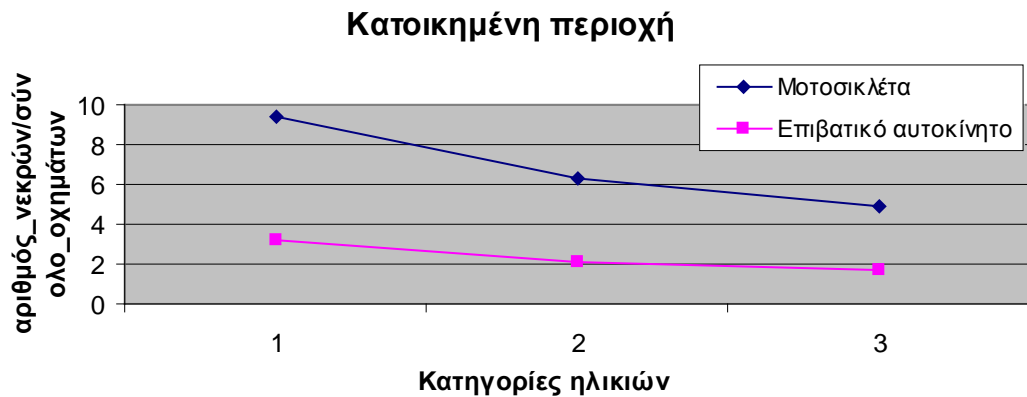
$\ln(\text{νεκροί} / \text{σύνολο_οχημάτων}) =$

$$\begin{aligned} & -13,800 - 0,422 * \text{κατοικημένη_περιοχή} + 0,515 * \text{μέρα} + 1,772 * \text{ένα_όχημα} + \\ & + 0,661 * \text{ηλικία1} + 0,261 * \text{ηλικία2} + 0,533 * \text{μοτοσικλέτα} + \\ & + 0,698 * \text{κατοικημένη_περιοχή} * \text{μοτοσικλέτα} - 1,531 * \text{ατύχημα1} * \text{μοτοσικλέτα} - \\ & - 1,379 * \text{ατύχημα1} * \text{επιβατικό_αυτοκίνητο} \end{aligned}$$

Παρατηρήσεις:

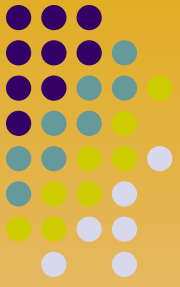
- ❖ Συσχέτιση υπάρχει μόνο μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών «τύπος ατυχήματος» και «αριθμός οχημάτων».
- ❖ Ο σημαντικότερος παράγοντας επιρροής είναι ο αριθμός των εμπλεκόμενων οχημάτων.
- ❖ Άλλοι κρίσιμοι παράγοντες: τύπος του οχήματος, φωτισμός, ηλικία, τύπος της περιοχής.
- ❖ Η σχέση των νεκρών προς το σύνολο των οχημάτων στην αναλογία «μοτοσικλέτα/επιβατικό αυτοκίνητο» για τα εντός κατοικημένης περιοχής ατυχήματα είναι κατά 30% μικρότερη από την αναλογία αυτή για τα εκτός κατοικημένης περιοχής ατυχήματα.
- ❖ Η σχέση του αριθμού των νεκρών προς το σύνολο των οχημάτων στην αναλογία «επιβατικό αυτοκίνητο/ μοτοσικλέτα» για τα ατυχήματα του πρώτου τύπου είναι κατά 38% μικρότερη από την αντίστοιχη σχέση για τα ατυχήματα του δεύτερου τύπου.

Ανάλυση ευαισθησίας στο μοντέλο των νεκρών



- ❖ Ο κίνδυνος θανάσιμου τραυματισμού για τους **μοτοσικλετιστές** σε σχέση με τους **οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων** είναι περίπου 3 φορές υψηλότερος **εντός** κατοικημένης περιοχής και περίπου 1,5 φορά υψηλότερος **εκτός** κατοικημένης περιοχής.

Μαθηματικό πρότυπο για τους βαριά τραυματίες

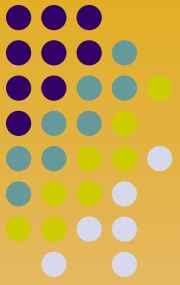


$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{βαριά_τραυματίες} / \text{σύνολο_οχημάτων}) = & \\ -14,154 + 0,246 * \text{κατοικημένη_περιοχή} + 0,530 * \text{μέρα} - & \\ 1,576 * \text{ατύχημα1} + 1,076 * \text{ηλικία1} + 0,568 * \text{ηλικία2} + 0,734 * \text{μοτοσικλέτα} + & \\ + 0,582 * \text{κατοικημένη_περιοχή} * \text{μοτοσικλέτα} + & \\ + 1,366 * \text{ένα_όχημα} * \text{μοτοσικλέτα} + 1,548 * \text{ένα_όχημα} * \text{επιβατικό} & \end{aligned}$$

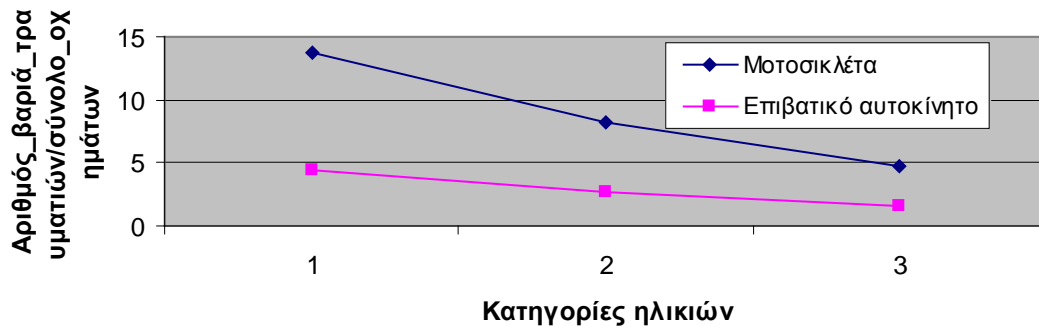
Παρατηρήσεις:

- ❖ Συσχέτιση υπάρχει μόνο μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών «τύπος ατυχήματος» και «αριθμός οχημάτων».
- ❖ Ο σημαντικότερος παράγοντας επιρροής είναι ο τύπος του ατυχήματος.
- ❖ Άλλοι κρίσιμοι παράγοντες: ηλικία, τύπος του οχήματος, φωτισμός, τύπος της περιοχής.
- ❖ Η σχέση των βαριά τραυματιών προς το σύνολο των οχημάτων στην αναλογία «μοτοσικλέτα/ επιβατικό αυτοκίνητο» για τα εντός κατοικημένης περιοχής ατυχήματα είναι κατά 40% μικρότερη από την αναλογία αυτή για τα εκτός κατοικημένης περιοχής ατυχήματα.
- ❖ Η σχέση του αριθμού των βαριά τραυματιών προς το σύνολο των οχημάτων στην αναλογία «επιβατικό αυτοκίνητο/ μοτοσικλέτα» για τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκεται ένα όχημα είναι κατά 55% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη σχέση για τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται δύο ή περισσότερα οχήματα.

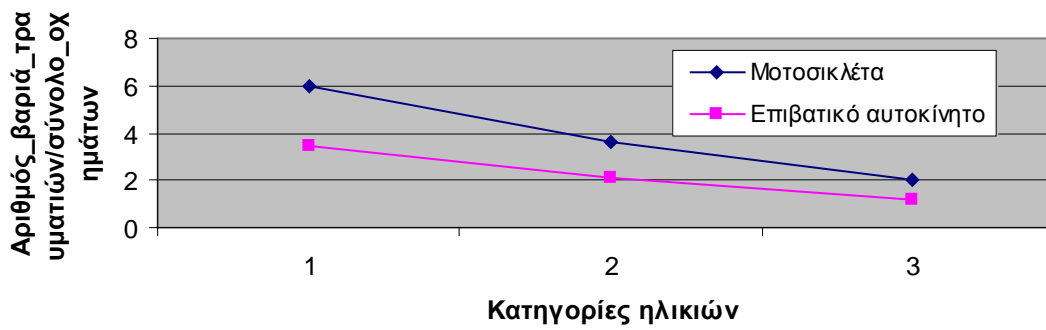
Ανάλυση ευαισθησίας στο μοντέλο των βαριά τραυματιών



Κατοικημένη περιοχή



Μη κατοικημένη περιοχή



- ❖ Ο κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού για τους οδηγούς μοτοσικλετών σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων είναι περίπου 3 φορές υψηλότερος εντός κατοικημένης περιοχής και περίπου 1,5 φορά υψηλότερος εκτός κατοικημένης περιοχής.

Μαθηματικό πρότυπο για τους ελαφρά τραυματίες

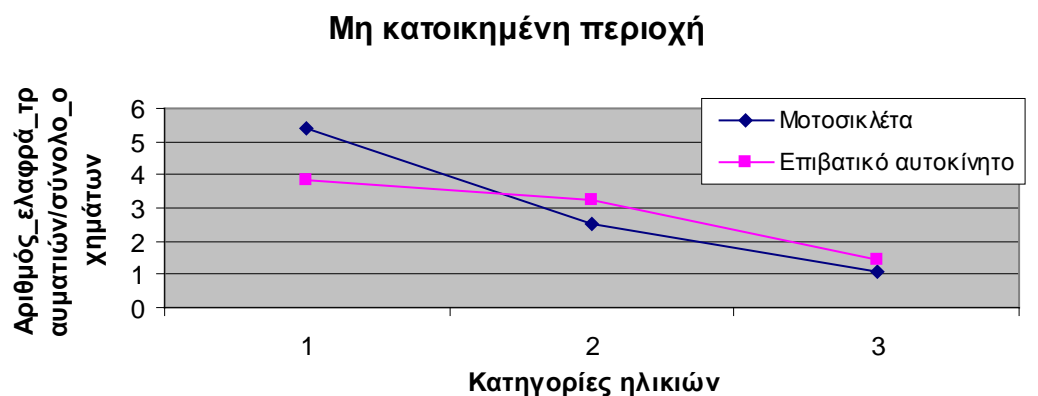
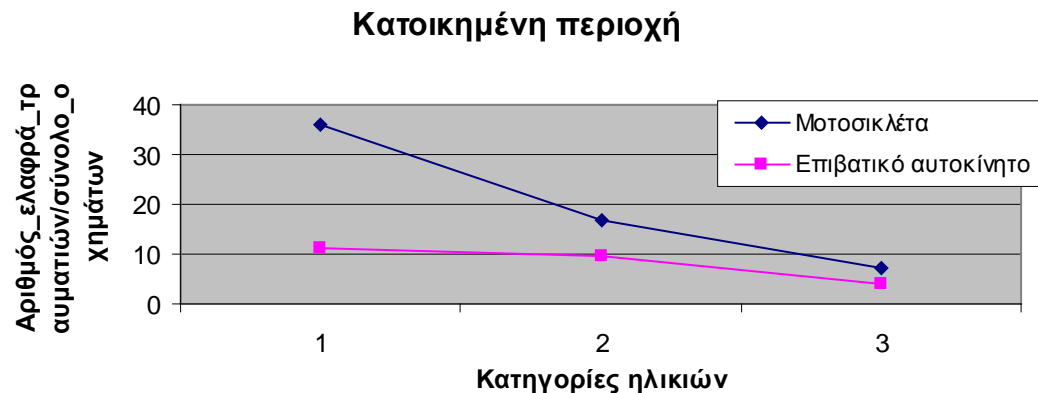


$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{ελαφρά_τραυματίες} / \text{σύνολο_οχημάτων}) = & \\ -12,666 + 1,085 * \text{κατοικημένη_περιοχή} + 1,118 * \text{μέρα} - & \\ 1,920 * \text{ατύχημα1} + 0,994 * \text{ηλικία1} + 0,821 * \text{ηλικία2} + & \\ 0,808 * \text{κατοικημένη_περιοχή} * \text{μοτοσικλέτα} + 0,592 * \text{ηλικία1} * \text{μοτοσικλέτα} & \end{aligned}$$

Παρατηρήσεις:

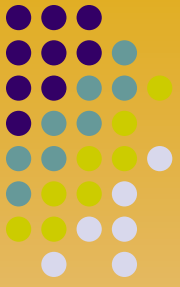
- ❖ Συσχέτιση υπάρχει μόνο μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών «τύπος ατυχήματος» και «αριθμός οχημάτων».
- ❖ Ο σημαντικότερος παράγοντας επιρροής είναι ο τύπος του ατυχήματος.
- ❖ Άλλοι κρίσιμοι παράγοντες: φωτισμός, τύπος της περιοχής, ηλικία.
- ❖ Η σχέση των ελαφρά τραυματιών προς το σύνολο των οχημάτων στην αναλογία «μοτοσικλέτα/ επιβατικό αυτοκίνητο» για τα εντός κατοικημένης περιοχής ατυχήματα είναι κατά 20% μικρότερη από την αναλογία αυτή για τα εκτός κατοικημένης περιοχής ατυχήματα.
- ❖ Η σχέση του αριθμού των ελαφρά τραυματιών προς το σύνολο των οχημάτων στην αναλογία «μοτοσικλέτα/ επιβατικό αυτοκίνητο» για τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται άτομα ηλικίας 0-34 είναι κατά 40% μικρότερη από την αντίστοιχη σχέση για τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται άτομα ηλικίας άνω των 55 ετών, καθώς και άτομα ηλικίας 35-54 ετών.

Ανάλυση ευαισθησίας στο μοντέλο των ελαφρά τραυματιών



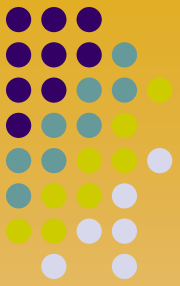
- ❖ Ο κίνδυνος ελαφρού τραυματισμού είναι μεγαλύτερος για τους οδηγούς μοτοσικλετών σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων στις νεαρές ηλικίες, 3,5 φορές **εντός** κατοικημένης περιοχής και 1,5 φορά **εκτός** κατοικημένης περιοχής.

Συμπεράσματα(1/2)



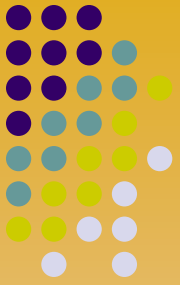
- ❖ **Τύπος περιοχής:** επηρεάζει τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών 2,6 φορές περισσότερο από τον αριθμό των νεκρών και 4,4 φορές περισσότερο από τον αριθμό των βαριά τραυματιών
- ❖ **Φωτισμός:** επηρεάζει τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών 2,2 φορές περισσότερο από τον αριθμό των νεκρών και 2,1 φορές περισσότερο από τον αριθμό των βαριά τραυματιών
- ❖ **Ηλικία:**
 - 0-34: επηρεάζει τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών 2,2 φορές περισσότερο από τον αριθμό των νεκρών και 2,1 φορές περισσότερο από τον αριθμό των βαριά τραυματιών
 - 35-54: επηρεάζει τους ελαφρά τραυματίες 3,2 φορές περισσότερο από τους νεκρούς και 1,4 φορές περισσότερο από τους βαριά τραυματίες

Συμπεράσματα(2/2)



- ❖ **Αριθμός οχημάτων:** ο σημαντικότερος παράγοντας επιρροής στο μαθηματικό πρότυπο των νεκρών, ενώ δεν εμφανίζεται ως κρίσιμος παράγοντας στα άλλα δύο πρότυπα
- ❖ **Τύπος οχήματος:** επηρεάζει τους βαριά τραυματίες 1,4 φορές περισσότερο από τους νεκρούς
- ❖ **Τύπος ατυχήματος:** επηρεάζει 1,2 φορές περισσότερο τους ελαφρά τραυματίες απ' ότι τους βαριά τραυματίες

Προτάσεις



- ❖ Βαθμονομημένα συστήματα οδήγησης με ειδικούς περιορισμούς κατά τα πρώτα έτη μετά την απόκτηση του διπλώματος
- ❖ Χρήση των φώτων πορείας κατά τη διάρκεια της ημέρας από τους μοτοσικλετιστές και βελτίωση των συνθηκών ηλεκτροφωτισμού
- ❖ Μείωση των ανωτάτων ορίων ταχύτητας εκτός κατοικημένης περιοχής και χρήση πινακίδων υπόδειξης ταχύτητας του οχήματος
- ❖ Αποτελεσματική και συστηματική αστυνόμευση
- ❖ Εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης

Περαιτέρω έρευνα



- ❖ Εξέταση και άλλων παραμέτρων
- ❖ Χρήση και άλλων στατιστικών μεθόδων
- ❖ Διερεύνηση της στάσης των οδηγών μοτοποδηλάτων
- ❖ Σύγκριση των στοιχείων και των αποτελεσμάτων αντίστοιχων μελετών στην Ελλάδα και την Ευρώπη
- ❖ Συγκριτική μελέτη των ατυχημάτων μοτοσικλετιστών στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Ισπανία
- ❖ Διερεύνηση της αλληλεπίδρασης του οδηγού μοτοσικλέτας με τους άλλους χρήστες της οδού, της χρήση έξυπνων συστημάτων ή του τύπου οδήγησης κάθε μοτοσικλετιστή στη σοβαρότητα των ατυχημάτων



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής
Υποδομής

ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΩΝ
ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΙΣΤΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Αλεβίζου Μ. Παρασκευή

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013

