

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**«Συγκριτική διερεύνηση των παραμέτρων
που επηρεάζουν την επικινδυνότητα
στους Ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους»**

Αντώνης Χαζίρης
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

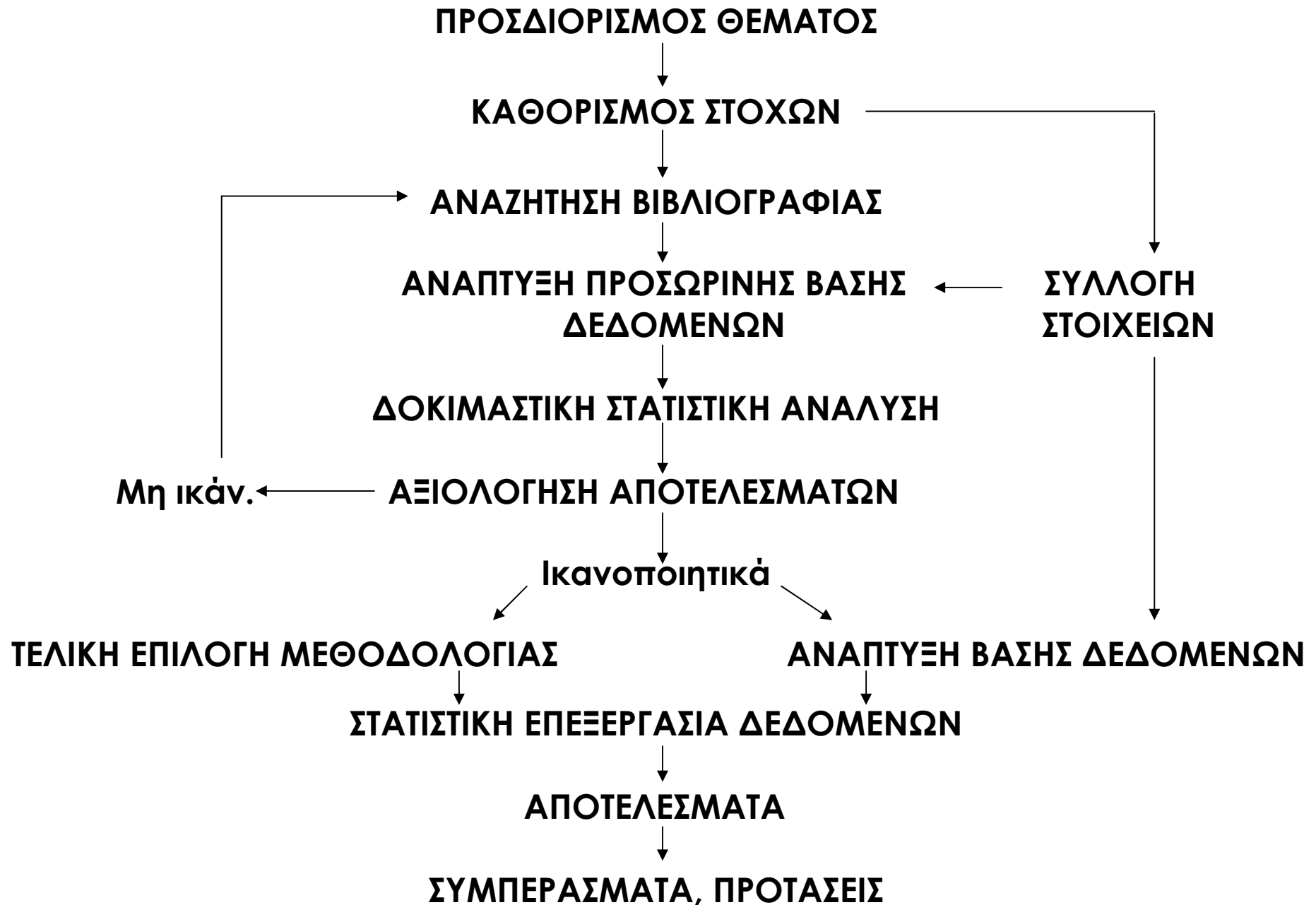
Αθήνα, Οκτώβριος 2005

Στόχος

Ανάδειξη και διερεύνηση παραμέτρων που επηρεάζουν την επικινδυνότητα των Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων

1. Συγκέντρωση στοιχείων για πιθανές παραμέτρους που επηρεάζουν την επικινδυνότητα
2. Δημιουργία μαθηματικών προτύπων για την ανάδειξη της επιρροής της κάθε παραμέτρου και τη διεξαγωγή συγκρίσεων μεταξύ τους

Στάδια της Διπλωματικής Εργασίας



Βιβλιογραφική ανασκόπηση

- Η επιρροή του τύπου της οδού στον δείκτη ατυχημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική. Οι δείκτες σοβαρότητας είναι υψηλότεροι στις υπεραστικές οδούς κυρίως λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων. (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας 1994)
- Η ηλικία του παθόντος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην πρόκληση οδικών ατυχημάτων, με αυξημένη επικινδυνότητα στους νέους και τους ηλικιωμένους οδηγούς.
Aultmann-Hall, Padlo (2004), Bilban (2002).
- Αυξημένη συμμετοχή των ανδρών σε οδικά ατυχήματα (Al-Balbissi 2003).

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

- Τα χαρακτηριστικά του οχήματος επηρεάζουν την πρόκληση οδικών ατυχημάτων. Σημαντικότερα το μέγεθος, το βάρος και η ηλικία και ο τύπος του οχήματος (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας 1994).
- Υπάρχει απ' ευθείας συσχέτιση ανάμεσα στον κυκλοφοριακό φόρτο και τον δείκτη επικινδυνότητας της οδού.
Σχέση μεταξύ δείκτη επικινδυνότητας και κυκλοφοριακού φόρτου μορφής U (Ceder και Livneh 1982, Φραντζεσκάκης και Γκόλιας 1994, Martin 2002).
- Διερεύνηση καταλληλότητας δύο συμβατικών προτύπων γραμμικής παλινδρόμησης (ένα κανονικό και ένα λογαριθμικό) και δύο πρότυπα παλινδρόμησης Poisson για έρευνες οδικών ατυχημάτων. Το πρότυπο Poisson με την εκθετική συνάρτηση παρείχε την καλύτερη μορφή της συσχέτισης (Μιαου και Lum 2000).

Δείκτες σοβαρότητας Π.Α.Θ.Ε. και Αττικής Οδού

	Δείκτης σοβαρότητας (Νεκροί / δις. οχ-χλμ)
Π.Α.Θ.Ε. 1986 - 1990	43
Π.Α.Θ.Ε. 1996 - 1999	15
Αττική Οδός	7

Θεωρητικό υπόβαθρο

Κατηγορίες μεταβλητών:

- Διακριτές: Κατηγορικές (Σειριακές, Ονομαστικές), Κλιμακωτές
- Συνεχείς

Μέθοδοι παλινδρομήσεων που εξετάστηκαν:

1. Γραμμικά πρότυπα
 - Γραμμική παλινδρόμηση
 - Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση
2. Μη γραμμικά πρότυπα
 - **Παλινδρόμηση Poisson**
 - **Αρνητική Διωνυμική παλινδρόμηση**

Επιλεγείσες μέθοδοι

Ακαταλληλότητα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης λόγω της φύσης της εξαρτημένης μεταβλητής (διακριτή)

Κατανομή δεδομένων, επιλογή παλινδρόμησης Poisson ή Αρνητικής διωνυμικής παλινδρόμησης (έλεγχος χ^2)

Αξιολόγηση αποτελεσμάτων:

1. Λογική, βιβλιογραφία, εμπειρία
2. Στατιστικοί έλεγχοι (R^2 , χ^2 , t test)

Πηγές στοιχείων

Στοιχεία τριετίας 2001-2003

Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων
Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.):
(Στοιχεία Ε.Σ.Υ.Ε./Δ.Ο.Τ.Α.)

Αριθμός παθόντων, Αριθμός
ατυχημάτων.
Ομαδοποίηση ανά τύπο
ατυχήματος, τύπο οχήματος,
κατηγορία παθόντος,
σοβαρότητα ατυχήματος, φύλο,
ηλικία.

Πηγές στοιχείων

ΕΥΔΕ Π.Α.Θ.Ε.:

Λειτουργικά στοιχεία (ημερομηνίες παράδοσης τμημάτων, στοιχεία χιλιομέτρησης).

Αττικές Διαδρομές Α.Ε.:

Κυκλοφοριακά και λειτουργικά στοιχεία (ΜΗΚ, μέσες διανυόμενες αποστάσεις, ημερομηνίες έναρξης λειτουργίας)

(Εγνατία Οδός Α.Ε.):

Κυκλοφοριακά και λειτουργικά στοιχεία (ΕΜΗΚ, σύνθεση κυκλοφορίας, ημερομηνίες παράδοσης τμημάτων).

Βάση δεδομένων

Διακριτές, κατηγορικές, ονομαστικές ανεξάρτητες μεταβλητές
Διακριτή κλιμακωτή εξαρτημένη μεταβλητή.

Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος και η μορφή των μεταβλητών απαιτεί
ειδική μορφή της βάσης δεδομένων.

Μετασχηματισμός των πρωτογενών δεδομένων σε επεξεργάσιμη
μορφή.

Βάση δεδομένων

Εύρος τιμών μεταβλητών : 0-1

Τιμή 0 : Αντιστοιχία στη υπομεταβλητή που αποτελεί το επίπεδο αναφοράς.

Τιμές β_i :

- Απεικόνιση σχετικής μεταβολής στον αριθμό παθόντων αναλόγως της τιμής της μεταβλητής.
- Απεικόνιση σχετικής επιρροής του κάθε επιπέδου της εκάστοτε μεταβλητής ανάμεσα στα εξεταζόμενα οδικά τμήματα.

Παράδειγμα βάσης δεδομένων

Παράδειγμα πίνακα δεδομένων σε τελική μορφή:

Τύπος ατυχήματος A	Τύπος ατυχήματος B	Τύπος Οχήματος 1	Τύπος Οχήματος 2	Ηλικιακή Ομάδα 1	Ηλικιακή Ομάδα 2	Παθόντες
0	1	1	0	1	0	3
0	0	0	0	0	0	6
1	0	0	0	0	1	2
0	0	0	1	0	0	7
0	0	0	0	0	0	4
1	0	0	0	1	0	7
1	0	0	1	0	1	9
1	0	0	1	0	1	4
0	1	0	1	1	0	6
0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0	6
1	0	0	0	0	1	9
1	0	1	0	0	1	3
0	0	0	1	0	0	6
0	1	0	0	1	0	8

Πρότυπο Poisson

$$P(y_i) = \frac{EXP(-\lambda_i) * \lambda_i^{y_i}}{y_i!}$$

Η εξαρτημένη μεταβλητή λ_i σχετίζεται με τις ανεξάρτητες μεταβλητές X_i με το πρότυπο:

$$\lambda_i = EXP([\beta][X_i])$$

Αρνητικής Διωνυμικής Παλινδρόμησης

$$P(y_i) = \frac{\Gamma(1/a + y_i)}{\Gamma(1/a) y_i!} \left(\frac{1/a}{(1/a) + \lambda_i} \right)^{1/a} \left(\frac{\lambda_i}{(1/a) + \lambda_i} \right)^{y_i}$$

Η εξαρτημένη μεταβλητή λ_i σχετίζεται με τις ανεξάρτητες μεταβλητές X_i με το πρότυπο:

$$\lambda_i = EXP([\beta][X_i] + \varepsilon_i)$$

Μεταβλητές

Εξαρτημένες μεταβλητές: Αριθμός παθόντων
Δείκτης ατυχημάτων

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Ατύχημα:

- Τύπος
- Σοβαρότητα

Όχημα:

- Τύπος

Παθών:

- Φύλο
- Ηλικία
- Κατηγορία

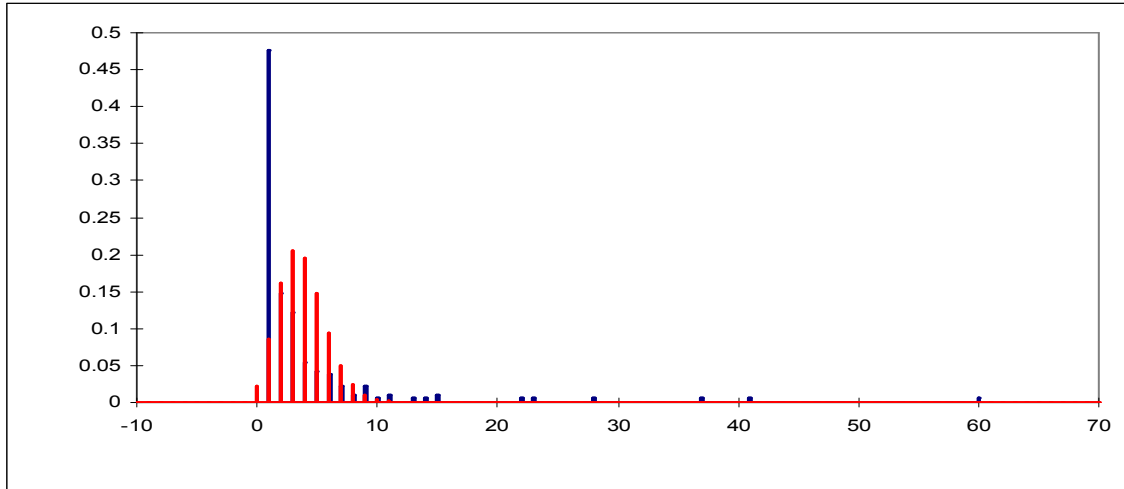
Κυκλοφοριακός

Φόρτος:

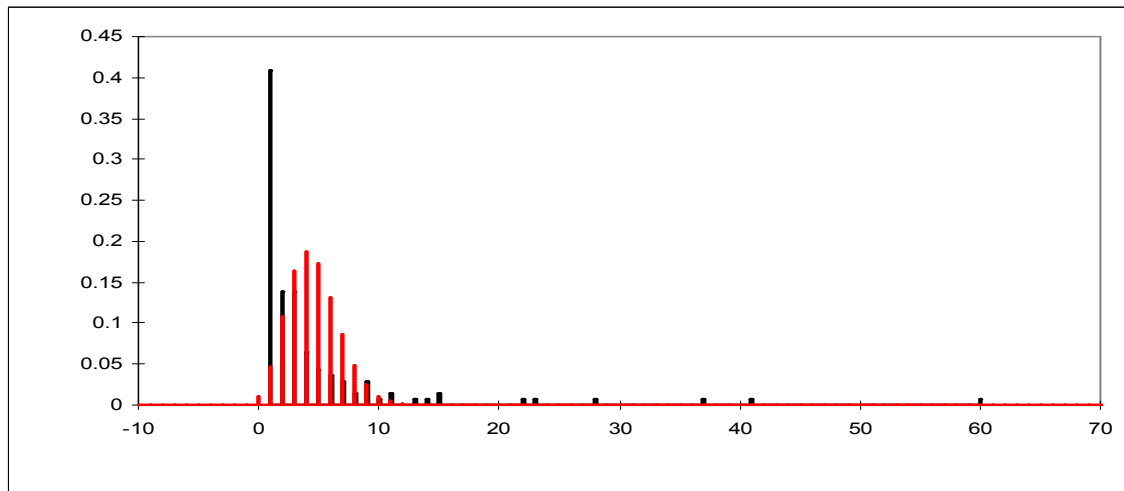
- Μηνιαία μέση
ημερήσια
κυκλοφορία

Προσαρμογή δεδομένων

Έλεγχος χ^2 (90%) – BestFit (Version 4.5)



Προσαρμογή αριθμού
παθόντων Π.Α.Θ.Ε. στην
κατανομή Poisson



Προσαρμογή συνόλου αριθμού
παθόντων (Π.Α.Θ.Ε. και Αττική
Οδός) στην κατανομή Poisson

Παλινδρόμηση Poisson – Αυτοκινητόδρομος Π.Α.Θ.Ε.

$$P = e^{(3,57-0,96SC-1,10SN-1,22HV-0,83TW-0,33PA-1,38HI-1,68KL-0,69F-0,73Y-0,42O)}$$

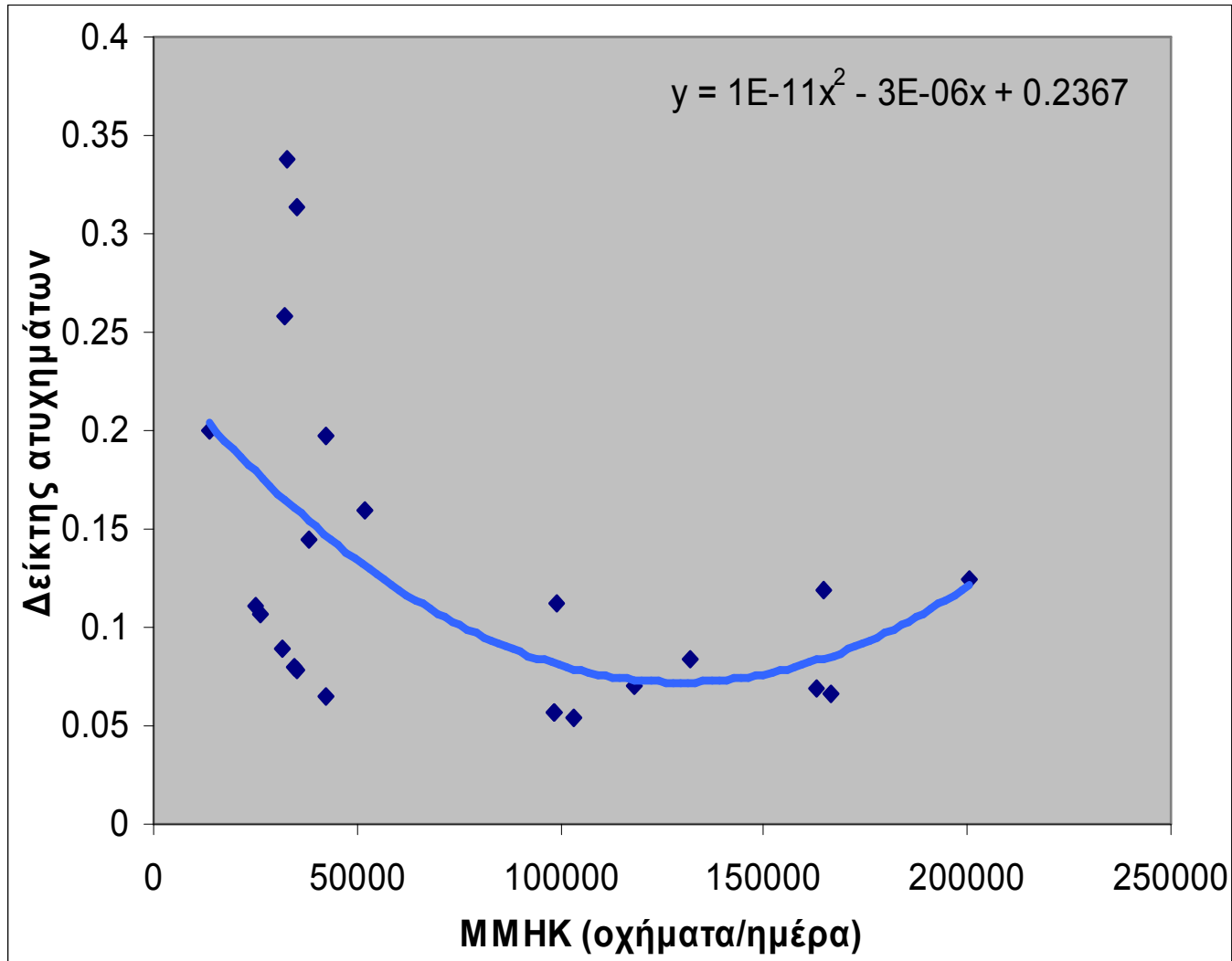
- P Αριθμός παθόντων (λ)
- SC Ατυχήματα ενός οχήματος με πρόσκρουση
- SN Ατυχ. ενός οχήματος χωρίς πρόσκρουση
- HV Βαρύ όχημα
- TW Δίκυκλο
- PA Επιβάτης συμμετέχων
- HI Βαριά τραυματίας
- KL Νεκρός
- F Παθούσες
- Y Νεαρής ηλικίας
- O Προχωρημένης ηλικίας

Ανεξάρτητη Μεταβλητή	Συντελεστής β_i	Οριακή επιρροή
Σταθερός όρος	3.57	13.92
SC	-0.96	-3.57
SN	-1.10	-3.74
HV	-1.22	-4.42
TW	-0.83	-3.13
PA	-0.33	-0.72
HI	-1.38	-5.19
KL	-1.67	-5.89
F	-0.69	-2.63
Y	-0.73	-2.82
O	-0.42	-1.70

Μαθηματικά πρότυπα παλινδρόμησης

Ανεξάρτητη Μεταβλητή	Παλινδρόμηση Poisson - Π.Α.Θ.Ε.	Παλινδρόμηση Poisson - Αττική Οδός	Αρνητική Διωνυμική παλινδρόμηση - Π.Α.Θ.Ε.	Παλινδρόμηση Poisson - Π.Α.Θ.Ε. & Αττική Οδός
Σταθερός όρος	3.57	2.40	4.71	3.45
Αττική Οδός	-	-	-	-1.42
Ατυχήματα ενός οχήματος με πρόσκρουση	-0.96	-0.28	-1.34	-0.81
Ατυχήματα ενός οχήματος χωρίς πρόσκρουση	-1.10	-1.04	-1.43	-1.03
Βαρέα οχήματα	-1.22	-	-	-1.16
Δίκυκλα	-0.83	-	-	-0.71
Επιβάτες	-0.33	-	-	-0.28
Βαριά τραυματίες	-1.38	-1.73	-1.73	-1.33
Νεκροί	-1.68	-2.01	-1.91	-1.60
Θήλεις	-0.69	-0.53	-0.99	-0.64
Νέοι	-0.73	-0.69	-0.77	-0.73
Προχωρημένης ηλικίας	-0.42	-0.38	-0.64	-0.42

Διερεύνηση δείκτη επικινδυνότητας Αττικής Οδού



Πολυωνυμική συσχέτιση
δείκτη ατυχημάτων
Αττικής Οδού με
Μηνιαία μέση ημερήσια
κυκλοφορία
($R^2 = 0,30$)

Επιβεβαίωση
διαγράμματος μορφής U
σύμφωνα με τη διεθνή
βιβλιογραφία

Συμπεράσματα

1. Επιβεβαιώνεται η απ' ευθείας συσχέτιση του δείκτη επικινδυνότητας με τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά στον αυτοκινητόδρομο της Αττικής οδού.
2. Παρατηρείται μειωμένη σοβαρότητα των ατυχημάτων στην Αττική Οδό σε σχέση με τον ΠΑΘΕ.
3. Το ποσοστό των ατυχημάτων πολλών οχημάτων είναι υψηλότερο στον Π.Α.Θ.Ε. από το αντίστοιχο της Αττικής Οδού.
4. Το ποσοστό των γυναικών παθούσων είναι υψηλότερο στην Αττική Οδό από το αντίστοιχο του Π.Α.Θ.Ε.

Συμπεράσματα (2)

5. Το ποσοστό των νέων και των ηλικιωμένων επί του συνόλου των παθόντων εμφανίζεται υψηλότερο στον Π.Α.Θ.Ε. συγκριτικά με την Αττική Οδό.
6. Η αρνητική διωνυμική και η κατανομή Poisson αποτελούν κατάλληλες στατιστικές κατανομές για την περιγραφή των οδικών ατυχημάτων.
7. Όταν η εξαρτημένη μεταβλητή που αφορά σε οδικά ατυχήματα, είναι διακριτή, ενδείκνυται η χρήση των μη γραμμικών προτύπων της παλινδρόμησης Poisson ή της αρνητικής διωνυμικής παλινδρόμησης.
8. Η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Εργασίας σε άλλους αυτοκινητοδρόμους πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή (ομοιότητα χαρακτηριστικών).

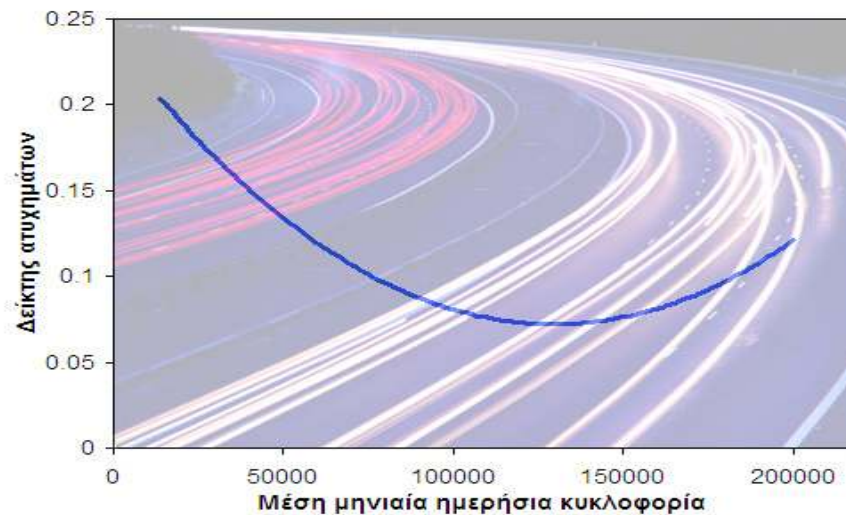
Προτάσεις

1. Συγκριτική διερεύνηση των παραμέτρων επικινδυνότητας του οδικού δικτύου χρησιμοποιώντας τον δείκτη επικινδυνότητας αντί του αριθμού των παθόντων.
2. Πραγματοποίηση της παραπάνω έρευνας με τη χρήση του προτύπου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης (απλό πρότυπο στη δημιουργία και το χειρισμό των αποτελεσμάτων).
3. Συσχέτιση του κυκλοφοριακού φόρτου με τους δείκτες επικινδυνότητας ή σοβαρότητας όλων των Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων.
4. Τακτική επανάληψη των συγκρίσεων αυτών για το σύνολο των Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων.

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**



**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ
ΣΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ**



ΑΝΤΩΝΗΣ ΧΑΖΙΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2005