



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

***Η συνδυασμένη επιρροή της οικονομικής κρίσης,
της κυκλοφορίας και των καιρικών συνθηκών
στην οδική ασφάλεια στην Αθήνα***



Ελένη Ζιάκα

Επιβλέποντες: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Ματθαίος Καρλαύτης †, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2014

Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Συνδυαστική μακροσκοπική ανάλυση μηνιαίων στοιχείων, του αριθμού των παθόντων στα οδικά ατυχήματα σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες, τα κυκλοφοριακά μεγέθη, τις παραβάσεις και την οικονομική κρίση για το Λεκανοπέδιο Αττικής για την περίοδο 2006-2011.

- **Καιρικές συνθήκες**
 - Βροχόπτωση
 - Θερμοκρασία
- **Κυκλοφοριακά μεγέθη**
 - Κυκλοφοριακός Φόρτος
 - Ταχύτητα
- **Παραβάσεις**
 - Χρήση ζώνης ασφαλείας
 - Χρήση κράνους
 - Όρια ταχύτητας
 - Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ
- **Οικονομική Κρίση**
 - Έτος έναρξης οικονομικής κρίσης 2009

Δομή Διπλωματικής Εργασίας

- ✓ Προσδιορισμός Θέματος
- ✓ Καθορισμός Στόχου
- ✓ Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- ✓ Επιλογή Μεθοδολογίας
- ✓ Συλλογή Στοιχείων
- ✓ Εφαρμογή Μεθοδολογίας
- ✓ Περιγραφή Αποτελεσμάτων
- ✓ Συμπεράσματα/Προτάσεις

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση-Ευρήματα (1/2)

❖ Κυκλοφοριακός Φόρτος

- Σημαντική επιρροή. Με αύξηση του φόρτου αυξάνονται τα ατυχήματα

❖ Ταχύτητα

- Αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης ατυχήματος

❖ Βροχόπτωση

- Η αύξηση του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης μειώνει την συχνότητα των ατυχημάτων
- Σημαντική η επιρροή της βροχόπτωσης με χρονική υστέρηση

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση-Ευρήματα (2/2)

❖ **Θερμοκρασία**

- Αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση των ατυχημάτων
- Οι ώρες ηλιοφάνειας οδηγούν σε αύξηση των ατυχημάτων

❖ **Παραβάσεις**

- Σημαντική επιρροή στη μείωση των ατυχημάτων από την αστυνόμευση της ταχύτητας και της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ
- Παρατηρείται χρονική υστέρηση της αστυνόμευσης στα ατυχήματα

❖ **Οικονομική Κρίση**

- Τάση μείωσης των παθόντων στα ατυχήματα λόγω κρίσης

Συλλογή Στοιχείων (1/3)

- Αριθμός Παθόντων στα Οδικά Ατυχήματα

Δ.Ο.Τ.Α. (Τροχαία)

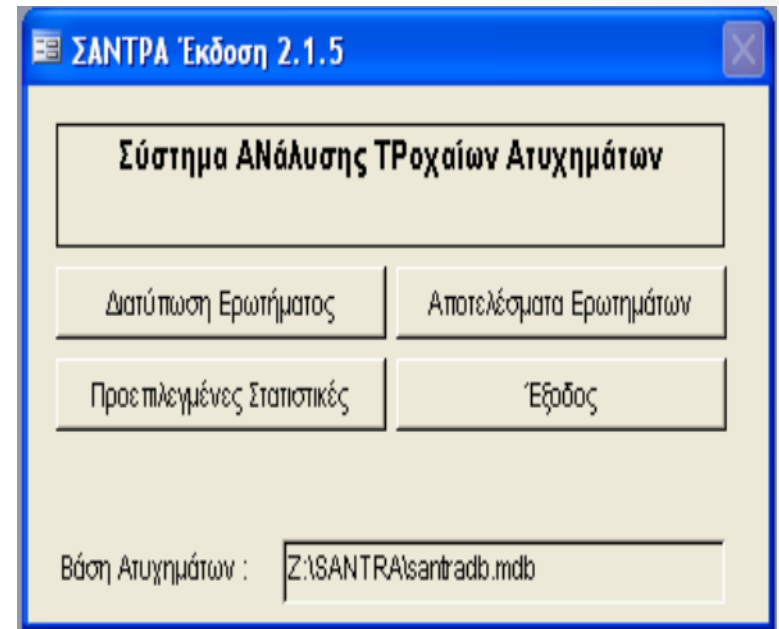


ΕΛ.ΣΤΑΤ. (Ελληνική
Στατιστική Αρχή)



Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α (ΕΜΠ)

Περιέχονται στοιχεία οδικών ατυχημάτων (πληθώρα μεταβλητών) από όλη την Ελλάδα από το 1996 και έπειτα



Συλλογή Στοιχείων (2/3)

- **Κυκλοφοριακά Στοιχεία**

Συλλογή κυκλοφοριακών δεδομένων (κυκλοφοριακός φόρτος, κατάληψη οδού
→ ταχύτητα)



Κέντρο Διαχείρισης
Κυκλοφορίας
Περιφέρειας Αττικής



Συλλογή Στοιχείων (3/3)

- Μετεωρολογικά Στοιχεία

Σταθμή Μέτρησης
(θερμοκρασία, ύψη βροχόπτωσης)



Βάση δεδομένων ΕΜΠ
(Hydrological
Observatory
of Athens)

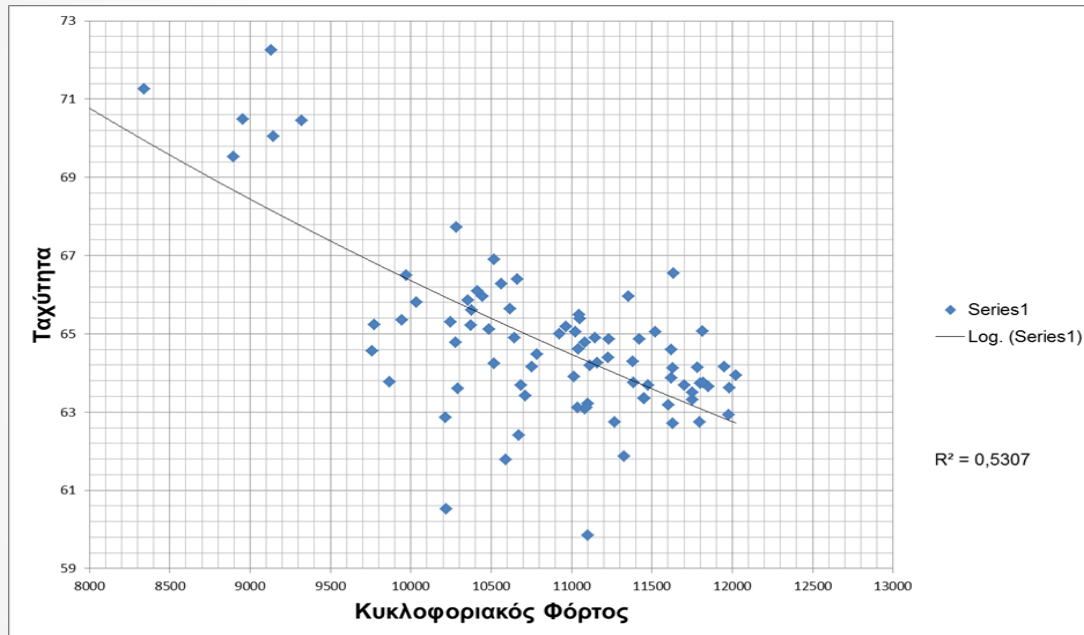
- Παραβάσεις Τροχαίας

Δελτία Καταγραφής
Παραβάσεων



Διεύθυνση Τροχαίας
του Υπουργείου
Προστασίας του Πολίτη

Γενικά Στατιστικά Στοιχεία



- ✓ Χρήση ψευδομεταβλητών για την ταχύτητα και τον κυκλοφοριακό φόρτο
- ✓ Χρήση του μεγέθους $Q \cdot V$ για να συμπεριληφθεί η συσχέτιση των δύο μεγεθών
- ✓ Χρήση ψευδομεταβλητών για τις καιρικές συνθήκες και τις παραβάσεις

Πίνακας συσχέτισης μεταβλητών

		Correlations									
		slightinjuries	Q1000	speed	Μηχρήσιζώνης ασφαλείας	Μηχρήσικράνους	ΠαραβάσειςΤαχύτητας	Μεθη1000	Precipitation	Temperature	QV
slightinjuries	Pearson Correlation	1	,727**	-,637**	,526**	,391**	,319**	,225**	-,045	-,099	,628**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,003	,041	,685	,374	,000
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Q1000	Pearson Correlation	,727**	1	-,746**	,346**	,237**	,455**	,248*	,060	-,094	,938**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,001	,031	,000	,024	,592	,400	,000
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
speed	Pearson Correlation	-,637**	-,746**	1	-,210	,043	-,170	,046	-,394**	,551**	-,473**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,057	,698	,124	,678	,000	,000	,000
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Μηχρήσιζώνης ασφαλείας	Pearson Correlation	,526**	,346**	-,210	1	,790**	,309**	,415**	-,162	,078	,333**
	Sig. (2-tailed)	,000	,001	,057		,000	,005	,000	,143	,485	,002
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Μηχρήσικράνους	Pearson Correlation	,391**	,237**	,043	,790**	1	,177	,489**	-,244*	,431**	,318**
	Sig. (2-tailed)	,000	,031	,698	,000		,109	,000	,027	,000	,003
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
ΠαραβάσειςΤαχύτητας	Pearson Correlation	,319**	,455**	-,170	,309**	,177	1	,277*	-,216*	,144	,514**
	Sig. (2-tailed)	,003	,000	,124	,005	,109		,011	,050	,194	,000
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Μεθη1000	Pearson Correlation	,225**	,248*	,046	,415**	,489**	,277*	1	-,119	,173	,344**
	Sig. (2-tailed)	,041	,024	,678	,000	,000	,011		,285	,119	,001
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Precipitation	Pearson Correlation	-,045	,060	-,394**	-,162	-,244*	-,216*	-,119	1	-,503**	-,121
	Sig. (2-tailed)	,685	,592	,000	,143	,027	,050	,285		,000	,274
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Temperature	Pearson Correlation	-,099	-,094	,551**	,078	,431**	,144	,173	-,503**	1	,150
	Sig. (2-tailed)	,374	,400	,000	,485	,000	,194	,119	,000		,176
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
QV	Pearson Correlation	,628**	,938**	-,473**	,333**	,318**	,514**	,344**	-,121	,150	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,002	,003	,000	,001	,274	,176	
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Η αποδεδειγμένη σχέση κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας επιβεβαιώνεται με τον υψηλό συντελεστή συσχέτισης, πάρα ταύτα εισήχθησαν και οι δύο μεταβλητές για την πληρέστερη εικόνα της επιρροής της κυκλοφορίας.

Επεξεργασία Στοιχείων

- ❖ Ανάκτηση Στοιχείων από τις πηγές τους (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α, ΕΜΠ, Τροχαία, ΚΔΚ, κλπ)
- ❖ Δημιουργία βάσης δεδομένων (αρχείο Microsoft Excel)
- ❖ Αναλυτικά μηνιαία στοιχεία για το Λεκανοπέδιο Αττικής για την περίοδο 2006-2011
 - Αριθμός ελαφρά τραυματιών, σοβαρά τραυματιών και νεκρών για τους μοτοσικλετιστές, τους πεζούς και για το σύνολο των παθόντων
 - Μέση Ταχύτητα
 - Μέσος Ωριαίος Κυκλοφοριακός Φόρτος
 - Μέση Θερμοκρασία
 - Μέσο ύψος Βροχόπτωσης
 - Αριθμός Παραβάσεων

Οι παθόντες εξετάστηκαν και με χρονική καθυστέρηση κατά ένα μήνα από την καταγραφή των παραβάσεων

Θεωρητικό Υπόβαθρο (1/2)

Μέθοδος Ανάλυσης

- Εξαρτημένες Μεταβλητές: διατεταγμένες
- Ανεξάρτητες Μεταβλητές: διατεταγμένες και συνεχείς
- Ψευδομεταβλητές: διακριτές

Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση (lognormal analysis)

$$\text{Log}y_i = \beta_0 + \beta_{1i} \cdot X_{1i} + \beta_2 \cdot X_{2i} + \beta_3 \cdot X_{3i} + \dots + \beta_k \cdot X_{ki} + \varepsilon_i$$

Θεωρητικό Υπόβαθρο (2/2)

Στατιστικοί Έλεγχοι Μαθηματικών Μοντέλων Λογαριθμοκανονικλης Παλινδρόμησης

- ✓ Συντελεστές β_i (Λογική ερμηνεία)
- ✓ Στατιστική Αξιοπιστία (Έλεγχος t-test)
- ✓ Ποιότητα προτύπου (Συντελεστής καλής προσαρμογής R²)
- ✓ Σφάλμα της εξίσωσης
- ✓ Έλεγχος Durbin-Watson (για την αυτοσυσχέτιση)

Τεχνική ψευδομεταβλητών

- ✓ Συνήθως δυαδικής μορφής (0/1)
- ✓ Επίδραση εποχικών παραγόντων στην εξαρτημένη μεταβλητή

Λογαριθμοκανονική Ανάλυση (1/2)

Εξαρτημένες Μεταβλητές	Λογάριθμος ελαφρά τραυματιών στο σύνολό τους		Λογάριθμος σοβαρά τραυματιών - νεκρών στο σύνολό τους		Λογάριθμος ελαφρά τραυματιών μοτοσικλετιστών	
	β	ti	β	ti	β	ti
Ανεξάρτητες Μεταβλητές						
Κυκλοφοριακός φόρτος	0,095	5,238	1,316	2,968	0,126	5,704
Ταχύτητα	-	-	0,244	0,076	-	-
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας	-	-	-	-	-	-
Μη χρήση κράνους	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις ταχύτητας	8,003E-06	1,888	-2,8173E-05	-2,235	-	-
Μέθη	-	-	-0,148	-1,911	-	-
Βροχόπτωσηση	-0,00041	-2,347	-	-	-	-
Θερμοκρασία	-	-	0,011	3,231	0,007	4,228
Φόρτος*Ταχύτητα	-1,298E-06	-3,75	-2,111E-05	-3,053	-1,24699E-06	-2,888
Φόρτος 8.500 - 10.000 ΜΕΑ (Q2)	-	-	-	-	-	-
Φόρτος > 10.000 ΜΕΑ (Q3)	0,054	3,07	-	-	-	-
Θερμοκρασία 10 – 25 ο C (T2)	0,021	2,146	-0,07	-2,046	-	-
Θερμοκρασία > 25 ο C (T3)	-	-	-0,24	-3,702	-0,081	-3,315
Βροχόπτωσηση 50 – 100mm (P2)	0,02	2,122	-	-	-	-
Βροχόπτωσηση > 100mm (P3)	-	-	-	-	-0,043	-2,319
Ταχύτητα > 65km/h (s2)	-	-	-	-	-	-
Τραυματίες μετά την κρίση (αc)	0,047	3,186	0,072	2,077	-0,054	-3,795
Παραβάσεις μη χρήσης ζώνης ασφαλείας 1.000 – 3.000 (z2)	0,015	1,748	-	-	-	-
Παραβάσεις μη χρήσης ζώνης ασφαλείας > 3.000 (z3)	-	-	-0,052	-1,719	-	-
Παραβάσεις μη χρήσης κράνους 1.000 – 3.000 (k2)	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις μη χρήσης κράνους > 3.000 (k3)	0,041	3,51	-	-	0,064	4,215
Παραβάσεις ταχύτητας 1.000 – 3.000 (Ta2)	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις ταχύτητας > 3.000 (Ta3)	-	-	0,144	3,215	-	-
Παραβάσεις μέθης 1.000 – 3.000 (M2)	-	-	0,119	2,88	-	-
Παραβάσεις μέθης > 3.000 (M3)	-	-	-	-	-	-




Λογαριθμοκανονική Ανάλυση (2/2)

Εξαρτημένες Μεταβλητές	Λογάριθμος σοβαρά τραυματιών - νεκρών μοτοσυκλετιστών		Λογάριθμος ελαφρά τραυματιών πεζών		Λογάριθμος σοβαρά τραυματιών - νεκρών πεζών	
	β	ti	β	ti	β	ti
Ανεξάρτητες Μεταβλητές						
Κυκλοφοριακός φόρτος	1,319	2,343	0,213	5,731	3,251	3,207
Ταχύτητα	0,18	2,044	-	-	0,596	3,417
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας	-	-	-	-	-	-
Μη χρήση κράνους	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις ταχύτητας	-	-	-1,24699E-06	-3,223	-4,8546E-05	-2,796
Μέθη	-0,368	-3,039	0,137	3,355	-	-
Βροχόπτωση	-	-	-0,00041	-1,76	-	-
Θερμοκρασία	0,024	3,776	-0,01	-4,348	0,013	2,587
Φόρτος*Ταχύτητα	-1,94951E-05	-2,325	-1,24699E-06	-3,588	-5,2222E-05	-3,286
Φόρτος 8.500 - 10.000 ΜΕΑ (Q2)	-	-	-	-	-	-
Φόρτος > 10.000 ΜΕΑ (Q3)	-	-	-	-	-	-
Θερμοκρασία 10 – 25 ο C (T2)	-	-	0,081	3,513	-0,083	-1,727
Θερμοκρασία > 25 ο C (T3)	-0,27	-3,178	0,103	2,264	-0,354	-3,592
Βροχόπτωση 50 – 100mm (P2)	-	-	-	-	-	-
Βροχόπτωση > 100mm (P3)	-	-	-	-	-	-
Ταχύτητα > 65km/h (s2)	-	-	0,058	2,731	-0,086	-1,8
Τραυματίες μετά την κρίση (ac)	0,107	2,533	-	-	-0,072	-1,794
Παραβάσεις μη χρήσης ζώνης ασφαλείας 1.000 – 3.000 (z2)	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις μη χρήσης ζώνης ασφαλείας > 3.000 (z3)	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις μη χρήσης κράνους 1.000 – 3.000 (k2)	-0,204	-3,781	-	-	-	-
Παραβάσεις μη χρήσης κράνους > 3.000 (k3)	-0,195	-2,48	-	-	-	-
Παραβάσεις ταχύτητας 1.000 – 3.000 (Ta2)	-	-	-	-	-	-
Παραβάσεις ταχύτητας > 3.000 (Ta3)	-	-	-0,129	-3,393	0,28	3,089
Παραβάσεις μέθης 1.000 – 3.000 (M2)	0,16	2,288	-	-	0,145	2,864
Παραβάσεις μέθης > 3.000 (M3)	-	-	-	-	-	-

Αποτελέσματα Ανάλυσης μοντέλων (1/3)

Εξαρτημένες Μεταβλητές	Λογάριθμος ελαφρά τραυματιών στο σύνολό τους	Λογάριθμος ελαφρά τραυματιών μοτοσικλετιστών
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	πρόσημο	πρόσημο
Κυκλοφοριακός φόρτος	+	+
Ταχύτητα		
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας		
Μη χρήση κράνους		
Παραβάσεις ταχύτητας	+	
Μέθη		
Βροχόπτωσηση	-	
Θερμοκρασία		+
Φόρτος*Ταχύτητα	-	-
Τραυματίες μετά την κρίση (α)		-

Συνολικά ελαφρά τραυματίες και ελαφρά τραυματίες μοτοσικλετιστές

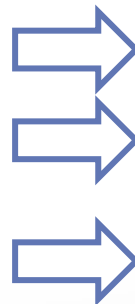
- Αύξηση κυκλοφοριακού φόρτου  αύξηση τραυματιών
- Αύξηση της θερμοκρασίας  αύξηση τραυματιών
- Καθόλη τη διάρκεια της κρίσης  μείωση τραυματιών

Αποτελέσματα Ανάλυσης μοντέλων (2/3)

Εξαρτημένες Μεταβλητές	Λογάριθμος σοβαρά τραυματιών - νεκρών στο σύνολό τους	Λογάριθμος σοβαρά τραυματιών - νεκρών μοτοσικλετιστών
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	πρόσημο	πρόσημο
Κυκλοφοριακός φόρτος	+	+
Ταχύτητα	+	+
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας		
Μη χρήση κράνους		
Παραβάσεις ταχύτητας	-	
Μέθη	-	-
Βροχόπτωση		
Θερμοκρασία	+	+
Φόρτος*Ταχύτητα	-	-
Τραυματίες μετά την κρίση (ας)		

Σοβαρά τραυματίες – νεκροί μοτοσικλετιστές και στο σύνολό τους

- Αύξηση της ταχύτητας
- Αύξηση ελέγχων οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ
- Αύξηση ελέγχων ταχύτητας





αύξηση των τραυματιών
μείωση τραυματιών
μείωση τραυματιών

Αποτελέσματα Ανάλυσης μοντέλων (3/3)

Εξαρτημένες Μεταβλητές	Λογάριθμος ελαφρά τραυματιών πεζών	Λογάριθμος σοβαρά τραυματιών - νεκρών πεζών
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	πρόσημο	πρόσημο
Κυκλοφοριακός φόρτος	+	+
Ταχύτητα		+
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας		
Μη χρήση κράνους		
Παραβάσεις ταχύτητας	-	-
Μέθη	+	
Βροχόπτωσηση	-	
Θερμοκρασία	-	+
Φόρτος*Ταχύτητα	-	-
Τραυματίες μετά την κρίση (ας)		-

Συνολικά ελαφρά τραυματίες, σοβαρά τραυματίες και νεκροί πεζοί

- Αύξηση κυκλοφοριακού φόρτου  αύξηση τραυματιών
- Αύξηση των παραβάσεων ορίων ταχύτητας και οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ  αύξηση τραυματιών

Συμπεράσματα (1/2)

- Για πρώτη φορά στην Ελλάδα επιχειρείται συνδυαστική μακροσκοπική ανάλυση συσχέτισης παθόντων στα οδικά ατυχήματα με κυκλοφοριακά μεγέθη, καιρικές συνθήκες και οικονομική κρίση
- Χρήσιμη η τεχνική των ψευδομεταβλητών (στατιστικά σημαντικές)
- Αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου προκαλεί αύξηση των παθόντων, ίσως λόγω της αύξησης των πιθανών εμπλοκών
- Αύξηση της ταχύτητας οδηγεί στην αύξηση των παθόντων, ενδεχομένως να οφείλεται στην σφοδρότητα της σύγκρουσης

Συμπεράσματα (2/2)

- Αξιοσημείωτο το γεγονός της μείωσης των παθόντων με την αύξηση του ύψους βροχόπτωσης, πιθανότατα οι οδηγοί να είναι πιο προσεκτικοί
- Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί στην αύξηση των παθόντων, ίσως λόγω αύξησης των χρηστών της οδού
- Με την αύξηση της αστυνόμευσης των ορίων ταχύτητας και της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ μειώνονται οι παθόντες με υστέρηση ένα μήνα, πιθανότατα οι οδηγοί συμμορφώνονται στην καλύτερη οδήγηση όταν αντιλαμβάνονται εντατικοποίηση της αστυνόμευσης
- Κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης σημειώθηκε μείωση των παθόντων γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην «οικονομική οδήγηση» ή ακόμη και στους χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους

Προτάσεις βελτίωσης οδικής ασφάλειας

- Ανάπτυξη πολιτικών και στρατηγικών σχεδίων για τη λήψη μέτρων οδικής ασφάλειας
- Σχέδια διαχείρισης Κυκλοφορίας και Οδικής Ασφάλειας
- Λήψη μέτρων για την αποφυγή της αύξησης των παθόντων μετά την οικονομική κρίση
- Εφαρμογή πολιτικών που να οδηγούν σε καλύτερες από τις αναμενόμενες επιδόσεις οδικής ασφάλειας

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Εφαρμογή και άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης
- Μελέτη ανάλυσης ευαισθησίας μοντέλου και σχετικής επιρροής
- Ευρύτερη χωρική κλίμακα
- Μελέτη περισσότερων μεταβλητών-δεικτών
- Μελέτη επιρροής διακύμανσης ταχύτητας και κυκλοφοριακού φόρτου
- Διερεύνηση σχέσης παθόντων με το Α.Ε.Π. (και συγκριτική ανάλυση)



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

***Η συνδυασμένη επιρροή της οικονομικής κρίσης,
της κυκλοφορίας και των καιρικών συνθηκών
στην οδική ασφάλεια στην Αθήνα***



Ελένη Ζιάκα

Επιβλέποντες: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Ματθαίος Καρλαύτης †, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2014