



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ

Ελένη Γεωργιάδου

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

Αθήνα, Ιανουάριος 2014

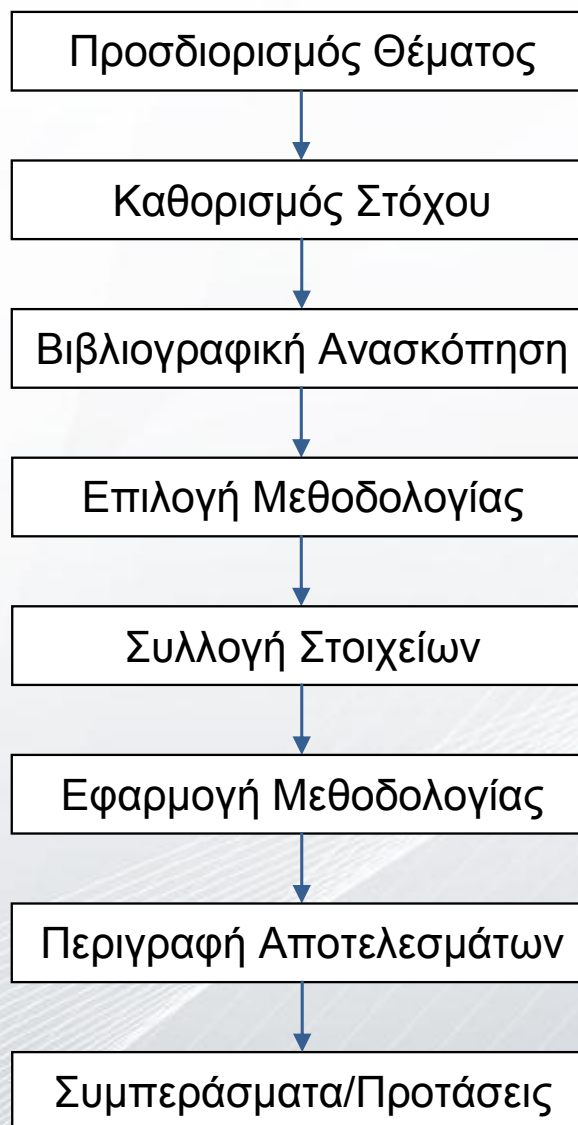
Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Διερεύνηση της επιρροής στην οδική ασφάλεια της αύξησης του ορίου ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους

Αύξηση από 120 σε 130 km/h τον Ιούνιο του 2007

- Επιλογή κατάλληλης μεθοδολογίας
- Επιλογή εξεταζόμενων περιοχών
- Επιλογή περιοχής ελέγχου

Δομή Διπλωματικής Εργασίας



Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (Θέματα)

- Αύξηση ορίου ταχύτητας από 55 σε 65 mph σε επαρχιακές διαπολιτειακές εθνικές οδούς των Η.Π.Α. τον Απρίλιο του 1987, κατάργηση αυτού του ορίου τον Δεκέμβριο του 1995 και αύξηση σε 70 και 75 mph
- Αύξηση ορίων ταχύτητας από 50 σε 70 km/h και από 70 σε 80 km/h στο Χονγκ Κονγκ την περίοδο 1999 – 2002
- Μείωση ορίου ταχύτητας εθνικών οδών από 90 σε 70 km/h στη Φλαμανδική περιοχή του Βελγίου το 2001 – 2002
- Μείωση ορίου ταχύτητας εντός κατοικημένων περιοχών από 60 σε 50 km/h τον Μάιο του 1993 στην Ουγγαρία και τον Μάιο του 2001 αύξηση κατά 10 km/h εκτός κατοικημένης περιοχής

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (Σύνοψη)

- Η αύξηση του ορίου ταχύτητας προκαλεί αύξηση στα ατυχήματα και ιδιαίτερα στον αριθμό των νεκρών και βαριά τραυματιών
- Η μείωση του ορίου ταχύτητας έχει ως αποτέλεσμα βελτίωση της οδικής ασφάλειας – είναι απαραίτητη βέβαια η συνεχής αστυνόμευση
- Η επιρροή της αύξησης του ορίου ταχύτητας εκτείνεται εν μέρει και σε οδούς όπου το όριο δεν μεταβλήθηκε
- Η μεταβολή που παρατηρείται στη μέση ταχύτητα κυκλοφορίας είναι σημαντικά μικρότερη από τη μεταβολή του ορίου ταχύτητας.
- Οι μεταβολές των ορίων ταχύτητας επηρεάζουν περισσότερο τα οδικά τμήματα και όχι τους κόμβους
- Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στις έρευνες αφορούν χρονοσειρές, μελέτες «πριν» και «μετά» και παλινδρόμηση

Θεωρητικό Υπόβαθρο (1/2)

Μέθοδοι ανάλυσης ατυχημάτων «πριν» και «μετά»

- Μέθοδοι ανάλυσης χωρίς περιοχή ελέγχου
 - Με ανάλυση μεμονωμένων θέσεων (μέθοδος Poisson, μέθοδος χ^2 , μέθοδος διαφοράς ατυχημάτων «πριν» και «μετά»)
 - Με ανάλυση πληθυσμού θέσεων (μέθοδος Hauer, μέθοδος Bayes)
- Μέθοδοι ανάλυσης με περιοχή ελέγχου
 - Μεγάλη περιοχή ελέγχου
 - Μικρή περιοχή ελέγχου

Στατιστικοί έλεγχοι

- χ^2
- Λόγος πιθανοτήτων

Θεωρητικό Υπόβαθρο (2/2)

Ανάλυση ατυχημάτων «πριν» και «μετά» με μεγάλη περιοχή ελέγχου

- Έλεγχος χ^2

$$\chi^2 = \frac{(\Psi - \chi A)^2}{(\chi + \Psi)A}$$

όπου

$$A = \Psi_E / \chi_E$$

Σύγκριση με τιμή κατανομής χ^2 για ένα βαθμό ελευθερίας και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ($\chi^2_{1, 0,95} = 3,84$)

- Έλεγχος λόγου πιθανοτήτων

$$(WME) = \exp\left(\frac{\sum_i w_i \ln(\theta_i)}{\sum_i w_i}\right)$$

όπου

$$(\theta_i) = (\Psi / \chi) / (\Psi_E / \chi_E)$$

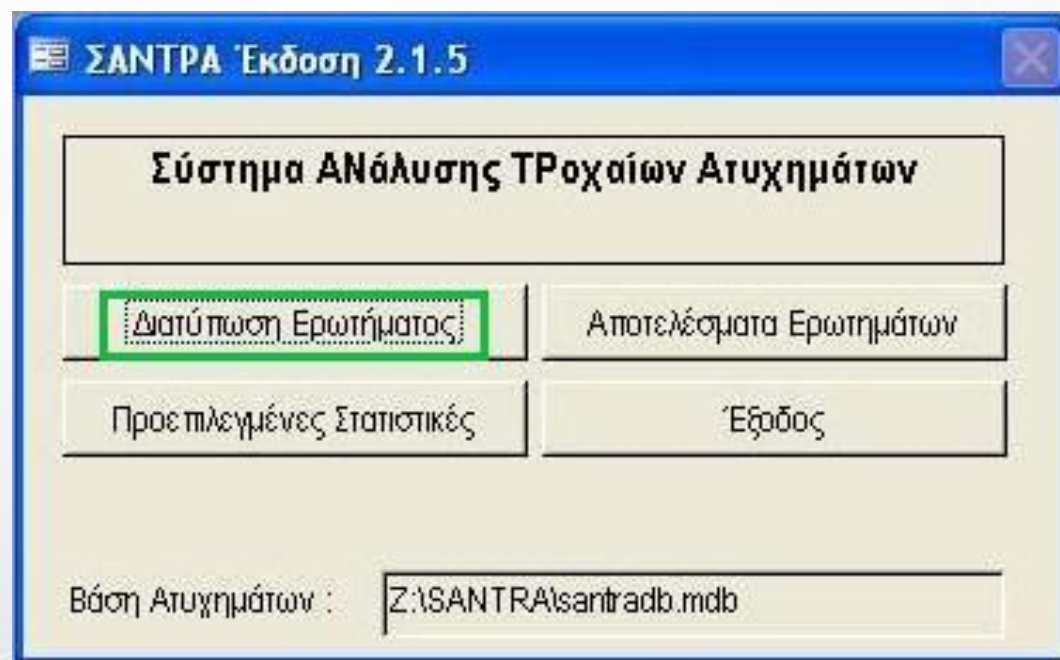
$$w_i = \frac{1}{\frac{1}{\chi^i} + \frac{1}{\Psi^i} + \frac{1}{\chi_E^i} + \frac{1}{\Psi_E^i}}$$

$$\left(WME \exp\left(\frac{z_{\alpha/2}}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right), WME \exp\left(\frac{z_{1-\alpha/2}}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right) \right)$$

Σύγκριση άνω/κάτω ορίων με τιμή 1,0

Συλλογή Στοιχείων (1/2)

Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.)
Στοιχεία ΕΛ.ΣΤΑΤ. που συμπληρώνει η Τροχαία



Περιέχονται στοιχεία οδικών ατυχημάτων για όλη την Ελλάδα από το 1985 και μετά. Αξιοποιήθηκαν στοιχεία για την περίοδο 2005 – 2010.

Περιλαμβάνει πληθώρα μεταβλητών

Συλλογή Στοιχείων (2/2)

Εγνατία Οδός Α.Ε.

- Στοιχεία οδικών ατυχημάτων από τη Διεύθυνση Υποστήριξης Ανάπτυξης και Εκμετάλλευσης της Εγνατίας Οδού ΑΕ
- Προέρχονται από τα μηχανογραφημένα Δ.Ο.Τ.Α. της ΕΛ.ΣΤΑΤ. που συμπληρώνει η Τροχαία
- Επεξεργασία και διόρθωση με βάση τις καταγραφές των συνεργείων συντήρησης και λειτουργίας της Εγνατίας Οδού

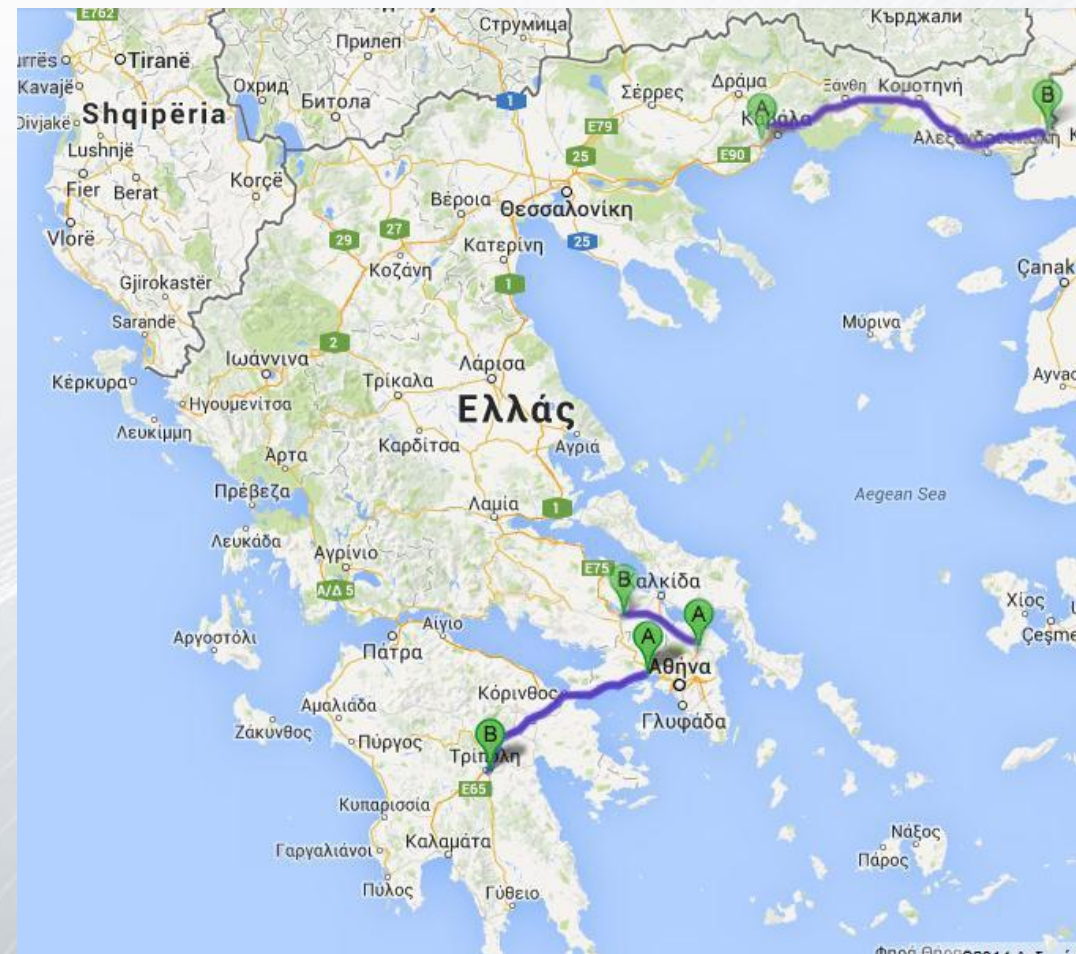
Εξεταζόμενες Περιοχές

Εξεταζόμενες περιοχές

- Αθήνα – Θήβα
- Αθήνα – Κόρινθος – Τρίπολη
- Αγ. Ανδρέας Καβάλας – Κήποι Έβρου (Εγνατία Οδός)

Περιοχές ελέγχου

- Σύνολο υπεραστικού δικτύου
- Σύνολο εθνικών οδών



Εξεταζόμενες περιπτώσεις

- Σύνολο ατυχημάτων
- Σύνολο νεκρών
- Σύνολο βαριά τραυματιών
- Σύνολο ελαφρά τραυματιών
- Ατυχήματα και παθόντες με επιβατικό όχημα
- Ατυχήματα και παθόντες με άνδρα οδηγό
- Ατυχήματα και παθόντες με γυναίκα οδηγό

Περίοδοι «πριν»

- 01/2005 – 05/2007
- 01/2006 – 05/2007

Περίοδοι «μετά»

- 06/2007 – 12/2008
- 06/2007 – 12/2009
- 06/2007 – 12/2010

Σύγκριση «πριν» και «μετά»

		ατυχήματα				
		Αθήνα - Θήβα	Αθήνα - Τρίπολη	Εγνατία Οδός	Υπεραστικό δίκτυο	Εθνικές Οδοί
Πριν	2006 - 05/2007	47	107	28	4.774	3.672
Μετά	06/2007 - 2008	76	52	46	5.603	4.320

		Νεκροί				
		Αθήνα - Θήβα	Αθήνα - Τρίπολη	Εγνατία Οδός	Υπεραστικό δίκτυο	Εθνικές Οδοί
Πριν	2006 - 05/2007	6	34	13	1.223	924
Μετά	06/2007 - 2008	19	16	13	1.357	1.046

		βαριά τραυματίες				
		Αθήνα - Θήβα	Αθήνα - Τρίπολη	Εγνατία Οδός	Υπεραστικό δίκτυο	Εθνικές Οδοί
Πριν	2006 - 05/2007	7	24	9	1.038	782
Μετά	06/2007 - 2008	10	9	17	1.245	869

		ελαφρά τραυματίες				
		Αθήνα - Θήβα	Αθήνα - Τρίπολη	Εγνατία Οδός	Υπεραστικό δίκτυο	Εθνικές Οδοί
Πριν	2006 - 05/2007	65	147	27	5.854	4.597
Μετά	06/2007 - 2008	86	61	48	6.763	5.274

Αποτελέσματα (1/2)

Αθήνα - Θήβα Αθήνα - Τρίπολη Εγνατία Οδός
περιοχή ελέγχου 1 περιοχή ελέγχου 2 περιοχή ελέγχου 1 περιοχή ελέγχου 2 περιοχή ελέγχου 1 περιοχή ελέγχου 2
περίοδος 1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3 4 5 6 7 8

		Αθήνα - Θήβα								Αθήνα - Τρίπολη								Εγνατία Οδός																													
Σύνολο	Νεκροί	Χ ²		A						A					M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
		OR		A						A					M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
	Βαριά τρ.	Χ ²													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
		OR													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
	Ελαφρά τρ.	Χ ²													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
		OR													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
	Ατυχήματα	Χ ²													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
		OR													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x			
Επιβατικά οχήματα	Νεκροί	Χ ²		A			A			A				A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		OR		A			A			A				A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Βαριά τρ.	Χ ²													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		OR													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ελαφρά τρ.	Χ ²													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		OR													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ατυχήματα	Χ ²													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x		
		OR													M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			x	x	x	x					x	x	x	x		

περίοδος	πριν	μετά	περίοδος	πριν	μετά
1	2005 - 05/2007	06/2007 - 2009	5	2005 - 05/2007	06/2007 - 2009*
2	2005 - 05/2007	06/2007 - 2010	6	2005 - 05/2007	06/2007 - 2010*
3	2005 - 05/2007	06/2007 - 2008	7	2005 - 05/2007	06/2007 - 2008*
4	2006 - 05/2007	06/2007 - 2008	8	2006 - 05/2007	06/2007 - 2008*

*χωρίς Ιούλιο-Αύγουστο 2007 (μετά)

A	Στατιστικά σημαντική αύξηση
M	Στατιστικά σημαντική μείωση
	Μη στατιστικά σημαντική μεταβολή
x	Μη διαθέσιμα στοιχεία

Αποτελέσματα (2/2)

		Αθήνα - Θήβα								Αθήνα - Τρίπολη								Εγνατία Οδός																																			
		περιοχή ελέγχου 1				περιοχή ελέγχου 2				περιοχή ελέγχου 1				περιοχή ελέγχου 2				περιοχή ελέγχου 1				περιοχή ελέγχου 2																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8												
Οδηγός Άρρεν	Νεκροί	χ ²		A	A				A			A	A				A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR			A				A			A				A			A				A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Βαριά τρ.	χ ²																	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR																	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Ελαφρά τρ.	χ ²																	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR																	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Ατυχήματα	χ ²																	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR																	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Οδηγός Θήλυ	Νεκροί	χ ²																M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR																	M			M	M		M		M			M	M		M		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Βαριά τρ.	χ ²	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
	OR	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
Ελαφρά τρ.	χ ²	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M	M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR	M	M			M	M	M		M	M			M	M	M		M	M		M	M	M	M	M	M	M		M	M	M		M	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Ατυχήματα	χ ²																	M	M		M	M		M		M			M	M		M		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	OR																	M			M	M		M		M			M	M		M		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

περίοδος	πριν	μετά	περίοδος	πριν	μετά
1	2005 - 05/2007	06/2007 - 2009	5	2005 - 05/2007	06/2007 - 2009*
2	2005 - 05/2007	06/2007 - 2010	6	2005 - 05/2007	06/2007 - 2010*
3	2005 - 05/2007	06/2007 - 2008	7	2005 - 05/2007	06/2007 - 2008*
4	2006 - 05/2007	06/2007 - 2008	8	2006 - 05/2007	06/2007 - 2008*

*χωρίς Ιούλιο-Αύγουστο 2007 (μετά)

A	Στατιστικά σημαντική αύξηση
M	Στατιστικά σημαντική μείωση
	Μη στατιστικά σημαντική μεταβολή
x	Μη διαθέσιμα στοιχεία

Συμπεράσματα (1/2)

- Αθήνα – Θήβα

- Στατιστικά σημαντική αύξηση αριθμού νεκρών ένα έτος μετά την αύξηση του ορίου ταχύτητας
- Εφαρμογή βελτιώσεων στην υποδομή το 2009 – αύξηση νεκρών παύει να είναι στατιστικά σημαντική
- Μικρή και όχι στατιστικά σημαντική αύξηση σε ατυχήματα, βαριά και ελαφρά τραυματίες

- Αθήνα – Τρίπολη

- Εφαρμογή βελτιώσεων στην υποδομή στα τμήματα Αθήνα – Κόρινθος και Κόρινθος – Τρίπολη
- Στατιστικά σημαντική μείωση ατυχημάτων και παθόντων

Συμπεράσματα (2/2)

- Εγνατία Οδός
 - Μη στατιστικά σημαντική αύξηση ατυχημάτων και παθόντων
 - Δεν πραγματοποιήθηκαν αλλαγές στην υποδομή
- **Η αύξηση των ορίων ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των νεκρών σε αυτοκινητόδρομους με χαμηλότερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους ενώ δεν φαίνεται να υπάρχει επιρροή σε αυτοκινητόδρομους με υψηλότερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους**
- Τα αποτελέσματα από τους δύο στατιστικούς ελέγχους προκύπτουν όμοια
- Τα αποτελέσματα από τις δύο περιοχές ελέγχου προκύπτουν όμοια

Προτάσεις

- Είναι σημαντικό όταν λαμβάνεται η απόφαση για αύξηση του ορίου ταχύτητας να είναι γνωστές οι επιπτώσεις
- Χρειάζεται προσοχή να λαμβάνονται υπόψη άλλες αλλαγές που πιθανώς επηρεάζουν την οδική ασφάλεια
- Σημαντική είναι η αξιοποίηση της διεθνούς εμπειρίας καθώς προσφέρει χρήσιμη καθοδήγηση
- Είναι σημαντικό τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού να μπορούν να ικανοποιήσουν το υψηλότερο όριο ταχύτητας
- Η αύξηση του ορίου ταχύτητας πρέπει να συνοδεύεται από βελτιώσεις στην υποδομή

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Χρήση και άλλων παραμέτρων όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος για ακριβέστερη απεικόνιση της πραγματικής κατάστασης
- Εξέταση και άλλων χαρακτηριστικών όπως η ηλικία του οδηγού
- Διερεύνηση με άλλες μεθόδους όπως χρονοσειρές ή παλινδρόμηση
- Διερεύνησης μεταβολής της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας «πριν» και «μετά» την αύξηση του ορίου ταχύτητας
- Ανάλυση κόστους – ωφέλειας

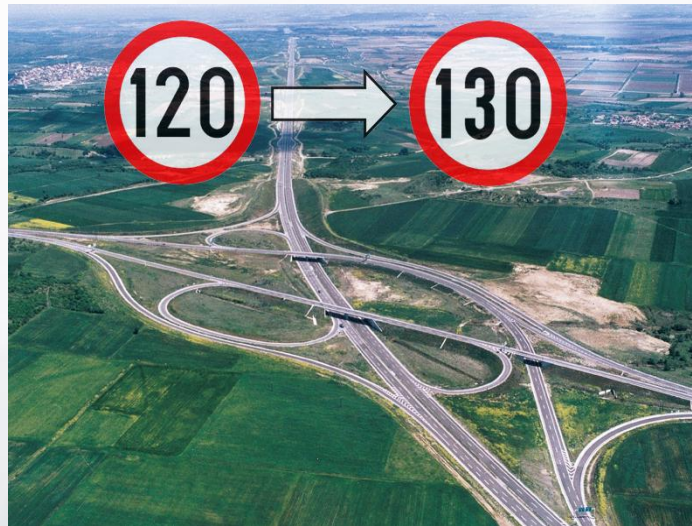


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ



Ελένη Γεωργιάδου

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

Αθήνα, Ιανουάριος 2014