



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΟΥ Α.Ε.Π. ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΦΩΛΛΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής

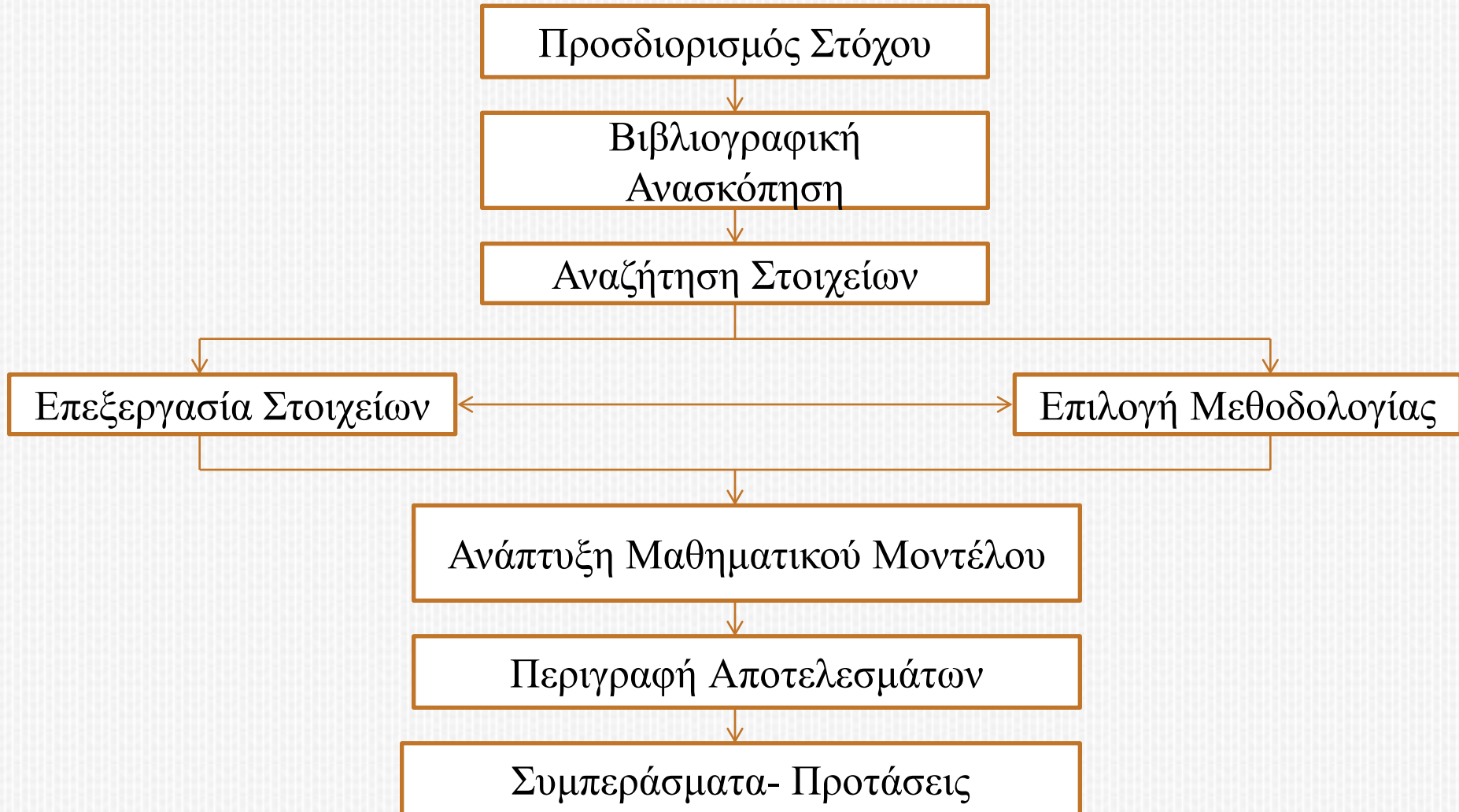
Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η διερεύνηση της επιρροής της ετήσιας μεταβολής του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα στα κράτη-μέλη της Ε.Ε.

Προσδιορισμός της επιρροής της αύξησης και μείωσης του Α.Ε.Π. του τρέχοντος και του προηγούμενου έτους στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα στο σύνολο της Ε.Ε. και σε επιμέρους ομάδες κρατών

Βασικά στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

- Η ενεργειακή κρίση του 1974 και η επακόλουθη επιβολή χαμηλότερου μεγίστου ορίου ταχύτητας μείωσαν το ποσοστό των ατυχημάτων στις Η.Π.Α., αλλά και τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα. (D.P. Tihansky, 1974)
- Η οικονομική ύφεση του 1982 οδήγησε αρκετούς ερευνητές να διερευνήσουν την επιρροή της στα οδικά ατυχήματα:
 - ❖ Η αύξηση της ανεργίας συσχετίζεται με τη μείωση της συχνότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα, καθώς και με την αύξησή της κατά τον επόμενο μήνα (A.C. Wagennar, 1983)
 - ❖ Συσχέτιση ποσοστών ανεργίας με τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα, αυτοκτονίες και ανθρωποκτονίες με τη μέθοδο ARIMA (D. Reinfurt, J.R. Stewart και N.L. Weaver , 1991). Τα ποσοστά ανεργίας δεν βελτιώνουν τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις στα οδικά ατυχήματα.

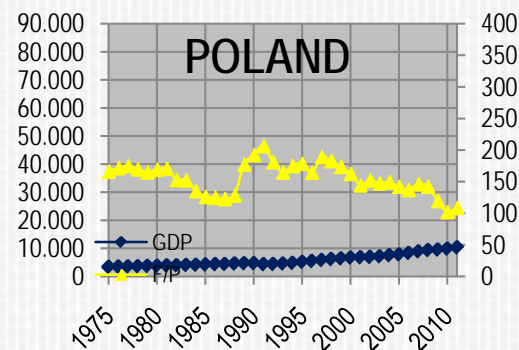
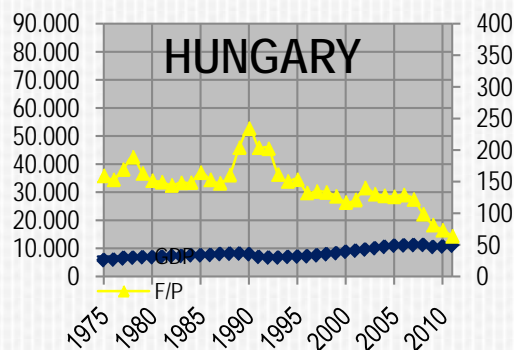
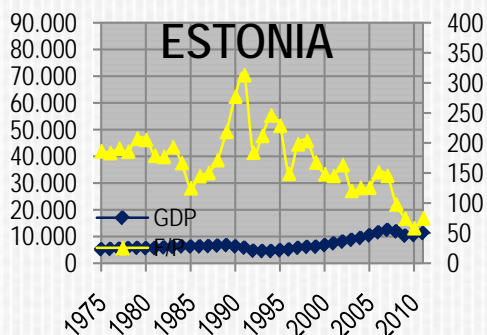
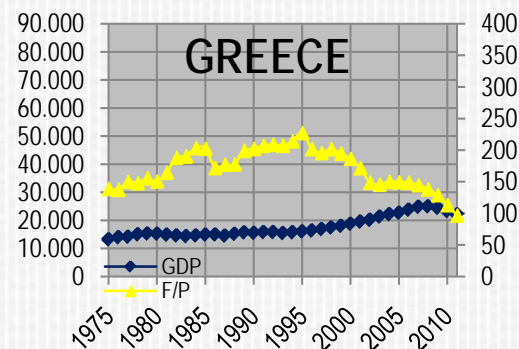
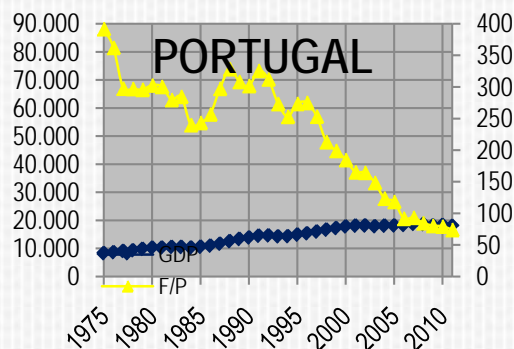
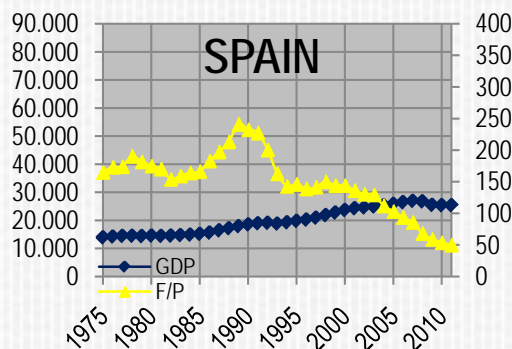
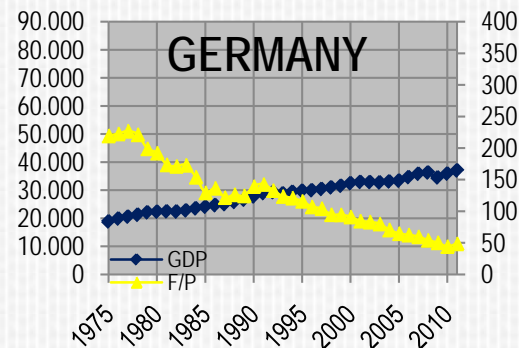
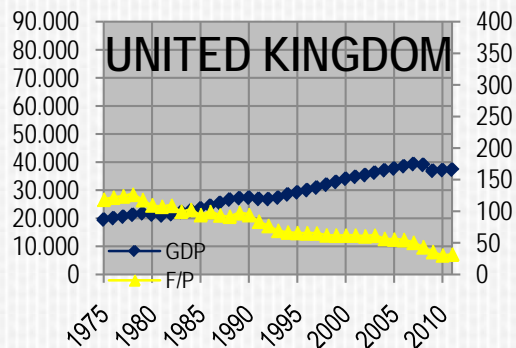
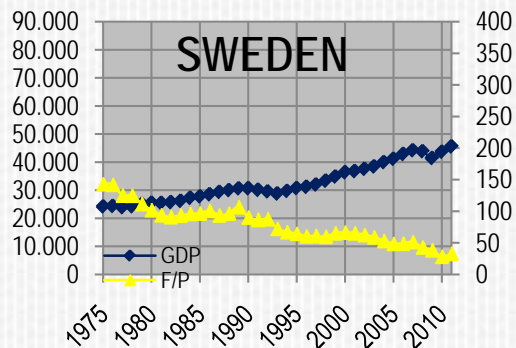
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

- Όσο υψηλότερο είναι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. μιας χώρας, τόσο υψηλότερος είναι ο δείκτης ιδιοκτησίας οχημάτων της χώρας, ενώ η αναλογία νεκρών ανά όχημα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και την παράλληλη αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. (Koornstra, 2002)
- Οι ετήσιες μεταβολές των ποσοστών ανεργίας και του Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (ΔΤΚ) συσχετίζονται έντονα με τις ετήσιες μεταβολές του αριθμού των οδικών ατυχημάτων και των νεκρών στα οδικά ατυχήματα (Kweon, 2011)

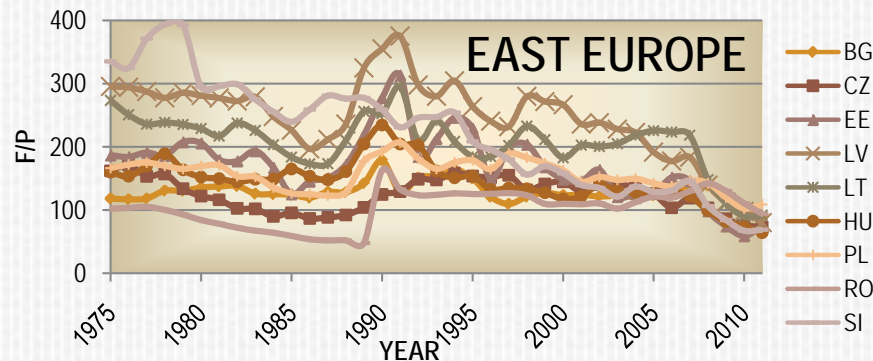
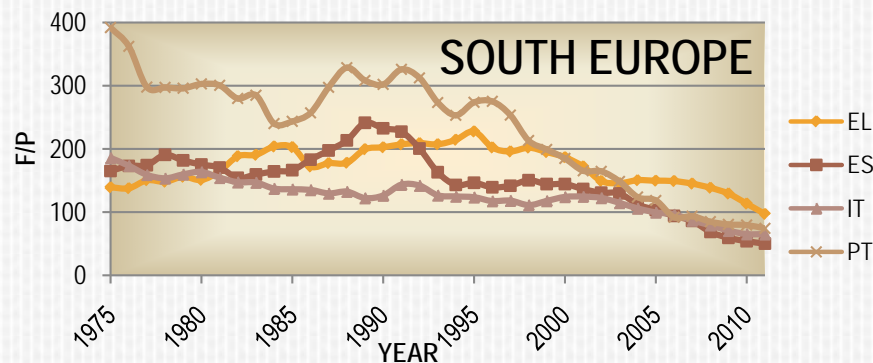
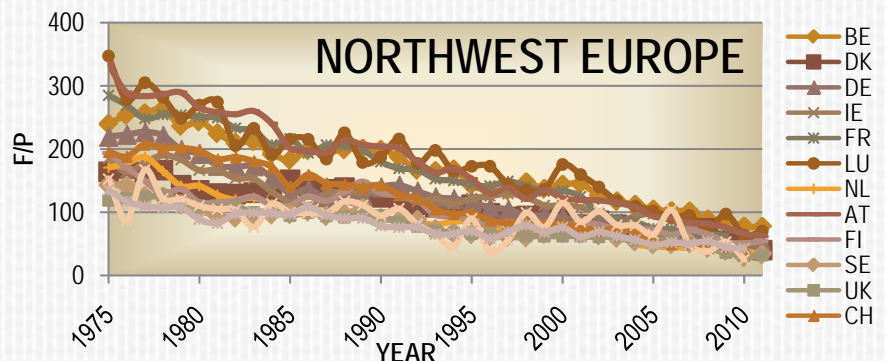
Πηγές Στοιχείων

- Αριθμός νεκρών στα οδικά ατυχήματα:
Βάση δεδομένων IRTAD, UN-ECE, OECD
 - Πληθυσμός:
Βάση δεδομένων EUROSTAT
 - Α.Ε.Π.:
Βάση δεδομένων ERS-USDA
- Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Επεξεργασία δεδομένων (1)



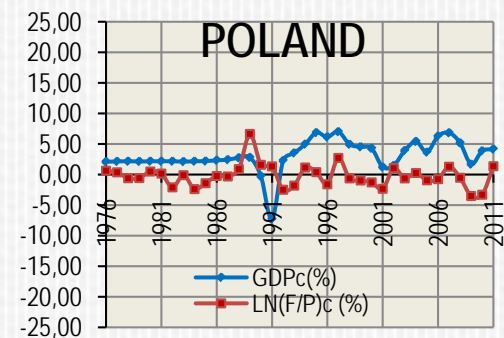
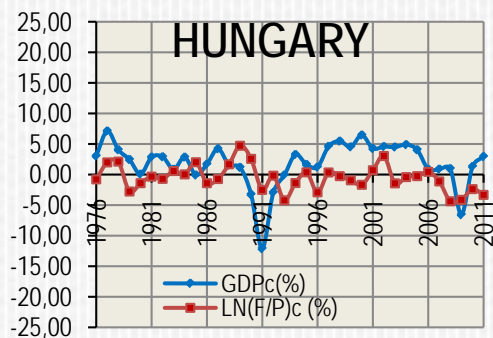
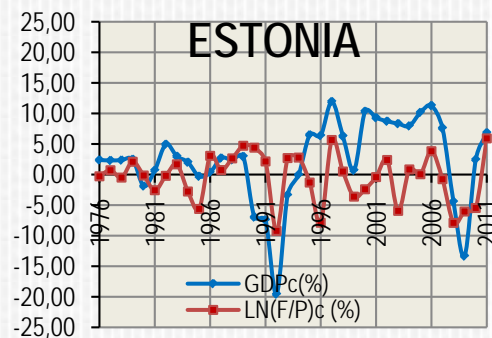
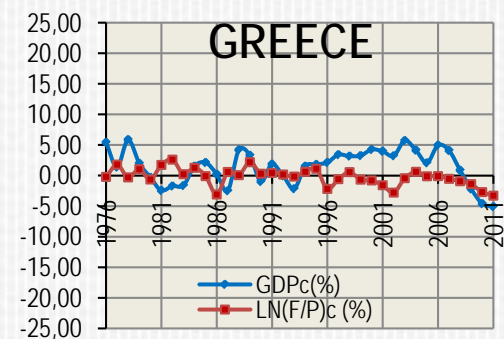
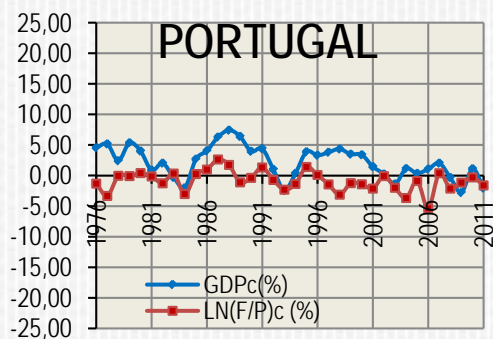
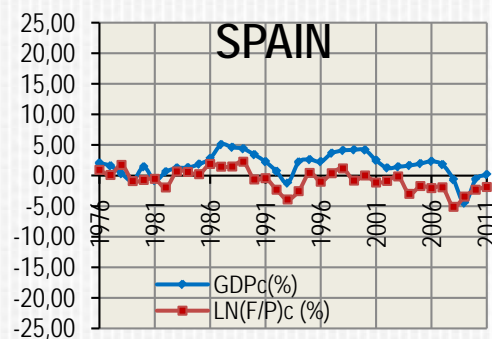
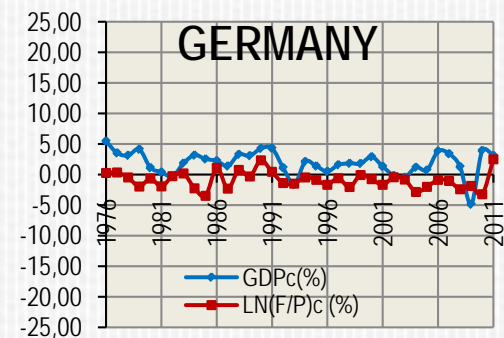
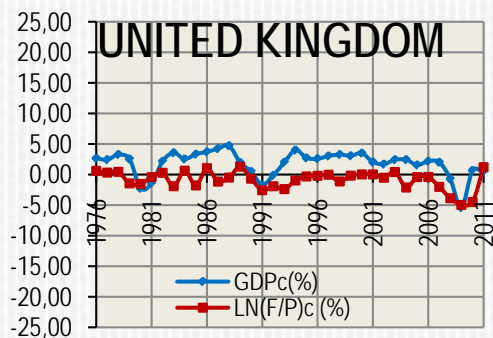
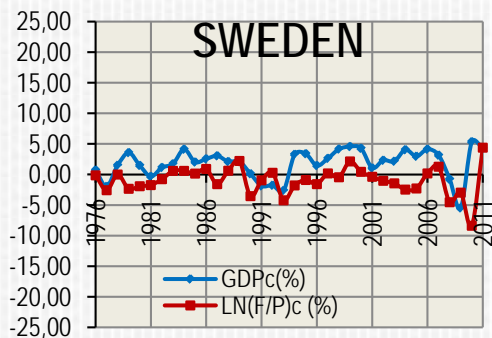
Ομαδοποίηση κρατών



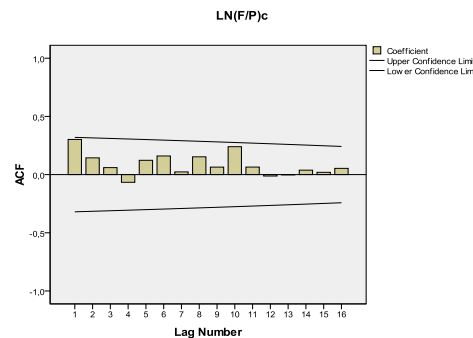
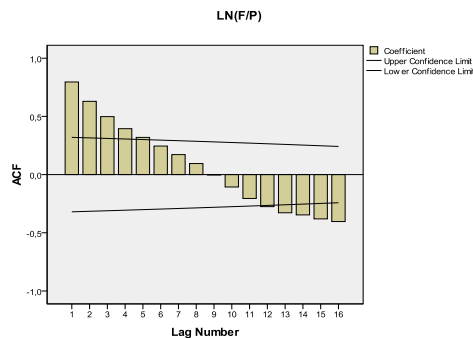
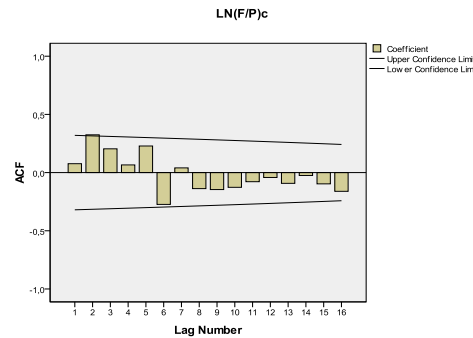
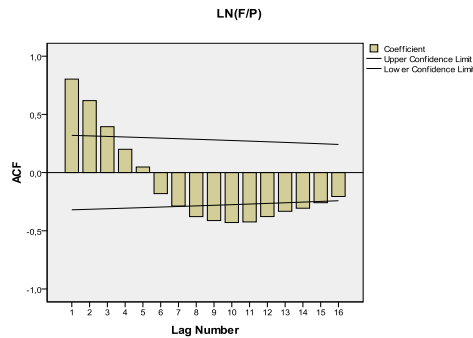
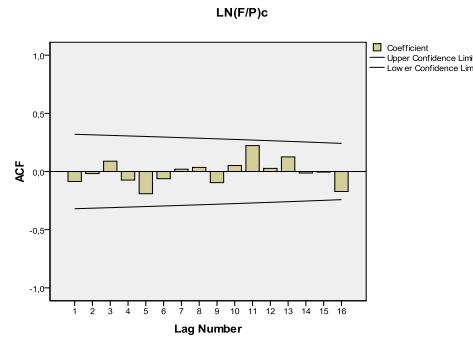
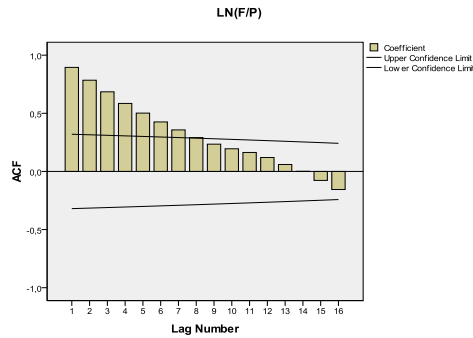
COUNTRIES	avgGDP(\$)	COUNTRIES	avgGDP(\$)
ΝΟΡΒΗΓΙΑ (NO)	51.051	ΙΤΑΛΙΑ (IT)	25.082
ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ (LU)	50.650	ΙΣΠΑΝΙΑ (ES)	19.631
ΕΛΒΕΤΙΑ (CH)	44.136	ΕΛΛΑΔΑ (EL)	15.727
ΙΣΛΑΝΔΙΑ (IS)	40.102	ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ (PT)	13.033
ΔΑΝΙΑ (DK)	40.063	ΣΛΟΒΕΝΙΑ (SI)	12.316
ΣΟΥΗΔΙΑ (SE)	31.332	ΤΣΕΧΙΑ (CZ)	9.937
ΟΛΛΑΝΔΙΑ (NL)	30.555	ΟΥΓΓΑΡΙΑ (HU)	7.713
ΑΥΣΤΡΙΑ(AT)	30.109	ΕΣΘΟΝΙΑ (EE)	6.961
ΓΕΡΜΑΝΙΑ(DE)	28.840	ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ (LT)	5.771
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ (FI)	28.667	ΠΟΛΩΝΙΑ (PL)	5.690
ΒΕΛΓΙΟ(BE)	28.660	ΛΕΤΟΝΙΑ (LV)	5.084
ΗΝ.ΒΑΣΙΛΕΙΟ (UK)	28.560	ΡΟΥΜΑΝΙΑ (RO)	4.152
ΓΑΛΛΙΑ (FR)	28.383	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ (BG)	2.823
ΙΡΛΑΝΔΙΑ (IE)	28.294		

Μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. κάθε κράτους για τη χρονική περίοδο 1975-2010

Επεξεργασία δεδομένων (2)



Φαινόμενο Αυτοσυσχέτισης



Διαγράμματα αυτοσυσχέτισης των μεταβλητών LN(F/P) (αριστερά) και LN(F/P)c (δεξιά) για τις χώρες Βέλγιο, Τσεχία, Ελλάδα

Η ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα δεν παρουσιάζει αυτοσυσχέτιση, σε αντίθεση με τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού που παρουσιάζει αυτοσυσχέτιση.

Γραμμικό Μικτό Μοντέλο (1/2)

□ Μαθηματική σχέση:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Zu} + \mathbf{e},$$

Όπου \mathbf{y} είναι ένα $n \times 1$ διάνυσμα n παρατηρούμενων αρχείων

\mathbf{b} είναι ένα $p \times 1$ διάνυσμα p τιμών των μεταβλητών σταθερών επιδράσεων

\mathbf{u} είναι ένα $q \times 1$ διάνυσμα q τιμών των μεταβλητών τυχαίων επιδράσεων

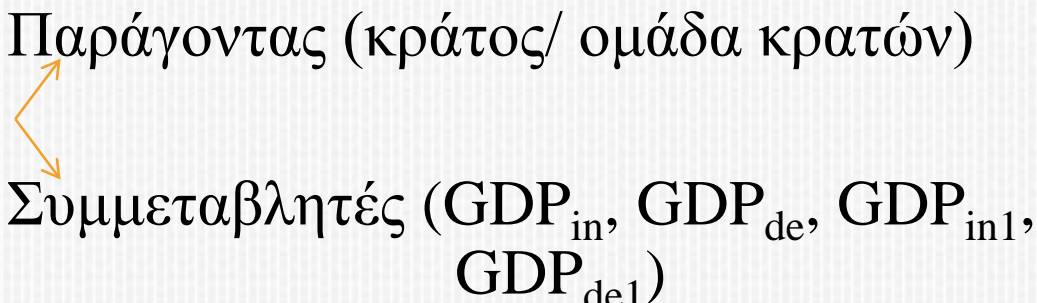
\mathbf{e} είναι ένα $n \times 1$ διάνυσμα των τυχαίων υπολοίπων

\mathbf{X} είναι ένας πίνακας συντελεστών (design matrix) της τάξης $n \times p$, ο οποίος συσχετίζει τα αρχεία του \mathbf{y} με τις μεταβλητές του \mathbf{b}

\mathbf{Z} είναι ένας πίνακας συντελεστών (design matrix) της τάξης $n \times q$, ο οποίος συσχετίζει τα αρχεία του \mathbf{y} με τις μεταβλητές του \mathbf{u}

Γραμμικό Μικτό Μοντέλο (2/2)

□ Μεταβλητές

- Σταθερών επιδράσεων 

Παράγοντας (κράτος/ ομάδα κρατών)

Συμμεταβλητές (GDP_{in} , GDP_{de} , GDP_{in1} , GDP_{de1})
- Επαναλαμβανόμενων επιδράσεων (χρόνος)

□ Στατιστικοί έλεγχοι

- 1) LRT για τη στατιστική εμπιστοσύνη του μοντέλου
- 2) F-tests για τον έλεγχο των σταθερών επιδράσεων
- 3) t-tests για τον έλεγχο των συντελεστών των σταθερών επιδράσεων
- 4) Wald Z για τον έλεγχο των υπολοίπων

Αποτελέσματα Μοντέλων

- ❖ Για το σύνολο των κρατών (1975-2011)

$$\text{LN}(\text{F}/\text{P})_c = -1,244 + 0,207 * \text{GDP}_{\text{increase}} - 0,336 * \text{GDP}_{\text{decrease}} + 0,782 * \text{Country}_{g=1} + 0,230 * \text{Country}_{g=1} * \text{GDP}_{\text{decrease}}$$

- ❖ Για την ομάδα των βορειοδυτικών κρατών (1975-2011)

$$\text{LN}(\text{F}/\text{P})_c = -1,217 + 0,186 * \text{GDP}_{\text{increase}} - 0,266 * \text{GDP}_{\text{decrease}} - 0,281 * \text{GDP}_{\text{decrease}1}$$

- ❖ Για την ομάδα των νότιων κρατών (1975-2011)

$$\text{LN}(\text{F}/\text{P})_c = -0,912 + 0,192 * \text{GDP}_{\text{increase}} - 0,274 * \text{GDP}_{\text{decrease}}$$

- ❖ Για την ομάδα των ανατολικών κρατών (1991-2011)

$$\text{LN}(\text{F}/\text{P})_c = -1,477 + 0,196 * \text{GDP}_{\text{increase}} - 0,107 * \text{GDP}_{\text{decrease}}$$

Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

Parameter	All countries			Northwest countries			Southern countries			Eastern countries		
	B	t	e_i^*	B	t	e_i^*	B	t	e_i^*	B	t	e_i^*
Intercept	-1,244	-5,983		-1,217	-7,193		-0,912	-4,250		-1,477	-4,218	
GDP _{in}	0,207	2,979	1,00	0,186	3,399	1,93	0,192	2,654	1,09	0,196	3,151	1,00
GDP _{de}	-0,366	-2,970	-7,00	-0,266	-3,192	-1,00	-0,274	-2,080	-1,00	-0,107	-2,373	-4,66
GDP _{de1}				-0,281	-3,394	-2,90						

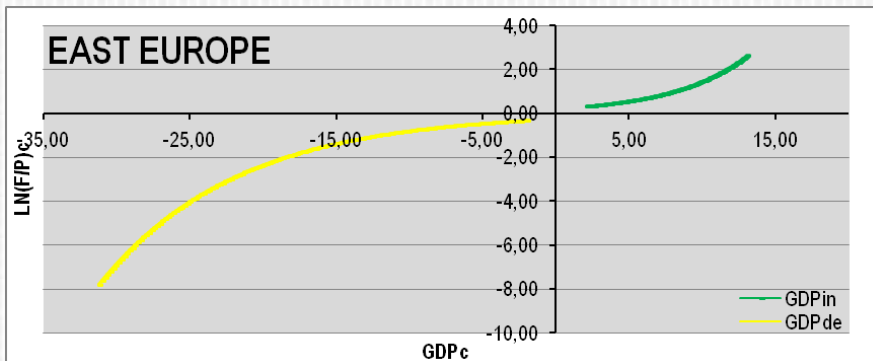
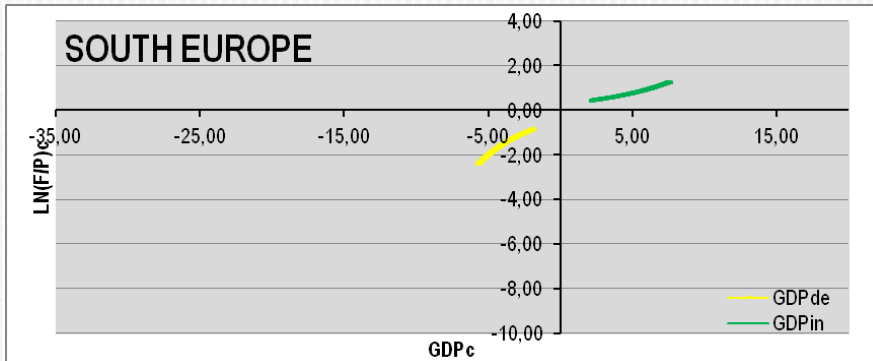
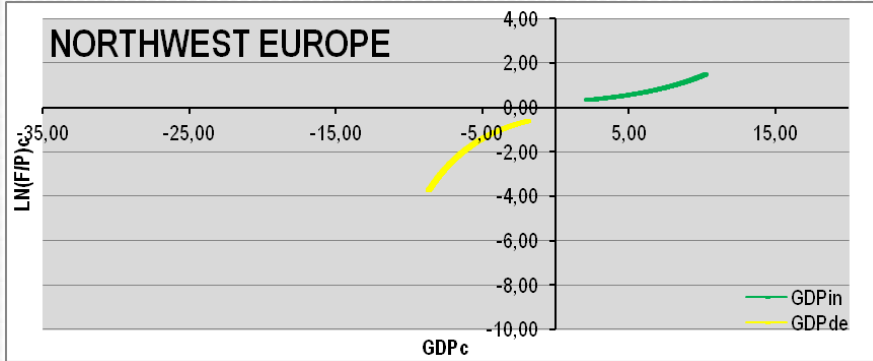
- Η ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π. σχετίζεται θετικά με την ετήσια μεταβολή των νεκρών στα οδικά ατυχήματα και στα τέσσερα μοντέλα.
- Η ετήσια μείωση του Α.Ε.Π. σχετίζεται αρνητικά με την ετήσια μεταβολή των νεκρών στα οδικά ατυχήματα και στα τέσσερα μοντέλα.

Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

Parameter	All countries			Northwest countries			Southern countries			Eastern countries		
	B	t	e_i^*	B	t	e_i^*	B	t	e_i^*	B	t	e_i^*
Intercept	-1,244	-5,983		-1,217	-7,193		-0,912	-4,250		-1,477	-4,218	
GDP _{in}	0,207	2,979	1,00	0,186	3,399	1,93	0,192	2,654	1,09	0,196	3,151	1,00
GDP _{de}	-0,366	-2,970	-7,00	-0,266	-3,192	-1,00	-0,274	-2,080	-1,00	-0,107	-2,373	-4,66
GDP _{de1}				-0,281	-3,394	-2,90						

- Η μείωση του Α.Ε.Π. παρουσιάζει μεγαλύτερη επιρροή από την αύξηση του Α.Ε.Π. στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα
- Στα βορειοδυτικά κράτη η μείωση του Α.Ε.Π. του προηγούμενου έτους επηρεάζει περίπου 1,5 φορά περισσότερο την εξαρτημένη μεταβλητή από την αύξηση του Α.Ε.Π.
- Στα ανατολικά κράτη η μείωση του Α.Ε.Π. επηρεάζει περίπου 4,5 φορές περισσότερο τη μεταβολή του αριθμού των νεκρών από την αύξηση του Α.Ε.Π.

Ανάλυση Ευαισθησίας



- Τα ανατολικά κράτη-μέλη της Ε.Ε. έχουν εμφανίσει κατά την περίοδο 1991-2011 μεγαλύτερης τάξης μεταβολές του Α.Ε.Π. συγκριτικά με τα υπόλοιπα κράτη (κυρίως μεγαλύτερες ετήσιες μειώσεις του Α.Ε.Π.), με αποτέλεσμα να έχουν καταγράψει και μεγαλύτερες ετήσιες μεταβολές του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα.
- Ο ρυθμός με τον οποίον επηρεάζει η μείωση του Α.Ε.Π. τη μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα είναι μεγαλύτερος σε σχέση με εκείνον της αύξησης του Α.Ε.Π.

Εφαρμογή στην οικονομική κρίση της περιόδου 2008-2011

	Νεκροί στα οδικά ατυχήματα					Κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.				
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
Βέλγιο	1071	944	942	840	843	38,27	38,61	37,51	38,29	39,14
Τσεχία	1221	1076	901	802	769	13,8	14,15	13,58	13,91	14,29
Γερμανία	4949	4477	4152	3648	4006	35,83	36,3	34,53	35,89	37,01
Εσθονία	196	132	100	79	101	12,48	11,92	10,33	10,58	11,31
Ιρλανδία	338	280	238	212	188	50,8	47,94	43,7	42,84	41,98
Ελλάδα	1612	1553	1456	1281	1100	24,79	25,01	24,46	23,34	22,16
Ισπανία	3823	3100	2714	2478	2298	26,92	26,74	25,53	25,38	25,41
Γαλλία	4620	4275	4273	3992	3969	35,11	34,88	33,73	34,05	34,42
Ιταλία	5131	4725	4237	3934	3941	30,95	30,31	28,55	28,78	28,86
Λιθουανία	740	499	370	300	299	8,61	8,88	7,6	7,72	8,15
Ουγγαρία	1232	996	822	739	639	11,15	11,26	10,52	10,66	10,97
Ολλανδία	709	677	644	640	550	41,92	42,55	40,69	41,2	41,71
Αυστρία	691	679	633	552	521	39,7	40,54	38,94	39,69	40,62
Πολωνία	5583	5437	4572	3907	4164	8,95	9,41	9,57	9,94	10,36
Πορτογαλία	974	885	840	845	782	18,72	18,66	18,14	18,34	17,97
Φινλανδία	380	344	279	272	290	41,69	42,05	38,55	39,92	41,44
Σουηδία	471	397	358	266	311	44,22	43,87	41,47	43,7	45,55
Ην.Βασίλειο	3059	2645	2222	1905	1998	39,29	39,02	36,9	37,15	37,32

- Σε ορισμένες χώρες το Α.Ε.Π. αυξάνεται μετά το 2009 . Αύξηση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα παρατηρείται όχι το ίδιο έτος, αλλά το επόμενο (Βέλγιο, Γερμανία, Εσθονία, Ιταλία, Φινλανδία, Ην. Βασίλειο)
- Στην Ελλάδα, Ισπανία, Πορτογαλία και Ιρλανδία, το Α.Ε.Π. συνεχίζει να μειώνεται, καθώς επίσης και ο αριθμός των νεκρών.
- Υπάρχουν λίγες εξαιρέσεις (Αυστρία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Τσεχία) το Α.Ε.Π. αυξάνεται ξανά μετά το 2009, αλλά τα ατυχήματα φαίνεται να έχουν επηρεαστεί λιγότερο.

Συμπεράσματα (1/3)

- Η ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π. συσχετίζεται με την ετήσια αύξηση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα.
- Η ετήσια μείωση του Α.Ε.Π. συσχετίζεται με την ετήσια μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα.
- Η επιρροή της μεταβολής του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών διαφέρει ανάλογα με την ομάδα των κρατών.
- Στην ομάδα των βορειοδυτικών κρατών, η μείωση του Α.Ε.Π. του προηγούμενου έτους συσχετίζεται με τη μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα.

Συμπεράσματα (2/3)

- Η επιρροή της μείωσης του Α.Ε.Π. στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα είναι μεγαλύτερη από την επιρροή της αύξησης του Α.Ε.Π.
- Η ομάδα των ανατολικών κρατών συμβάλλει περισσότερο στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα στο σύνολο των κρατών συγκριτικά με τα βορειοδυτικά κράτη.
- Στα επιμέρους μοντέλα των ομάδων των κρατών, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των επιμέρους κρατών όσον αφορά στην επιρροή τους στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών.

Συμπεράσματα (3/3)

Οι πιθανοί λόγοι επιρροής της οικονομικής ύφεσης στη μείωση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα είναι:

- ❑ Μείωση οχηματοχιλιομέτρων: αυξημένες τιμές καυσίμων, μείωση των μετακινήσεων αναψυχής, μικρότερη κυκλοφορία βαρέων οχημάτων
- ❑ Χαμηλότερες ταχύτητες: αυξημένες τιμές καυσίμων, πιο οικονομική και περιβαλλοντικά φιλική οδήγηση, μειωμένο ηθικό οδηγών
- ❑ Λιγότερο επικίνδυνη οδήγηση: λιγότεροι νέοι, άπειροι και ηλικιωμένοι οδηγοί, συνήθως και οικονομικά ασθενέστεροι

Περαιτέρω αναλυτική διερεύνηση για την τεκμηρίωση αυτών των πιθανών λόγων είναι απαραίτητη.

Προτάσεις

Οι φορείς της πολιτείας που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή και την παρακολούθηση της προόδου του εθνικού προγράμματος οδικής ασφάλειας οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη την επιρροή των οικονομικών παραμέτρων :

- κατά τη φάση της αξιολόγησης της εφαρμογής του προγράμματος αυτού, ώστε να μπορούν να απομονώνουν την επιρροή των συγκεκριμένων μέτρων που εφαρμόστηκαν
- και να θέτουν τους σωστούς στόχους, οι οποίοι θα οδηγήσουν σε καλύτερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας.

Περαιτέρω έρευνα

- Επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας με επιπλέον μεταβλητές, όπως τα ποσοστά ανεργίας, η κατανάλωση καυσίμων και αλκοόλ, ο δείκτης HDI.
- Διεξαγωγή της ίδιας ανάλυσης σε μεγαλύτερο αριθμό χωρών, σε χώρες και εκτός Ε.Ε. με σκοπό να διερευνηθεί η επιρροή της μεταβολής του Α.Ε.Π. στα οδικά ατυχήματα αυτών και να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις.
- Επανάληψη της ανάλυσης μετά από λίγα χρόνια, ώστε να επαληθευτεί η ισχύς των αποτελεσμάτων, αλλά και να αξιολογηθούν καλύτερα οι επιπτώσεις της τρέχουσας οικονομικής ύφεσης.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΟΥ Α.Ε.Π. ΣΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΦΩΛΛΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2012