

Η Επιρροή Της Μεταβολής Του Α.Ε.Π. Στα Οδικά Ατυχήματα

Κατερίνα Φώλλα, Γιώργος Γιαννής, Ελεονώρα Παπαδημητρίου

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

1Tkaterina_f87@hotmail.com, geyannis@central.ntua.gr, nopapadi@central.ntua.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της επιρροής της ετήσιας μεταβολής του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π.) στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σχετικά με το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού 24 κρατών-μελών της Ε.Ε. της περιόδου 1975-2011 για την ανάπτυξη Γραμμικών Μικτών Μοντέλων, τόσο για το σύνολο των κρατών όσο και για τις ομάδες κρατών που επιλέχθηκαν (βορειοδυτικά, νότια και ανατολικά κράτη). Τα αποτελέσματα οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η ετήσια αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια αύξηση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε όλες τις ομάδες κρατών, ενώ η ετήσια μείωση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια μείωση του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού μόνο στα νότια και ανατολικά κράτη. Στην ομάδα των βορειοδυτικών κρατών της Ε.Ε. διαπιστώθηκε ότι υπάρχει χρονική υστέρηση ενός έτους στην επιρροή της μείωσης του Α.Ε.Π. στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού.

Λέξεις-κλειδιά: Οδικά ατυχήματα, Α.Ε.Π., γραμμικό μικτό μοντέλο

Abstract

The present research aims to investigate the effect of annual Gross Domestic Product (GDP) changes on annual changes in road traffic fatality rates in the European Union. On that purpose, fatality rates and GDP per capita data were used from 24 European countries for the period 1975-2011. Linear Mixed Models were developed and applied for all European countries tested, as well as for the different groups of countries that were selected (northwest, southern, eastern countries). The results led to the conclusion that an annual increase of GDP per capita leads to an annual increase in fatality rates in all groups of countries, whereas an annual decrease of GDP per capita leads to an annual decrease in fatality rates in southern and eastern countries. In the case of northwest countries, a lagged effect of the impact of annual GDP decrease to the road fatality rates was found to be significant.

Key-words: Road safety, GDP, linear mixed models

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες, ο αριθμός των νεκρών και τραυματιών σε οδικά ατυχήματα παρουσιάζει μία φθίνουσα τάση, ως αποτέλεσμα συστηματικών προσπαθειών που έχουν πραγματοποιηθεί σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Παρ' όλα αυτά, ο συνολικός αριθμός των οδικών ατυχημάτων σε ορισμένες χώρες, καθώς και ως σύνολο εξακολουθεί να μην είναι αποδεκτός, για τον λόγο αυτόν απαιτούνται περισσότερες προσπάθειες για την επίτευξη των στόχων της οδικής ασφάλειας που έχουν τεθεί από τις περισσότερες χώρες (1). Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάλυση και η κατανόηση των τελευταίων εξελίξεων είναι σημαντική για τον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση όχι μόνο των αποτελεσματικών παρεμβάσεων στην οδική ασφάλεια και των καλών παραδειγμάτων που έχουν καταγραφεί, αλλά και της επιρροής βαθύτερων ή εξωτερικών παραγόντων που πιθανώς έχουν επηρεάσει αυτές τις εξελίξεις (2).

Ο κίνδυνος εμπλοκής σε οδικό ατύχημα κατά κανόνα συσχετίζεται με την κινητικότητα, όπως αυτή εκφράζεται από το ύψος των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων. Οι εκτιμήσεις αυτές της κινητικότητας με τη σειρά τους επηρεάζονται από κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, που αντικατοπτρίζουν το επίπεδο της μηχανοκίνησης σε μία χώρα, την οικονομική ανάπτυξη και το επίπεδο ευημερίας γενικά. Η αρχική υπόθεση ότι η οικονομική ανάπτυξη οδηγεί σε αύξηση του δείκτη ιδιοκτησίας οχημάτων και σε αύξηση του ποσού κίνησης, επηρεάζοντας το επίπεδο οδικής ασφάλειας, έχει επιβεβαιωθεί από διάφορες μελέτες μακροπρόθεσμης ανάλυσης.

Σε έρευνα (3) που αφορούσε σε χώρες του Ο.Ο.Σ.Α. (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) προέκυψε ότι όσο υψηλότερο είναι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. μίας χώρας, τόσο υψηλότερος είναι ο δείκτης ιδιοκτησίας οχημάτων αυτής, ενώ η αναλογία νεκρών ανά όχημα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και την παράλληλη αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.. Μία άλλη έρευνα (4) που αφορούσε σε δέκα ευρωπαϊκές χώρες χρησιμοποίησε την εκτιμώμενη τάση και τις εκτιμώμενες ελαστικότητες ώστε να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ της κυκλοφοριακής ροής και του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Έρευνα του 2000 (5) διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ ευημερίας και θνησιμότητας σε οδικά ατυχήματα στις βιομηχανικές χώρες από μακροσκοπική σκοπιά (1962-1990) και απέδειξε ότι σε μακροσκοπικό επίπεδο η σχέση ευημερίας και θνησιμότητας σε οδικά ατυχήματα φαίνεται να είναι μη γραμμική. Πιο πρόσφατα, (6) ερευνητές χρησιμοποίησαν γραμμικά και λογαριθμογραμμικά πρότυπα για να μοντελοποιήσουν συγκεκριμένες τάσεις του κινδύνου θνησιμότητας σε οδικά ατυχήματα και της αύξησης του εισοδήματος χρησιμοποιώντας δεδομένα πάνελ από το 1963 έως το 1968 για 88 χώρες. Σε μία άλλη μελέτη (7) πολλαπλά γραμμικά μοντέλα παλινδρόμησης εφαρμόστηκαν για τον προσδιορισμό κρίσιμων αλλαγών σε μακροσκοπικές τάσεις οδικών ατυχημάτων και προέκυψε ότι τα μέγιστα ποσοστά νεκρών σε οδικά ατυχήματα που καταγράφονται σε διάφορες χώρες υποχωρούν σε ένα σχετικό εύρος ιδιοκτησίας οχημάτων, το οποίο είναι 200-300 οχήματα ανά κάτοικο, ένα όριο μετά το οποίο η αύξουσα τάση των ποσοστών των νεκρών μετατρέπεται σε φθίνουσα.

Από την άλλη πλευρά, βραχυπρόθεσμες ή περιστασιακές μεταβολές σε οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, οι οποίες διακόπτουν τις ομαλές μακροχρόνιες τάσεις, έχει αποδειχθεί ότι συσχετίζονται με τις μεταβολές στην οδική ασφάλεια. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του '70 έχει μελετηθεί (8), συμπεραίνοντας ότι τα μειωμένα όρια ταχύτητας που επιβλήθηκαν από τις αρχές και η προσεκτικότερη οδήγηση από ένα ενεργειακά συνειδητοποιημένο κοινό συνέβαλαν στη σημαντική μείωση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στους αυτοκινητόδρομους.

Η οικονομική ύφεση στις αρχές της δεκαετίας του '80 έχει μελετηθεί από αρκετούς ερευνητές σε σχέση με τις επιδράσεις της στην οδική ασφάλεια. Μία σημαντική αντίστροφη σχέση μεταξύ του ποσοστού ανεργίας και της συχνότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα αποδείχθηκε (9), καθώς επίσης και μία θετική υστέρηση ενός μήνα μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών. Στο ίδιο πλαίσιο (10), άλλοι παράγοντες που βρέθηκε να έχουν συμβάλει στις μεταβολές του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στις Η.Π.Α. το 1982 είναι δημογραφικές μεταβολές, οικονομικές συνθήκες και ταξιδιωτικές συνήθειες. Από άλλη έρευνα (11), που διερεύνησε την επίδραση της οικονομικής ύφεσης σε ευρύτερο πεδίο, συσχετίζοντας τα ποσοστά ανεργίας με τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, αυτοκτονίες και ανθρωποκτονίες, προέκυψε ότι τα ποσοστά ανεργίας δεν βελτιώνουν τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων, ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα εμφανίζει σημαντική μείωση σε ορισμένες χώρες, η οποία δεν μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο από τις σημαντικές προσπάθειες λήψης μέτρων για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και εν μέρει οφείλεται στην παγκόσμια οικονομική κρίση που έχει επηρεάσει την οικονομία και κατ' επέκταση την κινητικότητα των περισσότερων κρατών. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένες επιδράσεις της οικονομικής ύφεσης θεωρείται πιθανό να έχουν συμβάλει σε αυτήν την εντυπωσιακή μείωση (μειωμένη κινητικότητα, μικρότερη κυκλοφορία βαρέων οχημάτων, λιγότεροι νέοι και άπειροι οδηγοί, μείωση της κινητικότητας με σκοπό την αναψυχή, περισσότερο οικονομική και περιβαλλοντικά φιλική οδήγηση κι επομένως χαμηλότερες ταχύτητες κ.ά.), παρ' όλα αυτά δεν έχουν τεκμηριωθεί μέχρι στιγμής (2). Πρόσφατη μελέτη (12) διερεύνησε το 2008 τη μείωση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στις Η.Π.Α. χρησιμοποιώντας ιστορικά ετήσια δεδομένα και έδειξε ότι η ετήσια μεταβολή του ποσοστού ανεργίας και του Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (ΔΤΚ) συσχετίζονται έντονα με την ετήσια μεταβολή του αριθμού των οδικών ατυχημάτων και του αριθμού των νεκρών σε αυτά.

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροή της ετήσιας μεταβολής του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη, σε αντίθεση με τις περισσότερες υπάρχουσες έρευνες που επικεντρώνονται στη συσχέτιση αυτών των δύο μεταβλητών μέσω μακροπρόθεσμων αναλύσεων. Συγκεκριμένα, οι μακροπρόθεσμες αναλύσεις δείχνουν ότι η βελτίωση της οικονομίας σχετίζεται με επιδείνωση της οδικής ασφάλειας όταν το επίπεδο οικονομίας και οδικής ασφάλειας είναι σχετικά χαμηλό, και σε βελτίωση της οδικής ασφάλειας όταν το επίπεδο οικονομίας και οδικής ασφάλειας είναι σχετικά υψηλότερο. Αντίθετα, η επιδείνωση της οικονομίας φαίνεται να οδηγεί σε βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Ωστόσο, η βραχυπρόθεσμη ανάλυση αναμένεται να προσδιορίσει καλύτερα το πώς οι παροδικές οικονομικές υφέσεις, ειδικότερα η τρέχουσα, έχουν πιθανώς επηρεάσει την οδική ασφάλεια, πέρα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα των πολιτικών που έχουν εφαρμοστεί για τη βελτίωσή της, και το πώς η οικονομική ανάκαμψη μπορεί να οδηγήσει σε επιδείνωση της οδικής ασφάλειας. Συγκεκριμένα, διερευνώνται τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Η ετήσια μείωση του ΑΕΠ οδηγεί σε μείωση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, μέσω της μείωσης των διανυθέντων οχηματοχιλιομέτρων και άλλων σχετικών παραγόντων
- Η αύξηση του ΑΕΠ οδηγεί σε αύξηση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, μέσω της αύξησης των διανυθέντων οχηματοχιλιομέτρων

Για τον σκοπό αυτό δεδομένα οικονομικά και οδικής ασφάλειας από 24 ευρωπαϊκά κράτη χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη γραμμικών μικτών μοντέλων.

2. Μεθοδολογία Και Δεδομένα

Στοιχεία Χρονολογικών Σειρών Νεκρών Σε Οδικά Ατυχήματα Και Α.Ε.Π.

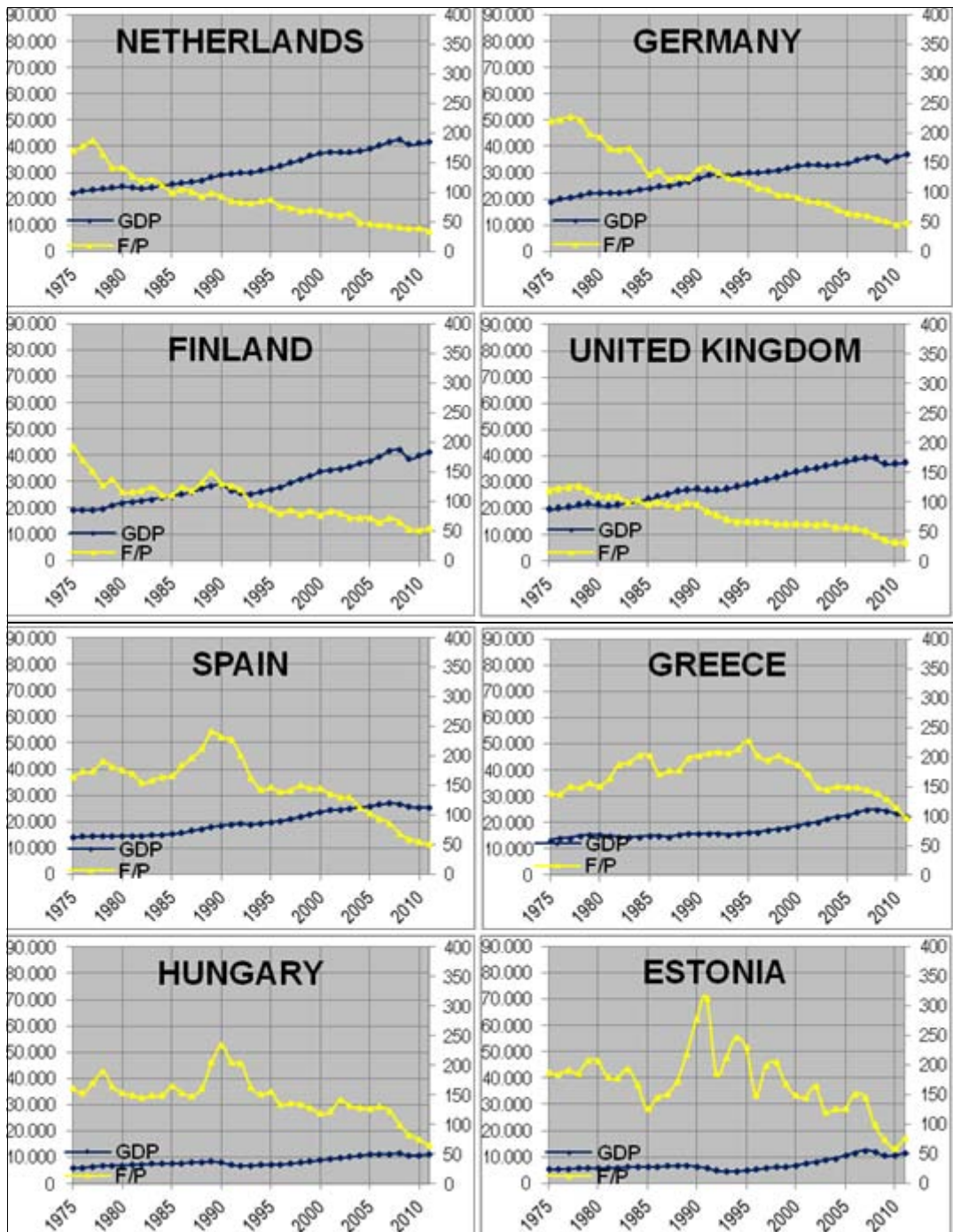
Στην παρούσα έρευνα, τα κράτη-μέλη ομαδοποιήθηκαν με βάση τη γεωγραφική τους τοποθεσία, το επίπεδο ευημερίας τους και η εξέλιξη της οδικής ασφάλειας. Η ομαδοποίηση αυτή έχει υιοθετηθεί και επιβεβαιωθεί από πολλές πρόσφατες έρευνες οδικής ασφάλειας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο (1, 2, 15). Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες κρατών, οι οποίες περιλαμβάνουν τα εξής κράτη:

- Βορειοδυτικά κράτη: Βέλγιο (BE), Δανία (DK), Γερμανία (DE), Ιρλανδία (IE), Γαλλία (FR), Λουξεμβούργο (LU), Ολλανδία (NL), Αυστρία (AT), Φινλανδία (FI), Σουηδία (SE) και Ηνωμένο Βασίλειο (UK)
- Νότια κράτη: Ελλάδα (EL), Ισπανία (ES), Ιταλία (IT) και Πορτογαλία (PT)
- Ανατολικά κράτη: Βουλγαρία (BG), Τσεχία (CZ), Εσθονία (EE), Λετονία (LV), Λιθουανία (LT), Ουγγαρία (HU), Πολωνία (PL), Ρουμανία (RO) και Σλοβενία (SL)

Πράγματι, οι βορειοδυτικές χώρες είναι οι πιο ευημερούσες με το μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. να ξεπερνά τα \$25.000 και ακολουθούν οι δυτικές χώρες με το μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. να κυμαίνεται μεταξύ των \$12.000 και \$25.000 και οι ανατολικές χώρες με μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. χαμηλότερο των \$12.000. Σχετικά με την εξέλιξη της οδικής ασφάλειας, τα κράτη της κάθε ομάδας παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά, όπως περιγράφεται λεπτομερώς παρακάτω (1, 16).

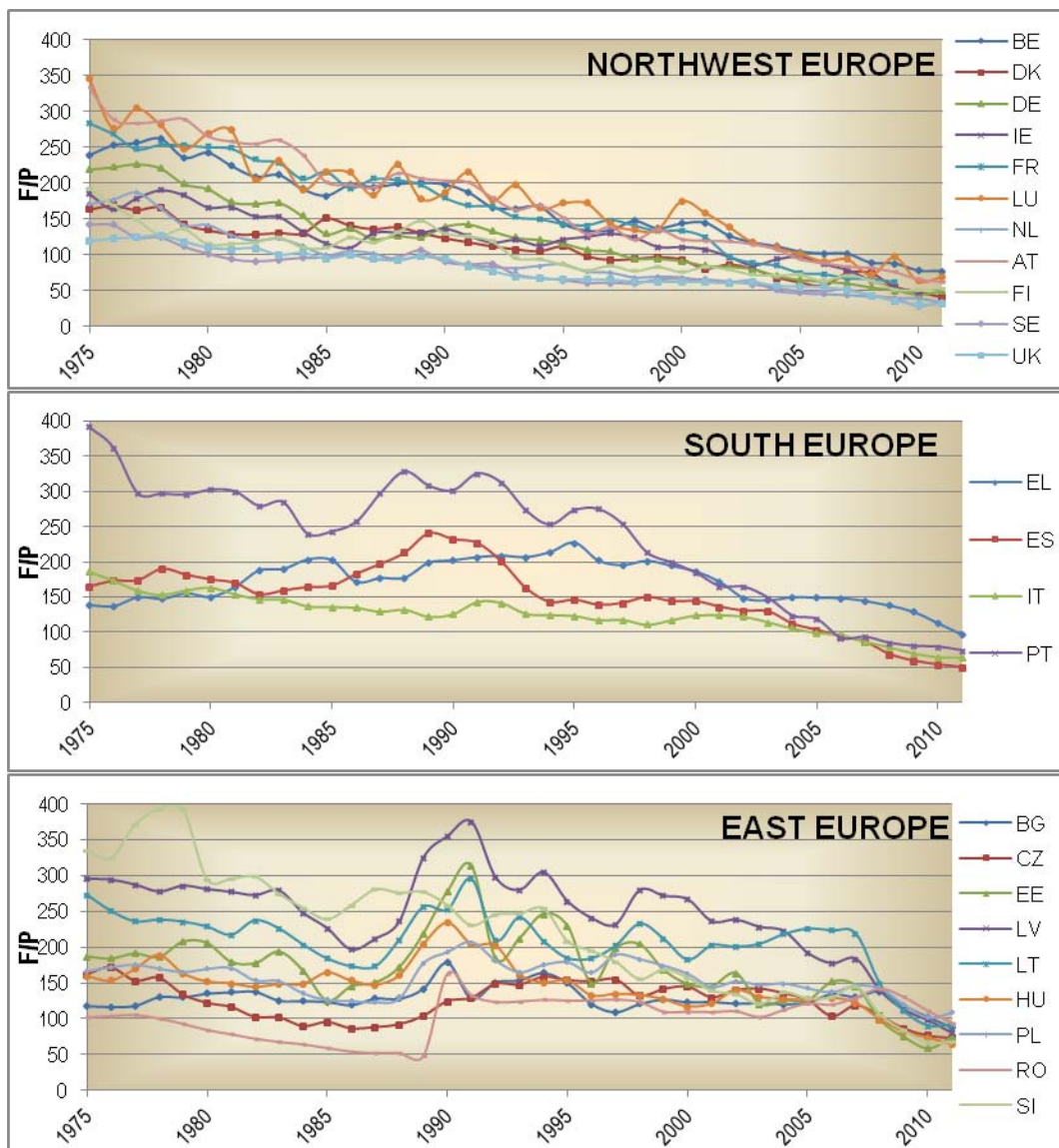
Το Σχήμα 1 δείχνει τη διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού (F/P) και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. (GDP) σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα οκτώ ευρωπαϊκών κρατών, που περιλαμβάνει τέσσερα βορειοδυτικά (Ολλανδία, Γερμανία, Φινλανδία και Ηνωμένο Βασίλειο), δύο νότια (Ισπανία και Ελλάδα) και δύο ανατολικά κράτη (Ουγγαρία και Εσθονία) για τη χρονική περίοδο 1975-2011. Επισημαίνεται ότι, αντίστοιχα στοιχεία χρονοσειράς οχηματοχιλιομέτρων δεν είναι διαθέσιμα παρά μόνο σε λίγα κράτη, κάτι το οποίο αποτελεί βασικό περιορισμό στην ανάλυση οδικής ασφάλειας διεθνώς (17, 18), κατά συνέπεια δεν είναι δυνατή η αξιοποίησή τους στην παρούσα έρευνα.

Σε όλα τα κράτη ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού παρουσιάζει μια σταθερά φθίνουσα τάση τις τελευταίες δεκαετίες, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις σημειώνεται μια ανοδική τάση αρχικά στην περίοδο μελέτης. Επιπλέον, σε όλα τα κράτη, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. αυξάνεται κατά τη διάρκεια των 35 χρόνων, με την επίδραση της τρέχουσας οικονομικής ύφεσης, όπως επίσης και εκείνης στην αρχή της δεκαετίας του '80, να είναι ορατές σε όλα σχεδόν τα κράτη στο τέλος και στη μέση των γραφικών παραστάσεων αντίστοιχα.



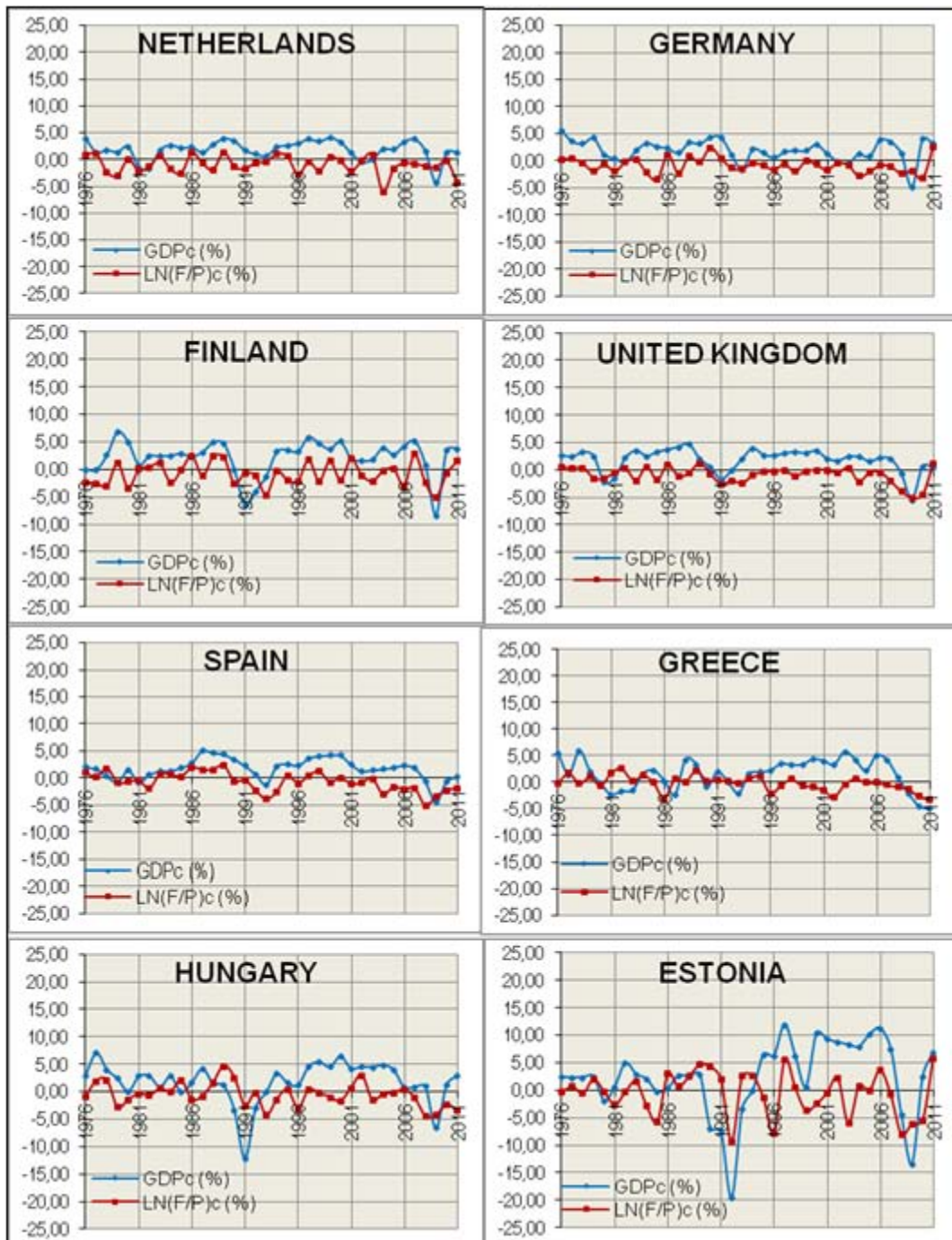
Σχήμα 1: Διαχρονική εξέλιξη του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. (GDP) και του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού (F/P) για τη χρονική περίοδο 1975-2011

Επίσης, παρατηρείται ότι οι γραφικές παραστάσεις του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού παρουσιάζουν ομοιότητες ανά ομάδα κρατών (Σχήμα 2). Στα βορειοδυτικά κράτη, η πτωτική τάση καλύπτει το σύνολο της περιόδου μελέτης, ενώ στα νότια κράτη η μείωση του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού αρχίζει αργότερα, ακολουθώντας την ανοδική τάση που καταγράφηκε την προηγούμενη περίοδο. Στα ανατολικά κράτη, ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού παρουσιάζει περισσότερες διακυμάνσεις, με την επίδραση των αλλαγών στα πολιτικά καθεστώτα στις αρχές της δεκαετίας του '90 να είναι αξιοσημείωτη.



Σχήμα 2: Διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού (F/P) ανά ομάδα κρατών για τη χρονική περίοδο 1975-2011

Η γενική εικόνα του Σχήματος 1 φαίνεται να επιβεβαιώνει την αρνητική σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της οδικής ασφάλειας που προέκυψε από ορισμένες μελέτες μακροπρόθεσμης ανάλυσης. Παρ' όλα αυτά, στη μελέτη των ετήσιων ποσοστιαίων μεταβολών του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. για το ίδιο δείγμα κρατών και για την ίδια χρονική περίοδο (Σχήμα 3) παρατηρείται ένα διαφορετικό μοτίβο. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι οι ετήσιες μεταβολές του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού «ακολουθούν» τις ετήσιες μεταβολές του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., δηλαδή οι ετήσιες αυξήσεις του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συμπίπτουν με τις ετήσιες αυξήσεις του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού και αντίστροφα, οι ετήσιες μειώσεις του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συμπίπτουν με τις ετήσιες μειώσεις του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις φαίνεται να υπάρχει χρονική υστέρηση, δηλαδή η ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού επηρεάζεται από την ετήσια μεταβολή του Α.Ε.Π. του προηγούμενου έτους.



Σχήμα 3: Διαχρονική εξέλιξη της ετήσιας μεταβολής του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. [GDP_c (%)] και της ετήσιας μεταβολής του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού [$LN(F/P)_c$ (%)] για τη χρονική περίοδο 1975-2011

Με βάση τα παραπάνω, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί η συσχέτιση της ετήσιας μεταβολής του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. με την ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ώστε να είναι εφικτός ο όσο το δυνατόν ακριβέστερος προσδιορισμός της επιρροής των οικονομικών μεταβολών που υφίσταται ένα κράτος-μέλος της Ε.Ε., όπως της οικονομικής κρίσης του 2008, στην οδική ασφάλεια. Για τον λόγο αυτόν δεδομένα για 24 ευρωπαϊκά κράτη συλλέχθηκαν από διαφορετικές πηγές για τη

χρονική περίοδο 1975-2011. Συγκεκριμένα, δεδομένα για τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα αντλήθηκαν από τη βάση δεδομένων IRTAD (International Road Traffic and Accident Database) του ΟΟΣΑ, για τον πληθυσμό των κρατών από τη στατιστική υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής EUROSTAT και για το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. από την Υπηρεσία Οικονομικής Έρευνας του υπουργείου γεωργίας των Η.Π.Α. (ERS-USDA). Προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι διαφορές στην αγοραστική δύναμη των κρατών, αλλά και να είναι δυνατές οι μεταξύ τους συγκρίσεις με την πάροδο του χρόνου, ο οικονομικός παράγοντας έχει υπολογιστεί από το πραγματικό Α.Ε.Π. σε δολάρια, με έτος αναφοράς το 2005. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν τα γραμμικά μικτά μοντέλα.

Γραμμικά Μικτά Μοντέλα

Στην παρούσα ανάλυση, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η ετήσια ποσοστιαία μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού και η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι η ετήσια ποσοστιαία μεταβολή του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.. Τα παραπάνω έχουν εκτιμηθεί από τη βάση των χρονοσειρών του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. για τη χρονική περίοδο 1975-2011 για 24 ευρωπαϊκά κράτη. Προφανώς, τα δεδομένα αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ανεξάρτητες παρατηρήσεις, που είναι και η βασική υπόθεση των μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης. Επίσης, είναι γνωστό ότι τα στοιχεία οδικών ατυχημάτων εμφανίζουν τυχαιότητα και μη σταθερή μεταβλητότητα (19).

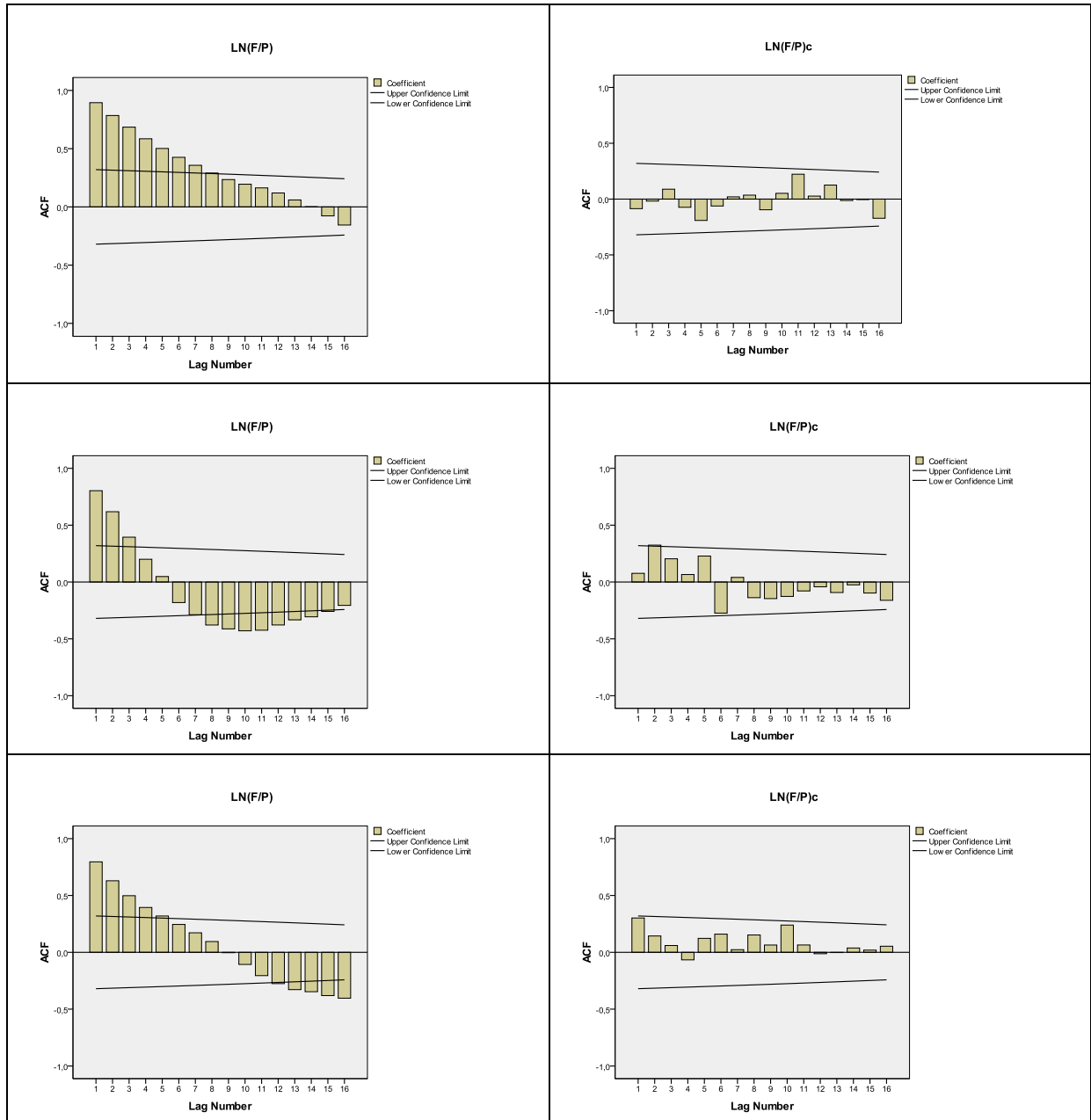
Όσον αφορά στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, τα δεδομένα αυτά αναμένεται να εμφανίζουν το φαινόμενο της αυτοσυσχέτισης, όπως ισχύει τυπικά για τα δεδομένα των χρονοσειρών. Οι ετήσιες μεταβολές του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού αναμένεται να είναι λιγότερο ή καθόλου αυτοσυσχετισμένες, συγκριτικά με τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού, καθώς ο υπολογισμός τους μπορεί να θεωρηθεί ισοδύναμος με τη μέθοδο της διαφοράς (difference) των χρονοσειρών. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από τη διερεύνηση της ύπαρξης αυτοσυσχέτισης της ετήσιας μεταβολής του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε κάθε χώρα. Το Σχήμα 4 δείχνει ενδεικτικά τα διαγράμματα αυτοσυσχέτισης του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού $[LN(F/P)]$ και της ποσοστιαίας ετήσιας μεταβολής του $[LN(F/P)_c]$ για τρία κράτη, το Βέλγιο, την Ελλάδα και την Τσεχία (ένα βορειοδυτικό, ένα νότιο και ένα ανατολικό ευρωπαϊκό κράτος). Παρατηρείται στα τρία παραπάνω κράτη, όπως επίσης και στα υπόλοιπα, ότι η μεταβλητή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού εμφανίζει το φαινόμενο της αυτοσυσχέτισης, ενώ στη μεταβλητή της ετήσιας μεταβολής της το φαινόμενο αυτό απαλείφεται.

Ωστόσο, μία άλλη πηγή πιθανής ύπαρξης συσχέτισης στα δεδομένα είναι το γεγονός ότι η μέτρηση του αριθμού των νεκρών και οι μεταβολές του Α.Ε.Π. είναι «φωλιασμένες» στα κράτη, μοιράζοντας πιθανώς τις απαραίτητες ιδιότητες, όπως συχνά συμβαίνει σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε δεδομένα πάνελ.

Αυτός ο τύπος δεδομένων μπορεί να μοντελοποιηθεί στη βάση των γραμμικών μικτών μοντέλων (13, 14), τα οποία επεκτείνουν το γενικό γραμμικό μοντέλο, έτσι ώστε να επιτρέπεται οι όροι σφάλματος και οι τυχαίες επιδράσεις να εμφανίζουν συσχέτιση και μη σταθερή μεταβλητότητα. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο σε μορφή πίνακα είναι:

$$y = XB + ZU + \varepsilon \quad (1)$$

όπου y είναι ένα $n \times 1$ διάνυσμα n παρατηρούμενων αρχείων, X είναι ένας πίνακας συντελεστών της τάξης $n \times p$ με $X \leq n$, p , B ένα $p \times 1$ διάνυσμα p τιμών των μεταβλητών σταθερών επιδράσεων, Z είναι ένας πίνακας συντελεστών της τάξης $n \times q$, U ένα $q \times 1$ διάνυσμα q τιμών των μεταβλητών τυχαίων επιδράσεων με $E(U)=0$ και ε είναι ένα $n \times 1$ διάνυσμα τυχαίων υπολοίπων με $E(\varepsilon)=0$.



Σχήμα 4: Διαγράμματα αυτοσυσχέτισης του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού [LN(F/P)] (αριστερά) και της ετήσιας μεταβολής του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού [LN(F/P)c] (δεξιά) για τις χώρες Βέλγιο (πάνω), Τσεχία (ενδιάμεσα) και Ελλάδα (κάτω)

Στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε ο φυσικός λογάριθμος για την εξαρτημένη μεταβλητή, όπως συνηθίζεται για τα δεδομένα των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, προκειμένου να εξασφαλιστούν θετικά ακέραια αποτελέσματα, καθώς επίσης και για την ανεξάρτητη μεταβλητή. Επιπλέον, οι μεταβλητές της μεταβολής του Α.Ε.Π. και της ομάδας κρατών θεωρούνται σταθερών επιδράσεων, ενώ η μεταβλητή του έτους θεωρείται επαναλαμβανόμενη με δομή συνδιακύμανσης αυτοσυσχέτιση πρώτης τάξης (AR-1), για να εκφράσει τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στα εξεταζόμενα κράτη. Επομένως, στην εξίσωση (1) y είναι η ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, B είναι ένα διάνυσμα σταθερών επιδράσεων παλινδρομητών (μεταβολή του Α.Ε.Π., κράτος) σε X , U είναι ένα διάνυσμα τυχαίων επιδράσεων με προκαθορισμένη αυτοπαλινδρομη δομή συνδιακύμανσης Z και ε είναι ένα διάνυσμα τυχαίων όρων σφάλματος.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω (Σχήμα 2), τρεις ξεχωριστές ομάδες κρατών προέκυψαν όσον αφορά στις τάσεις του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Επομένως, θεωρήθηκαν δύο τύποι μοντέλων, ένα για το σύνολο των κρατών και μία σειρά από διαφορετικά μοντέλα για κάθε ομάδα κρατών. Επιπλέον, επιλέχθηκε η μεταβολή του Α.Ε.Π. να διαχωριστεί σε δύο ξεχωριστές μεταβλητές, αύξηση του Α.Ε.Π. και μείωση του Α.Ε.Π., με τις απόλυτες τιμές τους, καθώς από προηγούμενες δοκιμές ανάπτυξης μοντέλου μία ενιαία γραμμική επίδραση της μεταβολής του Α.Ε.Π. δεν μπορούσε να περιγράψει επαρκώς τις σχετικές μεταβολές στον αριθμό των νεκρών. Συνεπώς, ορίστηκαν δύο μεταβλητές: «αύξηση του Α.Ε.Π.» ($\text{LN}(\text{GDP})_{\text{increase}}$) ως η απόλυτη τιμή της θετικής μεταβολής του φυσικού λογάριθμου του Α.Ε.Π., με την τιμή 0 όπου δεν υπάρχει θετική τιμή και αντίστοιχα η μεταβλητή «μείωση του Α.Ε.Π.» ($\text{LN}(\text{GDP})_{\text{decrease}}$).

3. Αποτελέσματα

Ανάπτυξη μοντέλου για το σύνολο των κρατών

Τα γραμμικά μικτά μοντέλα χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση της επιρροής των διαφορετικών μεταβολών του Α.Ε.Π. στις μεταβολές του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ προσαρμόζεται η συσχέτιση που οφείλεται στις επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις κάθε κράτους κατά τη διάρκεια των 35 χρόνων. Ο πίνακας 1 δείχνει το στατιστικά αποδεκτό μοντέλο με την καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα για το σύνολο των κρατών, με μεταβλητές σταθερών επιδράσεων τις ομάδες των κρατών και τις μεταβολές του Α.Ε.Π. (αύξηση ή μείωση), καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους.

Προέκυψε ότι η ετήσια αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια αύξηση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ η ετήσια μείωση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια μείωση του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Μάλιστα, η επιρροή της ετήσιας μείωσης του Α.Ε.Π. στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της ετήσιας αύξησης του Α.Ε.Π.. Οι παραπάνω συντελεστές προέκυψαν στατιστικά σημαντικοί. Είναι προφανές ότι αν και η σχέση μεταξύ του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα και του Α.Ε.Π. είναι αντιστρόφως ανάλογη (π.χ. καθώς το Α.Ε.Π. αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα μειώνεται), υπάρχει μια βραχυπρόθεσμη επιρροή των ετήσιων μεταβολών του Α.Ε.Π. στις ετήσιες μεταβολές του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Όσον αφορά στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ομάδας των κρατών και των μεταβολών του Α.Ε.Π.,

παρατηρείται ότι μόνο η ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π. στα ανατολικά κράτη συμβάλλει περισσότερο στην ετήσια μεταβολή του συνολικού αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε σύγκριση με τα βορειοδυτικά κράτη, ενώ η μείωση του Α.Ε.Π. δεν είναι στατιστικά σημαντική για αυτή την ομάδα κρατών.

Διερευνήθηκε επίσης εάν υπάρχει χρονική υστέρηση στην επιρροή των μεταβολών του Α.Ε.Π., δηλαδή εάν οι ετήσιες μεταβολές του Α.Ε.Π. επηρεάζουν όχι μόνο την ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού του ίδιου έτους, αλλά και του επόμενου, παρ' όλα αυτά δεν αποδείχθηκε στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 1: Γραμμικό μικτό μοντέλο της μεταβολής του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού για το σύνολο των κρατών

Fixed effects	Estimate	t	p-value	ei*
Intercept	-1,327	-6,646	0,000	
[COUNTRYg=Eastern]	0,676	2,343	0,019	
[COUNTRYg=Southern]	0,433	1,122	0,262	
[COUNTRYg=Northwest]	0 ^a	.	.	
LN(GDP) _{increase}	0,764	3,472	0,001	1,00
LN(GDP) _{decrease}	-0,797	-1,977	0,048	-5,11
[COUNTRYg=Central/Eastern] * LN(GDP) _{increase}	-0,612	-2,641	0,008	
[COUNTRYg=Southern] * LN(GDP) _{increase}	-0,244	-0,645	0,519	
[COUNTRYg=Northern/Western] * LN(GDP) _{increase}	0 ^a	.	.	
[COUNTRYg=Central/Eastern] * LN(GDP) _{decrease}	0,684	1,680	0,093	
[COUNTRYg=Southern] * LN(GDP) _{decrease}	0,021	0,028	0,978	
[COUNTRYg= Northern/Western] * LN(GDP) _{decrease}	0 ^a	.	.	
Random effects	Estimate	Wald Z	Sig.	
Residual	5,087	20,676	0,000	

Ανάπτυξη μοντέλων για τις επιμέρους ομάδες κρατών

Προκειμένου να διερευνηθεί περαιτέρω η επιρροή των μεταβολών του Α.Ε.Π. στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, αναπτύχθηκαν διαφορετικά μοντέλα για κάθε ομάδα κρατών. Αυτό επιχειρήθηκε καθώς από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν διαφορετικά μοτίβα των μεταβολών του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού και του Α.Ε.Π. στις διάφορες ομάδες κρατών, γεγονός που οδήγησε στην υποψία ότι η επίδραση των ετήσιων μεταβολών του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ομάδα κρατών. Τα αποτελέσματα του μοντέλου του συνόλου των κρατών έδειξαν μάλιστα μία διαφορετική σχέση στις διάφορες ομάδες κρατών.

Τα τρία ξεχωριστά μοντέλα για τα βορειοδυτικά, νότια και ανατολικά κράτη παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χρονική περίοδος στην οποία μελετάται η κάθε ομάδα κρατών είναι 1975-2011 για τις ομάδες των βορειοδυτικών και νότιων κρατών, ενώ για τα ανατολικά κράτη είναι 1991-2011. Πιθανώς η διαφοροποίηση αυτή να οφείλεται στον διαφορετικό τρόπο υπολογισμού των στοιχείων (για παράδειγμα διαφορετικός τρόπος ορισμού νεκρών σε οδικά ατυχήματα), στην έλλειψη αξιόπιστων μετρήσεων τη χρονική περίοδο πριν το 1991, με αποτέλεσμα τη μετ' έπειτα εκτίμησή τους, ή ενδεχομένως και στις ειδικές οικονομικές συνθήκες που επικρατούσαν στα κράτη αυτά πριν το 1991.

Σε όλες τις ομάδες κρατών, η ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια αύξηση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ μόνο στις ομάδες των νότιων και ανατολικών κρατών η ετήσια μείωση του Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια μείωση του αριθμού των νεκρών. Επιπλέον διερευνήθηκε η ύπαρξη χρονικής υστέρησης ενός έτους στην επιρροή της ετήσιας μεταβολής του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Προέκυψε στατιστικά σημαντική μόνο για την ομάδα των βορειοδυτικών κρατών και μόνο για την ετήσια μείωση του Α.Ε.Π.. Αυτό ίσως οφείλεται στην ικανότητα των ισχυρών οικονομιών να απορροφούν για ένα χρονικό διάστημα τα αποτελέσματα των οικονομικών κρίσεων.

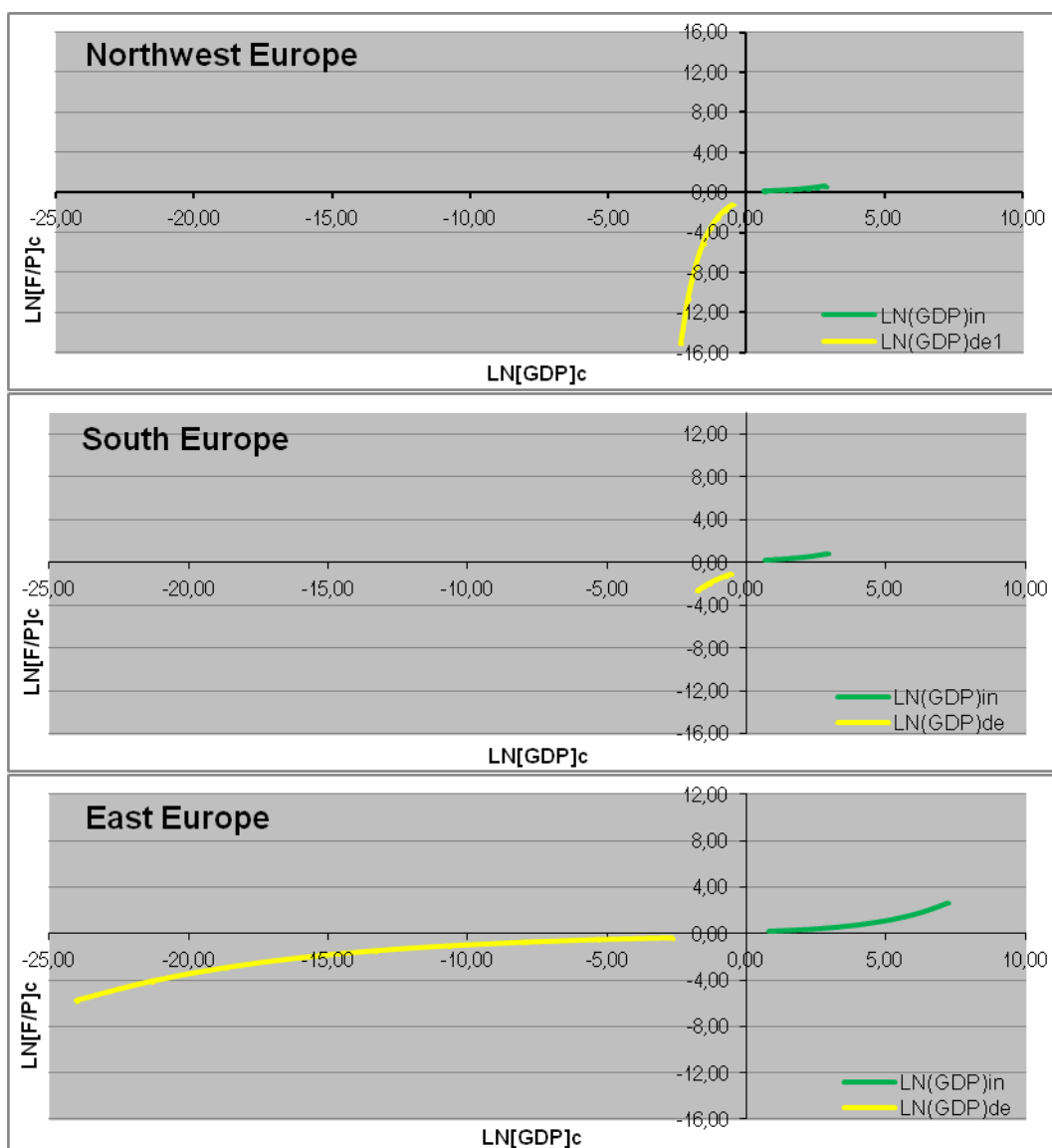
Από τον υπολογισμό της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών προέκυψε ότι η επιρροή της μείωσης του Α.Ε.Π. στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της αύξησης του Α.Ε.Π.. Πιο συγκεκριμένα, στην ομάδα των βορειοδυτικών κρατών η επιρροή της μείωσης του Α.Ε.Π. του προηγούμενου έτους στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού είναι μεγαλύτερη από την επιρροή της αύξησης του Α.Ε.Π. που καταγράφεται κατά το ίδιο έτος. Στην ομάδα των ανατολικών κρατών η επιρροή της μείωσης του Α.Ε.Π. είναι αρκετά μεγαλύτερη από εκείνη της αύξησης, ενώ στην ομάδα των νότιων κρατών είναι περίπου ίδια.

Πίνακας 2: Γραμμικά μικτά μοντέλα της μεταβολής του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις επιμέρους ομάδες κρατών (βορειοδυτικά κράτη-αριστερά, νότια κράτη-μέση, ανατολικά κράτη-δεξιά)

	Northwest countries				Southern countries				Eastern countries			
Parameter	Estimate	t	Sig.	e_i^*	Estimate	t	Sig.	e_i^*	Estimate	t	Sig.	e_i^*
Intercept	-1,221	-7,624	0,000		-0,895	-4,284	0,000		-1,631	-5,334	0,000	
LN(GDP)_{increase}	0,729	4,176	0,000	1,00	0,519	2,656	0,009	1,10	0,380	3,933	0,000	1,00
LN(GDP)_{decrease}	-0,504	-1,544	0,123	-2,63	-0,776	-1,953	0,053	-1,00	-0,125	-1,960	0,051	-2,96
LN(GDP)_{decrease-1}	-1,340	-4,311	0,000									
Parameter	Estimate	Wald Z	Sig.		Estimate	Wald Z	Sig.		Estimate	Wald Z	Sig.	
Residual	3,197	14,000	0,000		2,036	8,396	0,000		5,542	9,644	0,000	

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα ευαισθησίας, που σχεδιάστηκαν με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ετήσιων μεταβολών του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις επιμέρους ομάδες κρατών (Σχήμα 5). Επιβεβαιώνεται η ανάλογη σχέση της ετήσιας μεταβολής του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού με την ετήσια μεταβολή

του Α.Ε.Π. για κάθε ομάδα κρατών, καθώς και η ανάλογη σχέση της ετήσιας μείωσης του Α.Ε.Π. με τη μείωση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα το επόμενο έτος για τα βορειοδυτικά κράτη. Επιπλέον, και στα τρία διαγράμματα η κλίση της γραφικής παράστασης που απεικονίζει την ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα σε σχέση με τη μείωση του Α.Ε.Π. ($LN(GDP)_{de}$, $LN(GDP)_{de1}$) είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη με την αύξηση του Α.Ε.Π. ($LN(GDP)_{in}$), συνεπώς ο ρυθμός με τον οποίον επηρεάζει η μείωση του Α.Ε.Π. τη μεταβολή του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού είναι μεγαλύτερος σε σχέση με εκείνον της αύξησης του Α.Ε.Π.. Είναι επίσης προφανές ότι τα ανατολικά κράτη έχουν εμφανίσει κατά τη χρονική περίοδο 1991-2011 μεγαλύτερες ετήσιες μεταβολές του Α.Ε.Π. (κυρίως μεγαλύτερες μειώσεις), με αποτέλεσμα να έχουν καταγράψει και μεγαλύτερες μεταβολές στον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ στα βορειοδυτικά κράτη μία μείωση του Α.Ε.Π. επιφέρει μεγαλύτερη μεταβολή στον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού το επόμενο έτος, σε σύγκριση με τη μεταβολή του αριθμού των νεκρών κατά το ίδιο έτος στις άλλες ομάδες κρατών.



Σχήμα 5 Διαγράμματα εναισθησίας για την αύξηση [$LN(GDP)_{in}$] και τη μείωση [$LN(GDP)_{de}$, $LN(GDP)_{de1}$] του Α.Ε.Π. στα βορειοδυτικά (πάνω), νότια (μέση) και ανατολικά κράτη (κάτω)

4. Οικονομική Κρίση Και Νεκροί Σε Οδικά Ατυχήματα 2008-2011

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των ετήσιων μεταβολών του Α.Ε.Π. και των ετήσιων μεταβολών του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Διαπιστώθηκε δηλαδή ότι οι ετήσιες διακυμάνσεις του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού «ακολουθούν» τις αντίστοιχες διακυμάνσεις του Α.Ε.Π.. Μάλιστα, στα βορειοδυτικά κράτη-μέλη της Ε.Ε. η ετήσια μείωση του Α.Ε.Π. συσχετίζεται με τη μείωση του αριθμού των νεκρών τόσο της ίδιας χρονιάς όσο και της επόμενης.

Τα αποτελέσματα αυτά εξήχθησαν από δεδομένα μιας μακράς χρονικής περιόδου, ώστε να ληφθούν υπόψη όλα τα είδη των ετήσιων επιδράσεων, από τις συστηματικές ετήσιες αυξήσεις του Α.Ε.Π. ως αποτέλεσμα της γενικότερης βελτίωσης του επιπέδου της οικονομικής κατάστασης των περισσότερων ευρωπαϊκών κρατών, μέχρι τις περιστασιακές ετήσιες μειώσεις του Α.Ε.Π. που έχουν παρατηρηθεί ως αποτέλεσμα κοινωνικοοικονομικών γεγονότων (π.χ. οικονομικές κρίσεις, όπως αυτές στις αρχές της δεκαετίας του '80 και από το 2008 κι έπειτα, οι πολιτικές αλλαγές στα ανατολικά ευρωπαϊκά κράτη στις αρχές της δεκαετίας του '90 κτλ.).

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, θεωρήθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί περισσότερο η κατάσταση της οικονομικής ύφεσης του 2008 στα εξεταζόμενα ευρωπαϊκά κράτη. Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει την εξέλιξη του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. σε κάθε κράτος τη χρονική περίοδο 2007-2011.

Πίνακας 3: Διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. ανά κράτος τη χρονική περίοδο 2007-2011

	Νεκροί σε 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

Παρατηρείται ότι από το 2007κι έπειτα μια μικρότερη ή μεγαλύτερη μείωση του Α.Ε.Π. σημειώθηκε σε όλα τα κράτη ως αποτέλεσμα της οικονομικής ύφεσης. Την ίδια στιγμή, οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα μειώνονται σε σημαντικό βαθμό, ενδεχομένως και ως αποτέλεσμα της μείωσης της κυκλοφορίας εξαιτίας της ύφεσης. Παρ' όλα αυτά, θα ήταν ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς την πρόοδο των τελευταίων ετών, για παράδειγμα των δύο τελευταίων.

Σε αρκετές χώρες το Α.Ε.Π. άρχισε να αυξάνεται ξανά μετά το 2009. Στις περισσότερες από αυτές τις χώρες, παρατηρείται αύξηση στους νεκρούς σε οδικά ατυχήματα, κυρίως όχι την ίδια χρονιά (2010) αλλά την επόμενη (δηλαδή μετά από δύο συνεχόμενες ετήσιες αυξήσεις του Α.Ε.Π.), όπως για παράδειγμα στο Βέλγιο, στη Γερμανία, Εσθονία, Ιταλία, Φινλανδία, Σουηδία και στο Ηνωμένο Βασίλειο. Σε μερικές περιπτώσεις (π.χ. Ιταλία, Βέλγιο) η αύξηση του Α.Ε.Π. του 2010ήταν πολύ μικρή κι επομένως, η αύξηση των νεκρών το 2010 ήταν επίσης πολύ μικρή.

Σε άλλες χώρες, κυρίως στις νότιες αλλά και στην Ιρλανδία, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συνεχίζει να μειώνεται κατά την εξεταζόμενη περίοδο, όπως επίσης και οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα (Ελλάδα, Ιρλανδία, Ισπανία και Πορτογαλία). Είναι επομένως πιθανό ότι μόλις οι οικονομίες των χωρών αυτών αρχίσουν να επανακάμπτουν, ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα θα αρχίσει ίσως να αυξάνεται.

Παρατηρείται επίσης ότι υπάρχουν ορισμένες χώρες των οποίων η οικονομία έχει επανακάμψει από την ύφεση, αλλά ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα φαίνεται να έχει επηρεαστεί λιγότερο. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν χώρες των οποίων το Α.Ε.Π. άρχισε να αυξάνεται ξανά μετά το 2009, αλλά ο αριθμός των νεκρών συνέχισε να μειώνεται, όπως η Αυστρία, η Ολλανδία, η Ουγγαρία και η Τσεχία. Είναι απαραίτητη η παρακολούθηση των μελλοντικών εξελίξεων στις χώρες αυτές (ανάπτυξη και μέτρα οδικής ασφάλειας), η οποία θα επιτρέψει μια καλύτερη εικόνα για τη φύση αυτών των επιδράσεων.

5. Συμπεράσματα

Παρά τις λίγες εξαιρέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, τα πιο πρόσφατα δεδομένα του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα αποκαλύπτουν μια συστηματική σχέση μεταξύ των διακυμάνσεων του Α.Ε.Π. και του αριθμού των νεκρών κατά τη διάρκεια της περιόδου της οικονομικής ύφεσης. Η σχέση αυτή έχει εμπειρικά προσδιοριστεί στη βάση των δεδομένων που έχουν εξεταστεί, ποσοτικοποιηθεί και τεκμηριωθεί στατιστικά από τα μοντέλα που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Θεμελιώθηκε όχι μόνο βασιζόμενη στα δεδομένα της πρόσφατης οικονομικής κρίσης, αλλά και από προηγούμενα σχετικά κοινωνικοοικονομικά γεγονότα στις ευρωπαϊκές χώρες.

Σε λίγα χρόνια, οπότε και περισσότερα δεδομένα θα είναι διαθέσιμα, θα είναι δυνατό να αξιολογηθούν πλήρως οι επιδράσεις της τρέχουσας οικονομικής ύφεσης στην οδική ασφάλεια και να ελεγχθούν εάν ταιριάζουν με το συνολικό πρότυπο που προτείνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Τα νέα δεδομένα θα πρέπει να αξιοποιηθούν για την περαιτέρω βελτίωση των προτεινόμενων μοντέλων.

Γενικά, αναμένεται ότι αν και οι τάσεις του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα θα συνεχίζουν να μειώνονται με την πάροδο του χρόνου, καθώς το συνολικό επίπεδο ευημερίας των ευρωπαϊκών κρατών, η ευαισθητοποίηση σχετικά με την οδική ασφάλεια, ο πολιτισμός και οι προσπάθειες βελτίωσης της οδικής ασφάλειας θα ενισχύονται, σε περιόδους οικονομικής ύφεσης μπορεί να υπάρχουν σημαντικά επιπρόσθετα «οφέλη» στην οδική ασφάλεια. Αυτά τα «οφέλη» ίσως οφείλονται σε ορισμένες πιθανές συνέπειες της

οικονομικής ύφεσης που μπορεί να έχουν συμβάλει στη σημαντική μείωση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, όπως:

- Μείωση των διανυόμενων οχηματοχλιομέτρων εξαιτίας των αυξημένων τιμών καυσίμων, της μείωσης των μετακινήσεων αναψυχής, της μικρότερης κυκλοφορίας βαρέων οχημάτων
- Χαμηλότερες ταχύτητες εξαιτίας των αυξημένων τιμών καυσίμων, της πιο οικονομικής και περιβαλλοντικά φιλικής οδήγησης, του μειωμένου ηθικού των οδηγών
- Λιγότερο επικίνδυνη οδήγηση λόγω της κυκλοφορίας λιγότερων νέων, άπειρων και ηλικιωμένων οδηγών, οι οποίοι είναι συνήθως και οικονομικά ασθενέστεροι.

Τα πιθανά αυτά στοιχεία κινητικότητας και συμπεριφοράς των χρηστών της οδού φαίνεται να υπερτερούν της πιθανής αναμενόμενης επιδείνωσης της οδικής ασφάλειας σε περιόδους οικονομικής κρίσης λόγω της ελλιπούς συντήρησης της οδικής υποδομής, της αύξησης του μέσου όρου ηλικίας των οχημάτων (λόγω περιορισμένης ανανέωσης του στόλου οχημάτων) κλπ.

Παρ' όλα αυτά, αναμένεται ότι μόλις οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες βελτιωθούν, ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα θα αυξηθεί προσωρινά, «διορθώνοντας» την επίδραση των εξωτερικών παραγόντων.

Μακροπρόθεσμα μοντέλα που συνδέουν κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες με την οδική ασφάλεια ίσως αδυνατούν από τη φύση τους να συλλάβουν την επίδραση τοπικών φαινομένων στη χρονοσειρά των εξεταζόμενων εξελίξεων. Τέτοια φαινόμενα είναι πιθανό να επηρεάζουν προσωρινά σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, αν και η κατάσταση της οδικής ασφάλειας θα επανέλθει κοντά- αν όχι ακριβώς- στη γενική τάση. Συνεπώς, ο έλεγχος και η ποσοτικοποίηση της επιρροής περιστασιακών επιδράσεων της οικονομικής εξέλιξης στην οδική ασφάλεια ίσως βοηθήσει στον έγκαιρο προσδιορισμό τέτοιων καταστάσεων, στην ερμηνεία της βελτίωσης ή της επιδείνωσης της οδικής ασφάλειας πέρα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα των πολιτικών που εφαρμόζονται, καθώς και στην προσαρμογή των προσδοκιών όσον αφορά στις μελλοντικές εξελίξεις.

6. Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. ETSC – European Transport Safety Council (2012). A Challenging start towards the EU 2020 Road Safety Target. 6th Road Safety PIN Report, ETSC, Brussels, June 2012.
2. IRTAD – International Traffic Safety Data and Analysis Group (2012). Road Safety Annual Report 2011. OECD / International Transport Forum, 2012.
3. Koornstra, M., 2007. Prediction of traffic fatalities and prospects for mobility becoming sustainable-safe. SWOV Research.
4. Lassarre, S., 2001. Analysis of progress in road safety in ten European countries. Accident Analysis and Prevention 33, pp. 743 – 751.
5. Van Beeck, E. F, G. J. J. Borsboom, and J. P. Mackenbach, 2000. Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962-1990. International Journal of Epidemiology, 29, 503-509.
6. Kopits, E., and M. Cropper, 2005. Traffic fatalities and economic growth. Accident Analysis and Prevention, 37, pp. 169-178.
7. Yannis, G., C. Antoniou, E. Papadimitriou and D. Katsochis, 2011. When may road fatalities start to decrease? Journal of Safety Research, 42(1), February 2011, pp. 17-25.
8. Tihansky, D.P (1974). Impact Of The Energy Crisis On Traffic Accidents. Transportation Research Vol. 8, pp. 481-492.
9. Wagenaar A.C. (1984). Effects of macroeconomic conditions on the incidence of motor vehicle accidents. Accident Analysis & Prevention Volume 16, Issue 3, June 1984, Pages 191–205.
10. Hedlund J., Arnold R., Cerrelli E., Partyka S., Hoxie P., Skinner D. (1984). An Assessment Of The 1982 Traffic Fatality Decrease. Accid. Anal. & Prev.. Vol. 16, So. 4. Pp. 217-261.
11. D W Reinfurt ; J R Stewart ; N L Weaver (1991). Economy as a Factor in Motor Vehicle Fatalities, Suicides, and Homicides. Accident Analysis and Prevention Volume:23 Issue:5 Dated:(1991) Pages:453-462.
12. Kweon, Y.-J. (2011). What Affects Annual Changes in Traffic Safety Measures in Virginia? Macroscopic Perspective. TRB 90th Annual Meeting Compendium of Papers DVD.
13. Harville, D. (1976). Extension of the Gauss-Markov Theorem to Include the Estimation of Random Effects. The Annals of Statistics Vol. 4, No. 2, pp. 384-395.
14. McLean, Robert A.; Sanders, William L.; Stroup, Walter W. (1991). "A Unified Approach to Mixed Linear Models". The American Statistician (American Statistical Association) 45 (1): 54–64.
15. SARTRE (2012). Social Attitudes towards Road Traffic Risk in Europe. Final Report. European Commission, Brussels.
16. Brandstaetter C. et al .DaCoTA (2012). Annual Statistical Report. Deliverable 3.9 of the EU FP7 project DaCoTA: Building the European Road Safety Observatory. Brussels, 2012.
17. Yannis et al. (2005). State of the art report on risk and exposure data. Deliverable 2.1 of the EU FP6 Integrated project SafetyNet. European Commission, Brussels, 2005.

18. Golias J., Yannis, G. (2001). Dealing with lack of exposure data in road accident analysis. Proceedings of the 12th international Conference Traffic Safety on three Continents. Federation of European Road Safety Institutes, Transportation Research Board, Moscow, September 2001.
19. Hauer E. (2001). Overdispersion in modelling accidents on road sections and in Empirical Bayes estimation. Accident Analysis and Prevention 33, pp. 799-808.