



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ



Νικολάου Δημήτριος

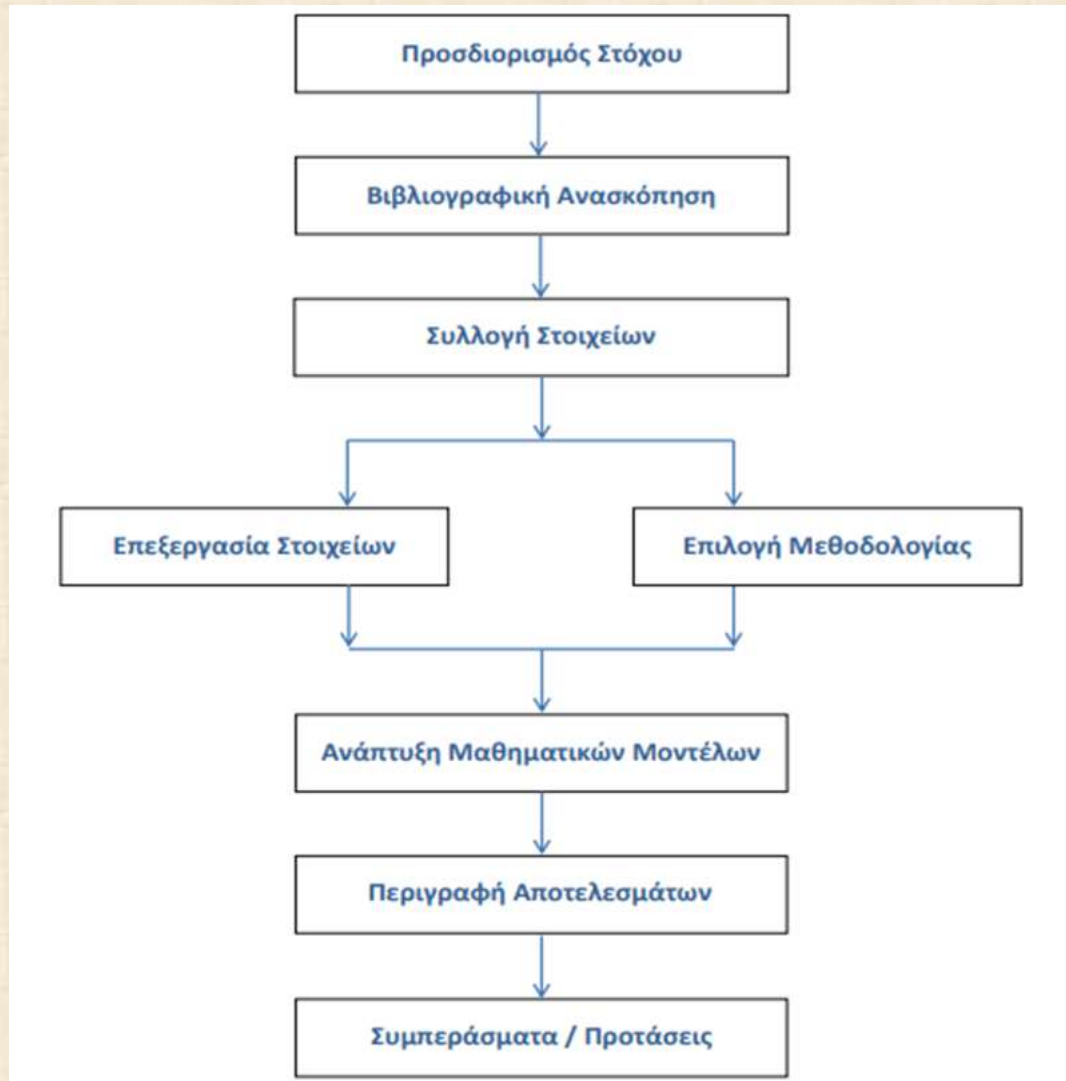
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Ιούλιος 2018

Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

- Να διερευνηθούν οι **οικονομικοί, κοινωνικοί και συγκοινωνιακοί δείκτες** επιρροής της οδικής ασφάλειας στην περίοδο της κρίσης στην Ευρώπη με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.

- Η ανάπτυξη στατιστικών μοντέλων για δύο χρονικές περιόδους τόσο για το σύνολο **των κρατών της Ευρώπης** όσο και για τις ομάδες των κρατών που επιλέχθηκαν, ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος με τον οποίο ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης, οι αυτοκτονίες και τα διανυόμενα επιβατοχιλιόμετρα επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα, καθώς και να γίνει μια συγκριτική αξιολόγηση των ομάδων των κρατών.

Βασικά στάδια Διπλωματικής Εργασίας



- Προσδιορισμός Στόχου
- Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Συλλογή Στοιχείων
- Επεξεργασία Στοιχείων
- Επιλογή Μεθοδολογίας
- Ανάπτυξη Στατιστικών Μοντέλων
- Περιγραφή Αποτελεσμάτων
- Συμπεράσματα- Προτάσεις







Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

- Η αύξηση της ανεργίας συσχετίζεται με τη μείωση αρχικά της συχνότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα, καθώς και με την αύξηση της κατά τον επόμενο μήνα από αυτόν της απώλειας της εργασίας (Wagenaar, 1983)
- 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. (Koorstra, 2002)
- Οι συνέπειες των τροχαίων ατυχημάτων σε διάφορες χώρες είναι αντιστρόφως ανάλογες προς το επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης μιας χώρας. (Προφυλλίδης et al., 2005)

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

- Η καμπύλη της διαχρονικής εξέλιξης των θανάτων στα οδικά ατυχήματα παρουσιάζει διαφορετική κλίση, καταρχήν αύξουσα, στη συνέχεια σταθερή και τελικώς φθίνουσα, ανάλογα με την τιμή του λόγου του αριθμού των οχημάτων προς τον πληθυσμό. (Γ.Γιαννής et al., 2006)
- Η οικονομική ύφεση δείχνει να συσχετίζεται με λιγότερη οδήγηση όσον αφορά νέους ηλικιακά οδηγούς, λιγότερη οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ και οδήγηση με χαμηλότερη ταχύτητα. Παρόλα αυτά δεν είναι ξεκάθαρο αν οι αλλαγές αυτές εξηγούν πλήρως την μείωση των οδικών ατυχημάτων. (Wegman et al., 2017)
- Η αύξηση του πληθυσμού και η αύξηση της ιδιοκτησίας οχήματος οδηγεί σε αύξηση των οδικών ατυχημάτων. Αντίθετα, η επέκταση των οδικών υποδομών επιφέρει μείωση των οδικών ατυχημάτων. (Xin Li et al., 2018)

Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

- Αριθμός νεκρών στα οδικά ατυχήματα: Βάση δεδομένων του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Ο.Ο.Σ.Α/ OECD) 
- Πληθυσμός: Βάση δεδομένων της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank) 
- Δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI): Βάση δεδομένων του Προγράμματος Ανάπτυξης Ηνωμένων Εθνών (UNDP) 
- Αυτοκτονίες: Βάση δεδομένων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ/ WHO)  και EUROSTAT 
- Διανυόμενα επιβατοχιλιόμετρα: Βάση δεδομένων της διεθνούς ομοσπονδίας οδών (International Road Federation/ IRF) 

➡ Δημιουργία Ενιαίας Βάσης Δεδομένων → Επεξεργασία στοιχείων και κατάλληλη επεξεργασία τους για εισαγωγή στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

Ομαδοποίηση κρατών

- Χαμηλή οικονομική επίδοση (low economic performance): Βουλγαρία, Τσεχία, Εσθονία, Ελλάδα, Κροατία, Λετονία, Λιθουανία, Ουγγαρία, Μάλτα, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σλοβενία, Σλοβακία → *Group 3*
- Μεγάλες χώρες (largest countries): Γερμανία, Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, Ηνωμένο Βασίλειο → *Group 2*
- Υψηλή οικονομική επίδοση (high economic performance): Βέλγιο, Δανία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Αυστρία, Φινλανδία, Σουηδία, Νορβηγία, Ελβετία → *Group 1*

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

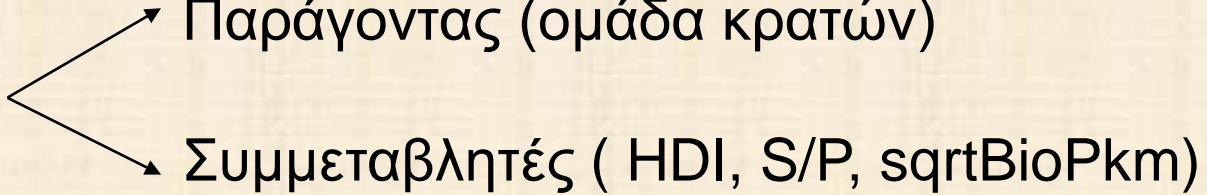
\mathbf{e} είναι ένα $n \times 1$ διάνυσμα των τυχαίων υπολοίπων

\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 

□ 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 στατιστικών μοντέλων(1/2)

- Για το σύνολο των κρατών (2006-2010):

$$\text{LN(F/P)} = 4,039 - 2,662 * \text{HDI} + 0,02 * \text{S/P} + 0,031*\text{sqrtBioPkm} + 5,678*\text{Group}=1 + 12,779* \text{Group}=2 - 5,957 * \text{Group}=1*\text{HDI} - 15,894 * \text{Group}=2*\text{HDI} - 0,068 * \text{Group}=1*\text{sqrtBioPkm}$$

- Για το σύνολο των κρατών (2011-2015):

$$\text{LN(F/P)} = 6,406 - 5,929 * \text{HDI} + 0,019 * \text{S/P} + 0,038*\text{sqrtBioPkm} + 4,069* \text{Group}=1 + 9,405* \text{Group}=2 - 4,069 * \text{Group}=1*\text{HDI} - 12,202 * \text{Group}=2*\text{HDI} - 0,071 * \text{Group}=1*\text{sqrtBioPkm}$$

Αποτελέσματα στατιστικών μοντέλων(2/2)

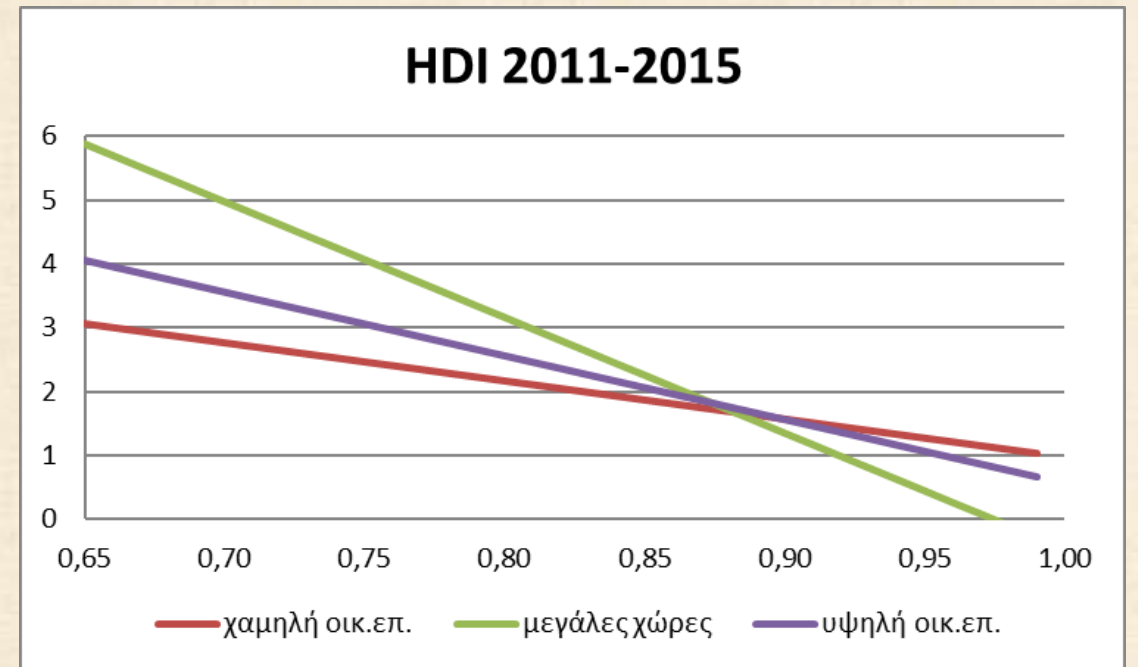
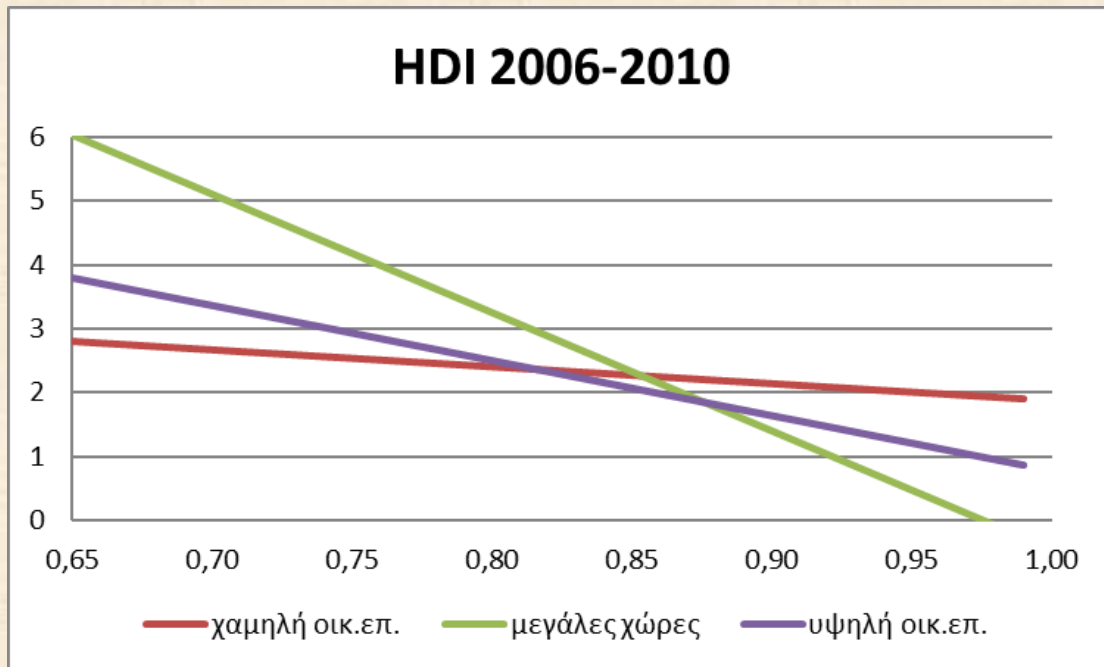
Για τα στατιστικά μοντέλα του συνόλου των κρατών της Ευρώπης παρατηρείται και για τις δύο πενταετίες ότι ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα:

- Για αύξηση της τιμής του Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης (HDI) μειώνεται.
- Συσχετίζεται θετικά με την αύξηση των αυτοκτονιών.
- Για αύξηση των διανυόμενων επιβατοχιλιομέτρων αυξάνεται.

Σε σχέση με την ομάδα των κρατών με χαμηλή οικονομική επίδοση που αποτελεί επίπεδο αναφοράς των στατιστικών μοντέλων:

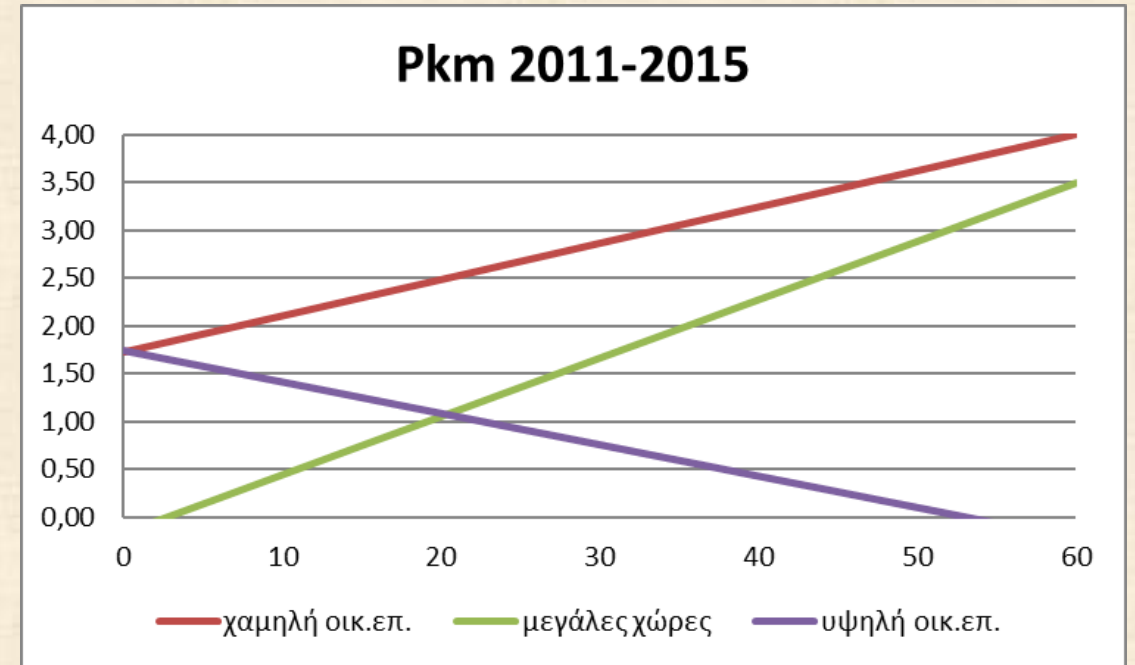
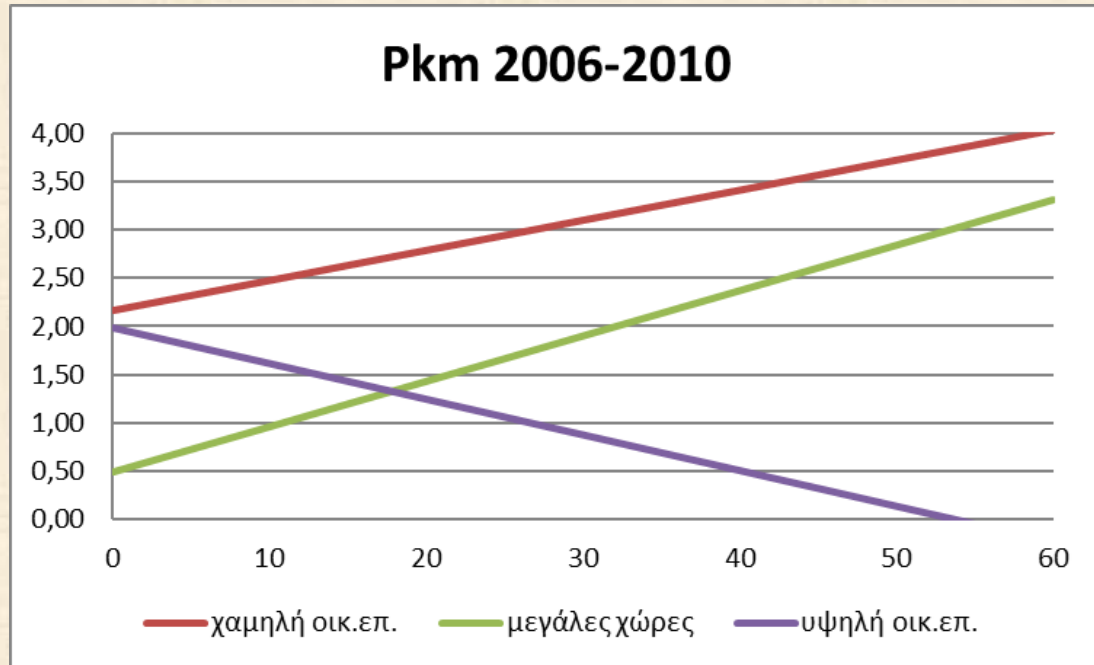
- τα κράτη με υψηλή οικονομική επίδοση και οι μεγάλες χώρες συμβάλλουν περισσότερο στον αριθμό των νεκρών
- ο Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης (HDI) στην ομάδα των κρατών με υψηλή οικονομική επίδοση και στις μεγάλες χώρες συμβάλλει λιγότερο στον αριθμό των νεκρών
- τα διανυόμενα επιβατοχιλιόμετρα στα κράτη με υψηλή οικονομική επίδοση συμβάλλουν λιγότερο στον αριθμό των νεκρών

Ανάλυση ευαισθησίας (1/2)



Στα παραπάνω διαγράμματα διαπιστώνεται ότι ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI) παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή στην ομάδα των μεγάλων χωρών και την μικρότερη επιρροή στα κράτη με χαμηλή οικονομική επίδοση.

Ανάλυση ευαισθησίας (2/2)



Αύξηση των διανυόμενων επιβατοχιλιομέτρων σημαίνει αύξηση της έκθεσης σε κίνδυνο των χρηστών της οδού και κατά συνέπεια υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος τραυματισμού σε ατύχημα.

Παρ' όλα αυτά, στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται αρνητική συσχέτιση μεταξύ των επιβατοχιλιομέτρων και του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα για τα κράτη με υψηλή οικονομική επίδοση.

Συμπεράσματα (1/3)

- ❑ \uparrow HDI \rightarrow αρνητική συσχέτιση. Ο δείκτης HDI υποδεικνύει την οικονομική ανάπτυξη ενός κράτους και τη συνήθως συνεπαγόμενη υψηλότερη κουλτούρα οδικής ασφάλειας, επομένως οι σχέσεις που προέκυψαν είναι σύμφωνες με τη διεθνή βιβλιογραφία.
- ❑ Σύνολο των κρατών, κράτη με χαμηλή οικονομική επίδοση, μεγάλες χώρες: \uparrow Pkm \rightarrow θετική συσχέτιση.
Πιθανή ερμηνεία: αύξηση της έκθεσης σε κίνδυνο των χρηστών της οδού και κατά συνέπεια υπάρχει υψηλότερος κίνδυνος τραυματισμού (θανάσιμου ή μη) σε ατύχημα.
- ❑ Κράτη με υψηλή οικονομική επίδοση: \uparrow Pkm \rightarrow αρνητική συσχέτιση.
Πιθανή ερμηνεία: ενδεχομένως μετά από ένα σημείο οικονομικής ανάπτυξης, αλλά και αύξησης του αριθμού των κυκλοφορούντων οχημάτων, οι παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση κατάλληλης οδικής παιδείας και οι συνθήκες για την επίτευξη υψηλού επιπέδου οδικής ασφάλειας να έχουν εξασφαλιστεί, με αποτέλεσμα η αύξηση της κινητικότητας να μην συνεπάγεται απαραίτητα αύξηση της έκθεσης σε κίνδυνο ατυχήματος.
- ❑ \uparrow αυτοκτονιών \rightarrow θετική συσχέτιση. Το φαινόμενο αυτό είναι αρκετά σύνθετο και χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

Συμπεράσματα (2/3)

- HDI → τη μεγαλύτερη επιρροή στην ομάδα των μεγάλων χωρών.
Πιθανή ερμηνεία: περισσότερες ανισότητες → μεγαλύτερο περιθώριο βελτίωσης της οικονομικής κατάστασης σημαντικού μέρους του πληθυσμού το οποίο στη συνέχεια αντικατοπτρίζεται και στα αποτελέσματα της οδικής ασφάλειας.
- HDI → τη μικρότερη επιρροή στα κράτη με χαμηλή οικονομική επίδοση.
Πιθανή ερμηνεία: κατά κύριο λόγο τα κράτη αυτά είναι επίσης και τα κράτη με τη χαμηλότερη επίδοση στην οδική ασφάλεια. Οι χαμηλές επιδόσεις των κρατών αυτών στην οδική ασφάλεια μπορεί να οφείλονται και σε άλλους παράγοντες πέραν των οικονομικών. Επομένως, η βελτίωση του οικονομικού επιπέδου πιθανώς να μην επαρκεί στον ίδιο βαθμό με τα άλλα κράτη για την επίτευξη της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας, αλλά θα πρέπει να συνδυαστεί παράλληλα και με μια άλλη σειρά μέτρων.
- Η επιρροή των αυτοκτονιών δεν φαίνεται να παρουσιάζει πολύ μεγάλη διαφορά μεταξύ των διαφορετικών ομάδων κρατών. Παρ' όλα αυτά φαίνεται ότι η επίδοση της οδικής ασφάλειας στα κράτη με υψηλή οικονομική επίδοση επηρεάζεται λίγο περισσότερο από αλλαγές στις κοινωνικές συνθήκες σε σχέση με τα υπόλοιπα κράτη.
Πιθανή ερμηνεία: τα κράτη αυτά έχουν καλύτερες υποδομές ή ασφαλέστερα οχήματα και επομένως ο ανθρώπινος παράγοντας και οι συνθήκες που τον επηρεάζουν να επιδρούν περισσότερο στην εξέλιξη της οδικής ασφάλειας.

Συμπεράσματα (3/3)

- ❑ Η εξέλιξη της οικονομίας επιδρά στην εξέλιξη των οδικών ατυχημάτων περισσότερο από τους κοινωνικούς και τους συγκοινωνιακούς δείκτες. Μετά την οικονομική κρίση η επίδραση της οικονομίας είναι ακόμα μεγαλύτερη (2,5 φορές)
- ❑ Για τα διανυόμενα επιβατοχιλιόμετρα παρατηρείται αύξηση της σχετικής επιρροής στον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα την περίοδο μετά την οικονομική κρίση (1,5 φορά μεγαλύτερη). Η οικονομία της Ευρώπης ανακάμπτει, οι μετακινήσεις και ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνονται, οπότε και η επιρροή των επιβατοχιλιομέτρων στα οδικά ατυχήματα είναι μεγαλύτερη.
- ❑ Ανάμεσα στις δύο χρονικές περιόδους, φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβολή της επιρροής του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI) στα οδικά ατυχήματα στα κράτη με χαμηλή οικονομική επίδοση, και μάλιστα η επιρροή αυτή είναι μεγαλύτερη κατά την περίοδο 2011-2015.
Πιθανή ερμηνεία: Δεδομένου ότι η οικονομική κρίση επηρέασε περισσότερο αυτά τα κράτη και τα αποτελέσματά της ήταν περισσότερο εμφανή, πιθανώς οι οικονομικές μεταβολές να καθορίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την επίδοση της οδικής ασφάλειας τα μετέπειτα χρόνια. Δηλαδή, όσο πιο πολύ ένα κράτος πληγεί από την οικονομική κρίση τόσο πιο εμφανή είναι τα αποτελέσματα της ανάκαμψης της οικονομίας στην οδική ασφάλεια σε βάθος χρόνου.

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 οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών κατά τη φάση της αξιολόγησης της εφαρμογής του προγράμματος.
- Επίσης, οι αρμόδιοι φορείς και τα όργανα λήψης αποφάσεων, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και διάφορα κοινωνικά ζητήματα, καθώς έχουν αντίκτυπο στην ψυχολογία και στην κουλτούρα των πολιτών και κατά συνέπεια στο επίπεδο οδικής ασφάλειας.
- Τέλος, τα κράτη οφείλουν να θέσουν ως στόχο την βελτίωση της ποιότητας της ζωής και της εκπαίδευσης των πολιτών, καθώς η αύξηση του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης συσχετίζεται με τη μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα.

Περαιτέρω έρευνα

- Επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας σε μεγαλύτερο αριθμό χωρών και εκτός Ευρώπης ώστε να γίνουν συγκρίσεις για τη διαπίστωση αν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έχουν την ίδια ισχύ παγκοσμίως.
- Συλλογή δεδομένων από περισσότερα έτη για τις αυτοκτονίες ή και άλλες μεταβλητές που περιγράφουν τις κοινωνικές συνθήκες ώστε να διερευνηθεί περαιτέρω η συσχέτιση της κοινωνικής κατάστασης με την οδική ασφάλεια.
- Η διερεύνηση της συσχέτισης των ίδιων οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών με τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα με χρήση άλλων στατιστικών μεθόδων.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ



ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Ιούλιος 2018