Διερεύνηση παραγόντων επιρροής σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη

Κατερίνα Φώλλα[1], Μαρία Χαραλαμπίδη[2], Γιώργος Γιαννής[3],

[1]Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα
Email: katfolla@central.ntua.gr
[2]Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα
E-mail: margaux242@gmail.com
[3]Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα
E-mail: geyannis@central.ntua.gr

Περίληψη

Παρ' όλο που παρατηρείται σημαντική πρόοδος στην αντιμετώπιση των θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα τελευταία χρόνια, τα σοβαρά μη θανατηφόρα ατυχήματα συνεχίζουν να αποτελούν σημαντικό πρόβλημα υγείας. Το 2016, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε για πρώτη φορά δεδομένα για τον αριθμό των σοβαρά τραυματιών, χρησιμοποιώντας έναν κοινό ορισμό για όλα τα κράτη μέλη. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τον αριθμό των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη. Αναπτύχθηκαν Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα, συσχετίζοντας τη συχνότητα των σοβαρά τραυματισμών και τη σοβαρότητα των ατυχημάτων με συγκοινωνιακούς και οικονομικούς παράγοντες. Η αύξηση του ποσοστού των επιβατικών ΙΧ με EuroNCAP δείκτη ασφαλείας ίσο με πέντε αστέρια και της χρήσης λεωφορείων σχετίζεται με μείωση της συχνότητας των σοβαρών τραυματισμών και της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων. Η δε ύπαρξη παλαιότερων στόλων οχημάτων, καθώς και η αυξημένη χρήση των μοτοσυκλετών έχουν αντίθετη επιρροή στους εξεταζόμενους δείκτες.

Λέξεις κλειδιά: *οδική ασφάλεια, σοβαρά τραυματίες, MAIS3+, Ευρώπη*

Abstract

Despite the significant progress in dealing with fatal accidents in the European Union over the last years, serious non-fatal accidents remain a major health problem. In 2016, the European Commission published for the first time data on the number of serious injuries, using a common definition for all Member States. The purpose of this study is to investigate the factors affecting the number of serious injuries in road accidents in Europe. Generalized Linear Models were developed, correlating the number of serious injuries in road accidents and the severity of accidents with transport and economic factors. The increased rates of passenger cars with EuroNCAP safety rating equal to five stars and the use of buses lead to the reduction in the frequency of serious injuries and the severity of road accidents. The existence of older vehicle fleets and the increased use of motorcycles have the opposite effect on the examined indicators.

Keywords: road safety, *serious injuries, MAIS3+, Europe*

1. Εισαγωγή

Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μία από τις κύριες αιτίες θανάτου παγκοσμίως. Κάθε χρόνο χάνουν τη ζωή τους σε οδικά ατυχήματα περίπου 1,35 εκατομμύρια άνθρωποι, ενώ

τραυματίζονται 50 εκατομμύρια άτομα (WHO, 2018). Σε σύγκριση με την παγκόσμια κατάσταση, η Ευρώπη παρουσιάζει σχετικά καλύτερες επιδόσεις, χάρη στις στοχευμένες πολιτικές οδικής ασφάλειας που εφαρμόστηκαν σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο τα τελευταία χρόνια. Το 2020, η Ε.Ε. κατέγραψε 42 θανάτους από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ ο παγκόσμιος μέσος όρος ανέρχεται σε περισσότερους από 180, παραμένοντας έτσι, η ήπειρος με τις ασφαλέστερες οδούς (EC, 2021).

Παρά τη σημαντική πρόοδο που καταγράφεται στην αντιμετώπιση των θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ε.Ε. τα τελευταία χρόνια, τα σοβαρά μη θανατηφόρα ατυχήματα συνεχίζουν να αποτελούν σημαντικό πρόβλημα υγείας. Ο υπολογισμός του συνολικού αριθμού των σοβαρά τραυματιών στην Ε.Ε., αλλά και οι συγκριτικές αναλύσεις ανάμεσα στα κράτη μέλη δεν ήταν έως τώρα εφικτές, κυρίως λόγω του διαφορετικού ορισμού που χρησιμοποιείται για τον σοβαρό τραυματισμό από οδικό ατύχημα στα ευρωπαϊκά κράτη. Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το 2016, δημοσίευσε για πρώτη φορά δεδομένα για τον αριθμό των σοβαρά τραυματιών, χρησιμοποιώντας έναν κοινό ορισμό για όλα τα κράτη μέλη. Εκτιμάται, συνεπώς, ότι το 2016, οι σοβαρά τραυματίες ανέρχονταν σε 135.000 περίπου στην Ε.Ε. των 28 κρατών μελών, με τους πεζούς, ποδηλάτες και δικυκλιστές να αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό (EC, 2016).

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τον αριθμό των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη. Για τον σκοπό αυτόν, ορίστηκαν δύο δείκτες που αφορούν στη συχνότητα των σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα (αριθμός σοβαρά τραυματιών ανά εκ. πληθυσμού) και στην σοβαρότητα των ατυχημάτων (λόγος των σοβαρά τραυματιών προς τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα) για κάθε κράτος, οι οποίοι συσχετίστηκαν με συγκοινωνιακούς και οικονομικούς παράγοντες. Συλλέχθηκαν, επομένως, δεδομένα για τον αριθμό των νεκρών και σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα για τα 28 κράτη μέλη της Ε.Ε. και τα 3 κράτη που ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ζώνη Ελευθέρων Συναλλαγών (Ισλανδία, Νορβηγία, Ελβετία) για το έτος 2015. Επιπλέον, συλλέχθηκαν δεδομένα που αφορούν στον στόλο των οχημάτων, την κυκλοφορία και την οδική υποδομή από διεθνείς βάσεις δεδομένων για το ίδιο έτος.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας στοχεύουν στην αξιολόγηση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας στην Ευρώπη, καθώς και των παραγόντων που θα μπορούσαν να συμβάλουν στη μείωση του αριθμού των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα, συμβάλλοντας στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων για την βελτίωση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Διάφορες έρευνες έχουν γίνει εξετάζοντας την επιρροή κοινωνικοοικονομικών και συγκοινωνιακών παραγόντων στην οδική ασφάλεια. Οι περισσότερες διαθέσιμες μελέτες που που εξετάζουν το θέμα της οδικής ασφάλειας σε διεθνές επίπεδο χρησιμοποιούν κατά βάση ως δείκτη επίδοσης της οδικής ασφάλειας των κρατών τον αριθμό των νεκρών ανά πληθυσμό. Διάφορες μελέτες έχουν συσχετίσει το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν με τα οδικά ατυχήματα (Kopits & Cropper, 2005, Yannis et al., 2014, κ.ά.), ενώ ο συνδυασμός οικονομικών και συγκοινωνιακών δεικτών είναι επίσης σύνηθης σε διακρατικές αναλύσεις. Συσχέτιση του ποσοστού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα με το Α.Ε.Π., την πυκνότητα των οχημάτων ανά χιλιόμετρο οδικού δικτύου και τον πληθυσμό ανά νοσοκομειακή κλίνη έχει εντοπιστεί σε

μελέτη του 1986 (Jacobs & Cutting, 1986). Επιπλέον, θετική συσχέτιση του Α.Ε.Π. με τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά πληθυσμό εντοπίστηκε σε μελέτη που περιελάμβανε 83 χώρες διεθνώς για το 1990, ενώ η αύξηση των δαπανών στον τομέα της υγείας ως ποσοστό του Α.Ε.Π. βρέθηκε ότι οδηγεί σε μείωση των θανάσιμων τραυματισμών στα οδικά ατυχήματα (Söderlund & Zwi, 1995). Επιπλέον κοινωνικο-οικονομικοί δείκτες έχουν εξεταστεί σε διεθνές επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το εισόδημα, ο δείκτης διαφθοράς, το ποσοστό αναλφαβητισμού, το ποσοστό θνησιμότητας και ο κατά κεφαλήν αριθμός τετράτροχων οχημάτων συσχετίστηκαν με τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα σε μελέτη με στοιχεία από 77 χώρες για την περίοδο 1982-2000, αναδεικνύοντας την σημαντική επίδραση της διαφθοράς στην αύξηση των θανατηφόρων ατυχημάτων (Anbarci et al., 2006). Το 2001, ο Lassare εφάρμοσε το local linear trend model σε δέκα ευρωπαϊκές χώρες ώστε να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ της κυκλοφοριακής ροής και του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα, συμπεραίνοντας ότι τα οδικά συστήματα της Ευρώπης μπορούν να απορροφήσουν ετήσια αύξηση της κυκλοφορίας της τάξης του 6% κατά μέσο όρο, διατηρώντας παράλληλα σταθερό τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα.

Η σοβαρότητα των ατυχημάτων και οι παράγοντες που την επηρεάζουν έχει, επίσης, διερευνηθεί από έναν αριθμό μελετών. Στο πλαίσιο αυτό, η επίδραση των ευφυών συστημάτων μεταφορών στην σοβαρότητα των ατυχημάτων έχει διερευνηθεί (Shankar & Mannering, 1996), χρησιμοποιώντας δεδομένα 5 ετών σχετικά με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τον οδικό σχεδιασμό, τα χαρακτηριστικά του οδηγού και του οχήματος και το είδος του ατυχήματος. Επιπλέον, probit/logit μοντέλα αναπτύχθηκαν για να προβλέψουν τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων στην Αυστραλία, αναδεικνύοντας τον ρόλο της ηλικίας του οδηγού, της ταχύτητας του οχήματος, το ποσοστό αλκοόλ στο αίμα και το είδος του ατυχήματος στην πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού και θανάτου (O'Donnell & Connor, 1996). Αντίστοιχα μοντέλα αναπτύχθηκαν και για δύο πολιτείες των Η.Π.Α (Michigan και Illinois), δείχνοντας ότι η σοβαρότητα τραυματισμού του οδηγού αυξάνεται με τη μη χρήση ζώνης ασφαλείας, την κατανάλωση αλκοόλ, την οδήγηση σε αγροτικούς δρόμους σε αντίθεση με τους αστικούς καθώς επηρεάζεται και από το εκάστοτε θεσμοθετημένο όριο ταχύτητας (Krull et al., 2000).

Δεδομένα της περιόδου 2009-2011 για τους αυτοκινητοδρόμους της Γερμανίας χρησιμοποιήθηκαν για την διερεύνηση των παραγόντων επιρροής της σοβαρότητας των ατυχημάτων, με τα ατυχήματα που συμβαίνουν εξαιτίας σύγκρουσης με αντικείμενα πάνω στο οδόστρωμα, ή στα οποία εμπλέκονται πεζοί και μοτοσυκλέτες, καθώς και εκείνα που συμβαίνουν εξαιτίας συνθηκών μειωμένης ορατότητας να είναι τα πιο σοβαρά (Manner & Wünsch-Ziegler, 2013). Πιο πρόσφατη μελέτη στην Ελλάδα έδειξε ότι οι καλές καιρικές συνθήκες και ατυχήματα που προκαλούνται κατά τη διάρκεια νυχτερινών ωρών αυξάνουν τη σοβαρότητα των ατυχημάτων, ενώ το είδος της σύγκρουσης έχει σταθερή επιρροή στη σοβαρότητα των ατυχημάτων (Yannis et al., 2016).

Τονίζεται, ότι οι υπάρχουσες μελέτες στη βιβλιογραφία διερευνούν την σοβαρότητα των ατυχημάτων συνήθως σε επίπεδο πόλης ή χώρας και όχι διεθνώς, κυρίως εξαιτίας του γεγονότος ότι μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχε κοινός ορισμός για την κατηγοριοποίηση της σοβαρότητας των τροχαίων ατυχημάτων σε όλες τις χώρες, μην παρέχοντας τη δυνατότητα της μεταξύ τους σύγκρισης. Κατόπιν τούτου προκύπτει η ανάγκη εκπόνησης έρευνας για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τους σοβαρούς τραυματισμούς των ατυχημάτων σε διεθνές επίπεδο.

3. Μεθοδολογικό Πλαίσιο

3.1 Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο

Τα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα είναι μια αξιοσημείωτη σύνθεση και επέκταση των γνωστών μοντέλων παλινδρόμησης όπως τα γραμμικά μοντέλα και τα μοντέλα logit και probit (Nelder & Wedderburn, 1972). Τα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα διευκολύνουν την ανάλυση των αποτελεσμάτων των επεξηγηματικών μεταβλητών με τρόπο που μοιάζει πολύ με την ανάλυση των μεταβλητών σε ένα τυπικό γραμμικό μοντέλο, αλλά με λιγότερο περιοριστικές υποθέσεις. Αυτό επιτυγχάνεται καθορίζοντας μια λειτουργία σύνδεσης, η οποία συνδέει το συστηματικό στοιχείο του γραμμικού μοντέλου με μια ευρύτερη κατηγορία εξαρτημένων μεταβλητών αποτελεσμάτων και υπολοίπων Μεταγενέστερες εργασίες έχουν επεκτείνει τα GLM σε πολυμεταβλητές εκθετικές οικογένειες (όπως η πολυωνυμική κατανομή), σε ορισμένες μη εκθετικές οικογένειες (όπως η δύο παραμέτρων αρνητική διωνυμική κατανομή), και σε ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες η κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής δεν καθορίζεται πλήρως.

Η τυπική δομή του γενικευμένου γραμμικού μοντέλου αποτελείται από τρεις συνιστώσες:

- Μια τυχαία συνιστώσα, που προσδιορίζει τη δεσμευμένη κατανομή της μεταβλητής απόκρισης yi (για το i-οστό στοιχείο των n ανεξάρτητων παρατηρήσεων δείγματος), και δίνει τις τιμές των επεξηγηματικών μεταβλητών στο μοντέλο.
- Μια γραμμική επεξηγηματική μεταβλητή που περιλαμβάνει τις μεταβλητές παλινδρόμησης ή τις συμμεταβλητές. Το μοντέλο κατασκευάζεται γύρω από αυτή τη μεταβλητή .
  $$\eta = x'\beta = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta i x i$$
- Μια ομαλή και αντιστρέψιμη γραμμική συνάρτηση σύνδεσης (link function) g που συνδέει τη γραμμική επεξηγηματική μεταβλητή με τη μέση τιμή της μεταβλητής απόκρισης. Η g μετασχηματίζει τη μέση τιμή της μεταβλητής απόκρισης μi ≡ E(yi) στη γραμμική επεξηγηματική μεταβλητή:
  $$g(\mu_i) = \eta_i = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_\kappa X_\kappa$$

3.2 Συλλογή δεδομένων

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας αντλήθηκαν δεδομένα από επίσημες ευρωπαϊκές και διεθνείς βάσεις δεδομένων. Συγκεκριμένα, δεδομένα σχετικά με τον πληθυσμό, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., τους νεκρούς σε οδικά ατυχήματα, τον συνολικό αριθμό γιατρών ανά χώρα, το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων στο σύνολο του οδικού δικτύου, καθώς και τον αριθμό των καταγεγραμμένων οχημάτων ανά τύπο οχήματος αντλήθηκαν από την Eurostat για τα 28 κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2015. Επιπλέον, στοιχεία σχετικά με τα ποσοστά χρήσης ζώνης ασφαλείας των οδηγών και συνοδηγών, καθώς και το ποσοστό των επιβατικών αυτοκινήτων τα οποία έχουν EuroNCap score ίσο με πέντε αστέρια αντλήθηκαν από την βάση δεδομένων IRTAD (IRTAD-International Road Traffic and Accident Database). Τέλος, σχετικά με την αναζήτηση των οχηματοχιλιομέτρων για κάθε χώρα αξιοποιήθηκε η βάση δεδομένων της Διεθνούς Ομοσπονδίας Οδών (International Road Federation/ IRF).

Σχετικά με τον αριθμό των τραυματιών που εισήχθησαν σε νοσοκομείο μετά από οδικό ατύχημα, καθώς και του αριθμού των σοβαρά τραυματιών με βάση την κατάταξη MAIS3+ χρησιμοποιήθηκε η δημοσίευση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (EC, 2016). Από το 2015, τα 16 κράτη-μέλη της Ε.Ε. άρχισαν να καταγράφουν τους σοβαρούς τραυματισμούς βασισμένοι σε

έναν καινούριο ορισμό, στον οποίο όλοι συμφώνησαν, σύμφωνα με τα ιατρικά πρότυπα. Η διεθνής "Μέγιστη Συντετμημένη Βαθμολογία Τραυματισμού» - MAIS (Maximum Abbreviated Injury Score) κλίμακα τραυματισμού, χρησιμοποιείται πλέον για την καταγραφή και βαθμολογία των ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο. Το εύρος αυτής της βαθμολογικής κλίμακας είναι από ένα έως έξι. Ως «σοβαρός τραυματισμός» ορίζεται ένας τραυματίας «με τραυματισμούς επιπέδου τρία ή και μεγαλύτερου» (MAIS3+).

Στην παρούσα εργασία ως εξαρτημένη μεταβλητή επιλέγεται αρχικά ο φυσικός λογάριθμος των σοβαρά τραυματιών σε οδικό ατύχημα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ στη συνέχεια ο φυσικός λογάριθμος του λόγου των σοβαρά τραυματιών προς τον αριθμό των θανάτων από οδικό ατύχημα (serious injuries/ fatalities) υπολογίζεται ως δείκτης σοβαρότητας ατυχημάτων. Σημειώνεται ότι αναπτύχθηκαν ξεχωριστά μοντέλα για τους δύο ορισμούς σοβαρά τραυματιών (νοσηλευόμενοι σε νοσοκομείο πάνω από 24 ώρες και MAIS3+), τα οποία και αξιολογούνται συγκριτικώς.

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές επιλέγονται το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων ως προς το σύνολο του οδικού δικτύου, την οδική κυκλοφορία σε οχηματοχιλιόμετρα, το ποσοστό των λεωφορείων στο σύνολο των καταγεγραμμένων οχημάτων, το ποσοστό των δικύκλων ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, το ποσοστό χρήσης της ζώνης ασφαλείας στα επιβατικά οχήματα, το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (Α.Ε.Π.), το ποσοστό των επιβατικών ΙΧ με μέση ηλικία άνω των 20 ετών και το ποσοστό των επιβατικών οχημάτων με δείκτη ασφαλείας EuroNcap score ίσο με πέντε αστέρια.

Στον επόμενο πίνακα, παρατίθενται τα περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση.

Πίνακας 1: *Περιγραφικά στοιχεία μεταβλητών*

Variable	Mean	St. Deviation	Max	Min
Fatalities/ million population	49.22	14.63	77.34	26.43
Serious injuries (hospitalised)/million population	418.06	255.63	873.00	86.00
Serious injuries (MAIS3+)/million population	200.94	110.99	444.00	78.00
GDP per capita (€)	38468	13957	68031	14640
Motorways/total roads (%)	2.94	4.92	21.41	0.37
Total Annual Traffic Volume (Mio Veh-km)	221921	230844	734800	13195
Pass. Cars > 20 years (%)	10.69	8.63	32.70	1.78
Buses in total vehicle fleet (%)	31.24	83.41	353.92	1.10
Motorcycles/100.000 population	0.05	0.03	0.11	0.01
Seat belt use rates (%)	75.50	25.26	99.00	11.00
Doctors/ population	35.93	7.38	50.91	23.28
NCAP score=5 stars (%)	55.61	4.77	66.60	46.20

4. Αποτελέσματα

Στο πλαίσιο της στατιστικής ανάλυσης, συσχετίστηκαν ο λογάριθμος του αριθμού των νοσηλευόμενων τραυματιών σε οδικά ατυχήματα ανά εκ. πληθυσμού και ο λογάριθμος του δείκτη σοβαρότητας ατυχήματος όπως ορίστηκε παραπάνω (ως εξαρτημένες μεταβλητές) με το ποσοστό των επιβατικών οχημάτων με δείκτη ασφαλείας EuroNcap score ίσο με πέντε αστέρια, το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων, τον λογάριθμο των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων, τον αριθμό των δικύκλων ανά πληθυσμό και το ποσοστό των λεωφορείων. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα δύο μοντέλα για τα ευρωπαϊκά κράτη.

Πίνακας 2: *Γενικά Γραμμικά Μοντέλα για τους νοσηλευόμενους τραυματίες σε οδικά ατυχήματα*

	Model 1 (Dependent variable: LN(SI/P))				**Model 2** (Dependent variable: LN(SI/F))			
Parameter	Coefficient	Wald Chi-square	Sig.	e_i*	Coefficient	Wald Chi-square	Sig.	e_i*
Intercept	8.662	37.967	0.000					
EuroNCAPscore	-0.080	23.967	0.000	-15.31	-0.040	3.920	0.048	-6.69
Motorways(%)	0.154	6.319	0.012	1.25	0.155	3.947	0.047	1.00
LN(veh-kms)	0.119	2.089	0.148	3.78	0.356	13.376	0.000	8.38
Motorcycles/population	0.225	5.840	0.016	1.00	0.301	6.086	0.014	1.29
Buses (%)	-0.756	3.239	0.072	-1.05				
(Scale)	0.144				0.248			
Likelihood ratio	22.298				13.986			
df	5				4			
p-value	0.000				0.007			

Παρατηρείται ότι και οι δύο δείκτες παρουσιάζουν:

- Μείωση με την αύξηση του ποσοστού των επιβατικών οχημάτων με EuroNCAP score ίσο με 5 αστέρια,
- Αύξηση με την αύξηση του ποσοστού αυτοκινητοδρόμων
- Αύξηση με την αύξηση των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων
- Θετική συσχέτιση με τον αριθμό των δικύκλων στην κυκλοφορία
- Μείωση με την αυξανόμενη χρήση των λεωφορείων στην κυκλοφορία

Στη συνέχεια, συσχετίστηκαν ο λογάριθμος του αριθμού των σοβαρά τραυματιών κατά MAIS3+ σε οδικά ατυχήματα ανά εκ. πληθυσμού και ο λογάριθμος του δείκτη σοβαρότητας ατυχήματος όπως ορίστηκε παραπάνω (ως εξαρτημένες μεταβλητές) με το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων, το ποσοστό των λεωφορείων, το ποσοστό των IX με ηλικία άνω των 20 ετών, τον αριθμό των γιατρών ανά τον πληθυσμό και τα ποσοστά χρήσης ζώνης ασφαλείας. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα δύο μοντέλα για τα ευρωπαϊκά κράτη.

Πίνακας 3: *Γενικά Γραμμικά Μοντέλα για τους σοβαρά τραυματίες σε οδικά ατυχήματα κατά MAIS*

	Model 1 (Dependent variable: LN(SI/P))				**Model 2** (Dependent variable: LN(SI/F))			
Parameter	Coefficient	Wald Chi-square	Sig.	e_i*	Coefficient	Wald Chi-square	Sig.	e_i*
Intercept	-7.346	2.374	0.123		-18.913	53.442	0.000	
Motorways(%)	0.036	3.091	0.127	1.00	0.046	16.863	0.000	1.00
Buses (%)	-4.458	11.808	0.003	-11.26	-4.305	37.415	0.000	-9.27
Pass. Cars > 20 years	0.088	22.206	0.079	8.27	0.092	82.561	0.000	7.32
Doctors/population	-0.045	7.980	0.000	-15.45	-0.054	39.096	0.000	-14.23
LN(GDPcap)	1.419	8.611	0.005	142.73	2.188	69.555	0.002	177.0
Seat-belt use (%)	-0.008	2.327	0.001	-5.77	-0.009	9.412	0.000	-5.05
(Scale)	0.070				0.021			
Likelihood ratio	14.721				28.300			
df	6				6			
p-value	0.023				0.000			

Παρατηρείται ότι και οι δύο δείκτες παρουσιάζουν:

- Αύξηση με την αύξηση του ποσοστού αυτοκινητοδρόμων
- Μείωση με την αυξανόμενη χρήση των λεωφορείων στην κυκλοφορία
- Θετική συσχέτιση με το ποσοστό των ΙΧ άνω των 20 ετών
- Αρνητική συσχέτιση με τον αριθμό των γιατρών ανά πληθυσμό
- Θετική συσχέτιση με το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.
- Μείωση με αυξανόμενη χρήση της ζώνης ασφαλείας

Από τα δύο ζεύγη μοντέλων που προέκυψαν για την ανάλυση της συχνότητας των σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα και της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων, παρατηρούμε ότι ανάλογα με τον τρόπο που ορίζουμε τους βαριά τραυματίες στα οδικά ατυχήματα (με βάση τους ανθρώπους που εισήχθησαν σε νοσοκομείο ή με βάση της κλίμακας ατυχημάτων MAIS3+) οι δύο αυτοί δείκτες επηρεάζονται από διαφορετικές μεταβλητές.

Και στα δύο μοντέλα υπολογίστηκαν οι ελαστικότητες (e_i), βάση των οποίων υπολογίστηκε η σχετική επιρροή των μεταβλητών ($e_i^*=e_i/e_{min}$) στην εξαρτημένη μεταβλητή. Κατ' επέκταση, όταν οι σοβαρά τραυματίες ορίζονται με βάση τον αριθμό των ατόμων που εισήχθησαν σε νοσοκομείο, μεγαλύτερη επιρροή στη συχνότητα των βαριά τραυματιών έχει το ποσοστό των επιβατικών οχημάτων με δείκτη ασφαλείας 5 αστέρια και τη μικρότερη επιρροή έχει το ποσοστό των δικύκλων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ στη σοβαρότητα των ατυχημάτων μεγαλύτερη επιρροή έχει ο όγκος της οδικής κυκλοφορίας σε επιβατοχιλιόμετρα και μικρότερη το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων στο συνολικό οδικό δίκτυο. Από την άλλη πλευρά, όταν αναλύουμε τους σοβαρά τραυματίες με βάση την κατάταξη ατυχημάτων MAIS, πρωτεύοντα ρόλο τόσο στη συχνότητα όσο και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων έχει το Α.Ε.Π, ενώ μικρότερη επιρροή έχει το ποσοστό των αυτοκινητοδρόμων στο συνολικό οδικό δίκτυο.

5. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν οι οικονομικοί, κοινωνικοί και συγκοινωνιακοί δείκτες επιρροής των σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν διαπιστώθηκε ότι η αύξηση του ποσοστού των επιβατικών οχημάτων με δείκτη ασφαλείας πέντε αστέρια (Euro Ncap Score 5 stars) σχετίζεται με μείωση τόσο των σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα όσο και της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων. Ένα επιβατικό όχημα με δείκτη ασφαλείας 5 αστέρια έχει πολύ καλό εξοπλισμό ασφαλείας, σύστημα προστασίας από οδικό ατύχημα και εγκατεστημένη τεχνολογία αποφυγής οδικού ατυχήματος. Επομένως ένα καλύτερα εξοπλισμένο και καινούριας τεχνολογίας επιβατικό όχημα, συμβάλλει στη μείωση των σοβαρά τραυματιών και της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι η αύξηση του ποσοστού των επιβατικών οχημάτων με ηλικία μεγαλύτερη από 20 έτη οδηγεί σε αύξηση τόσο στον αριθμό των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα όσο και της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων. Τα μεγάλης ηλικίας επιβατικά οχήματα, μπορούν να εμφανίσουν πολλές δυσλειτουργίες κατά την οδήγηση και δεν έχουν εξελιγμένα συστήματα ενεργητικής και παθητικής ασφαλείας με ενδεχόμενη συνέπεια να καθιστούν τον χρήστη της οδού περισσότερο εκτεθειμένο στη περίπτωση ατυχήματος.

Από την επεξεργασία του μοντέλου της συχνότητας των βαριά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα προέκυψε ότι το ποσοστό χρήσης της ζώνης ασφαλείας του συνοδηγού έχει

σημαντική επιρροή στην μείωση του αριθμού των σοβαρά τραυματιών, συμπέρασμα λογικό δεδομένου ότι η χρήση ζώνης ασφαλείας είναι ο ευκολότερος και αποτελεσματικότερος τρόπος για την αποφυγή τραυματισμού σε περίπτωση σύγκρουσης.

Το ποσοστό των λεωφορείων στο σύνολο των οχημάτων οδηγεί σε μείωση των σοβαρά τραυματιών. Τα λεωφορεία θεωρούνται ασφαλή μέσα μετακίνησης, διότι όχι μόνο διατηρούν σχετικά χαμηλές ταχύτητες αλλά και σε πολλές χώρες υπάρχουν ειδικές λεωφορειολωρίδες, με συνέπεια να μην εμπλέκονται συχνά με άλλα οχήματα.

Διαπιστώθηκε ακόμη θετική συσχέτιση του Α.Ε.Π. όχι μόνο με την αύξηση της συχνότητας των σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα αλλά και με τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Ενδεχομένως τα πιο πλούσια κράτη έχουν καλύτερη οδική υποδομή και καλύτερα οχήματα που ενδεχομένως ευνοούν τις υψηλότερες ταχύτητες και συνεπώς την αυξημένη σοβαρότητα τραυματισμού των οδηγών, επιβατών και πεζών σε περίπτωση ατυχήματος.

Επιπλέον, η ύπαρξη αυξημένου ποσοστού ιατρών ανά πληθυσμό οδηγεί σε μείωση των σοβαρά τραυματιών, ενδεχομένως λόγω της πιο αποτελεσματικής παροχής άμεσης ιατρικής περίθαλψης στους εμπλεκόμενους σε οδικό ατύχημα.

Τέλος, επιβαρυντικό ρόλο στα οδικά ατυχήματα και την σοβαρότητά τους παίζουν η αύξηση του ποσοστού των αυτοκινητοδρόμων στο σύνολο του οδικού δικτύου, πιθανώς λόγω των μεγαλύτερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται, καθώς και η αύξηση του αριθμού των δικύκλων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι δικυκλιστές είναι περισσότερο εκτεθειμένοι και ευάλωτοι σε σοβαρούς τραυματισμούς.

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη πως η εργασία αυτή επεξεργάστηκε στοιχεία μόνο ενός έτους, για το οποίο υπήρχαν διαθέσιμα συγκρίσιμα δεδομένα ανάμεσα στα κράτη-μέλη της Ε.Ε. για τους σοβαρά τραυματίες, θα είχε ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί αντίστοιχη μελέτη μετά όταν δεδομένα χρονοσειρών θα είναι διαθέσιμα, ώστε να επαληθευτεί η ισχύς των αποτελεσμάτων, αλλά και να διερευνηθούν περαιτέρω παράγοντες επιρροής.

6. Αναφορές-Βιβλιογραφία

Anbarci N., Escaleras M. & Register C. (2006). Traffic Fatalities and Public Sector Corruption. Kyklos. 59. 327-344. 10.1111/j.1467-6435.2006.00335.x.

European commission (2016). Road safety in the European Union, Brussels http://ec.europa.eu/roadsafety

European Commission (2021). Press release Road safety: 4,000 fewer people lost their lives on EU roads in 2020 as death rate falls to all-time low, Brussels.

Jacobs G. D. & Cutting C. A. (1986). "Further research on accident rates in developing countries", Accident Analysis and Prevention, 18(2), pp. 119-127.

Kopits E. & Cropper M. (2005). Traffic fatalities and economic growth. Accident Analysis and Prevention, Vol.37, pp. 169-178.

Krull K., Khattak A. & Council F. (2000). Injury Effects of Rollovers and Events Sequence in Single-Vehicle Crashes. Transportation Research Record. 1717. 46-54. 10.3141/1717-07.

Lassarre S. (2001). "Analysis of progress in road safety in ten European countries", Accident Analysis and Prevention, 33, pp. 743-751.

Manner H., & W?nsch-Ziegler L. (2013). "Analysing the severity of accidents on the German Autobahn", Accident Analysis and Prevention, 57, pp.40-48.

Nelder J.A. & Wedderburn R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General), 135(3), pp.370-384.

O'Donnell C. J. & Connor D. H. (1996). "Predicting the severity of motor vehicle accident injuries using models of ordered multiple choice", Accident Analysis and Prevension, 28 (6), pp. 739-753.

S?derlund N. & Zwi A.B.(1995). "Traffic-related mortality in industrialized and less developed countries", Bulletin of the World Health Organization, Geneva.

Shankar V. & Mannering F. (1996). "Statistical analysis of accidents severity on rural freeways", Accident Analysis and Prevention, 28(3), pp. 391-401.

World Health Organization (2018), Global status report on road safety 2018, WHO, Geneva.

Yannis G., Papadimitriou E., Folla K. (2014). Effect of GDP changes on road traffic fatalities. Safety Science, Vol.63, pp. 42-49

Yannis G., Theofilatos A., Pispiringos G. (2016). "Investigation of road accident severity per vehicle type", Proceedings of the 14th World Conference on Transport Research, Shanghai, WCTRS.