



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διπλωματική Εργασία

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  
ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ**



**Χάρη-Ανατολή Τσουκαλά**

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2021



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω τον κύριο Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση και την υποστήριξη σε όλα τα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Δημήτρη Νικολάου για την ατελείωτη βοήθεια και κατανόηση, τις πολύτιμες υποδείξεις και το ευχάριστο και επαγγελματικό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη και την πίστη που μου έχουν δείξει σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου. Η φροντίδα και η υπομονή τους είναι μόνο λίγα από τα πολλά που μας προσέφεραν για την ολοκλήρωση αυτής της πορείας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα αδέρφια μου, την Αρετή, την Έλλια, και τον Κωνσταντίνο για την αγάπη που δεν έχει όρια. Η υποστήριξή τους είναι μεγάλη, ελπίζω να τους κάνω περήφανους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αντώνη για την εμπιστοσύνη και ενθάρρυνση που μου έδειξε καθ'όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, από την αρχή.

ΗΠΑ, Οκτώβριος 2021  
Χάρη-Ανατολή Τσουκαλά



# Συγκριτική Ανάλυση Οδικής Ασφάλειας ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Χάρη-Ανατολή Τσουκαλά  
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

## Σύνοψη

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η σύγκριση του επιπέδου οδικής ασφάλειας μεταξύ των Η.Π.Α. και της Ε.Ε. Για τον σκοπό αυτό, συλλέχθηκαν στοιχεία οδικού περιβάλλοντος και κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών για την δεκαετία 2009-2019. Για την ανάλυση των δεδομένων, αναπτύχθηκαν γραμμικά μοντέλα παλινδρόμησης πολλαπλών μεταβλητών που αφορούν στα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά. Βρέθηκε ότι, όσο αυξάνεται το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο αυξάνεται ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Επίσης, η αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συσχετίζεται με τη μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. Τέλος, η μεταβλητή που επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. είναι το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκε Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis - DEA), μέσω της οποίας κατατάχθηκαν τα Κράτη/ Πολιτείες αναλόγως των επιδόσεων τους στην οδική ασφάλεια και προέκυψε ότι τα Κράτη της Ε.Ε. έχουν καλύτερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας σε σύγκριση με τις Πολιτείες των Η.Π.Α. ενδεχομένως κυρίως λόγω του μεγαλύτερου αριθμού κυκλοφορούντων οχημάτων και μικρότερου ποσοστού δημόσιων συγκοινωνιών στις Η.Π.Α.

**Λέξεις Κλειδιά:** οδήγηση, οδικό ατύχημα, Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Ευρωπαϊκή Ένωση, μοντέλα, περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων, οδικά ατυχήματα



# **Comparative Analysis of Road Safety between the European Union and the United States of America**

Charie Anatole Tsoukalas  
Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

## **Abstract**

The aim of this Diploma Thesis is to compare road safety between the United States of America and the European Union. For this purpose, data was selected pertaining to the driving conditions and socioeconomic characteristics of both the USA and the EU for the period 2009-2019. A multivariable linear regression model was developed based on the above-mentioned characteristics, the application of which demonstrated that an increase in speed limit leads to an increase in lives lost in road crashes. At the same time, an increase in GDP per capita leads effectively to a decrease in fatal accidents. Rural speed limit was found as the parameter with the greater impact among all model parameters. A benchmarking analysis was produced using the Data Envelopment Analysis method, according which all US States and EU countries were ranked in order of road safety effectiveness, demonstrating that countries of the EU have more effective (safer) road systems than those of the USA, possibly because of the higher vehicle fleet and lower public transport modal share in the US.

**Key Words:** driving, car accident, United States of America, European Union, regression models, data envelopment analysis, road fatalities

## Περίληψη

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **σύγκριση του επιπέδου οδικής ασφάλειας μεταξύ των Η.Π.Α. και της Ε.Ε.** Για τον σκοπό αυτό, συλλέχθηκαν στοιχεία οδικού περιβάλλοντος και κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών για την δεκαετία 2009-2019. Αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης από ανάλυση χρονοσειρών για την περιγραφή και πρόβλεψη των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων. Επίσης, πραγματοποιήθηκε κατάταξη των επιδόσεων των ΕΕ και ΗΠΑ ως προς την οδική ασφάλεια με βάση το έτος 2018 και με την χρήση της μεθόδου Data Envelopment Analysis (DEA).

Τα δεδομένα που αναλύθηκαν αντλήθηκαν από **πολλές βάσεις δεδομένων** όπως FARS, CARE, NHTSA, Eurostat. Δημιουργήθηκε μία ενιαία βάση δεδομένων για την ΕΕ και τις ΗΠΑ. Η βάση αφορούσε σε δείκτες ατυχημάτων, δημογραφικοί, κοινωνικοοικονομικοί, έκθεσης-κυκλοφορίας, επιδόσεων ασφαλείας.

Σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο, αναπτύχθηκαν δύο παρόμοια **μοντέλα παλινδρόμησης**. Ταυτόχρονα, εξετάστηκε η επιρροή της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στο μοντέλο. Επίσης, πραγματοποιήθηκε **Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων** (Data Envelopment Analysis - DEA), μέσω της οποίας κατατάχθηκαν τα Κράτη/ Πολιτείες αναλόγως των επιδόσεων τους στην οδική ασφάλεια

Από την παρούσα Διπλωματική Εργασία, προέκυψε μία σειρά συμπερασμάτων που δίνουν απάντηση στα αρχικά ερωτήματα.

- **Όσο αυξάνεται το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο αυξάνεται ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα** ανά εκατομμύριο κατοίκων τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. Πιθανή εξήγηση είναι ότι όσο υψηλότερο είναι το όριο ταχύτητας τόσο οι οδηγοί οδηγούν με υψηλότερες ταχύτητες και συνεπώς αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος. Επιπλέον, από την ανάλυση ελαστικότητας διαπιστώθηκε ότι το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο επηρεάζει πιο πολύ τον αριθμό θανάτων από οδικό ατύχημα στις Η.Π.Α. σε σχέση με την Ε.Ε.
- **Η αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συσχετίζεται με τη μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε..** Πρόκειται για έναν δείκτη που υποδεικνύει την οικονομική ανάπτυξη ενός κράτους και τη συνήθως συνεπαγόμενη υψηλότερη κουλτούρα οδικής ασφάλειας που συμπεριλαμβάνει καλύτερους οδηγούς, καλύτερα οχήματα και καλύτερες υποδομές. Επιπλέον, η συσχέτιση αυτή είναι σύμφωνη και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.



έχει υψηλότερη επιρροή στις μεταβολές των θανάτων στις Η.Π.Α. από ότι έχει στην ΕΕ.

- Και για τις δύο ομάδες κρατών προέκυψε ότι **η αύξηση του στόλου οχημάτων συσχετίζεται αρνητικά με τον αριθμό των νεκρών** στα οδικά ατυχήματα. Πιθανώς, η αύξηση των οχημάτων να δημιουργεί συνθήκες κορεσμού κατά τις οποίες οι οδηγοί αναγκάζονται να χαμηλώσουν την ταχύτητά τους και ως εκ τούτου τα πιθανά ατυχήματα να είναι λιγότερα και λιγότερο σοβαρά. Από την ανάλυση ευαισθησίας, η μεταβλητή του συνολικού αριθμού οχημάτων έχει περίπου την ίδια επιρροή στους θανάτους τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην ΕΕ
- Από τις σχετικές επιρροές των μεταβλητών, προέκυψε ότι **η μεταβλητή που επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. είναι το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο**. Ωστόσο, η επιρροή της μεταβλητής αυτής, είναι εμφανώς μεγαλύτερη στις Η.Π.Α. Στις Η.Π.Α. τα όρια ταχύτητας είναι υψηλότερα με περισσότερη διακύμανση ανά Πολιτεία. Στις ΗΠΑ, η αύξηση των ορίων ταχύτητας έχει επιτραπεί για να επιτευχθεί ο στόχος μείωσης του ημερήσιου χρόνου εντός οχήματος. Ωστόσο, τα αυξημένα όρια ταχύτητας αυξάνουν και την απόσταση που απαιτείται για την πέδηση του οχήματος κατά το φρενάρισμα. Επίσης, σε υψηλότερες ταχύτητες οι μικρές στροφές στο τιμόνι του οδηγού οδηγούν σε «εκτροπές» από την πορεία που ακολουθεί. Τέλος, η αύξηση της ταχύτητας αυξάνει την ορμή του οχήματος κατά την κρούση το οποίο αυξάνει την επικινδυνότητα των ατυχημάτων που προκύπτουν.
- Η κατάταξη των χωρών με βάση τα αποτελέσματα της DEA έδειξαν ότι **τα Κράτη της Ε.Ε. έχουν καλύτερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας σε σύγκριση με τις Πολιτείες των Η.Π.Α.** Πιθανή εξήγηση αποτελεί η αυξημένη κυκλοφορία και υψηλοί δείκτες έκθεσης που παρατηρείται στις Η.Π.Α. Συγκεκριμένα, στις Πολιτείες υπάρχουν περισσότερα οχήματα και ταυτόχρονα περισσότερες εκπομπές αερίων λόγω της κυκλοφορίας με αποτέλεσμα να αυξάνεται φυσικά η πιθανότητα θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.
- **Οι χώρες με τις υψηλότερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας είναι η Ιρλανδία, το Λουξεμβούργο, η Γερμανία και Σουηδία ενώ οι χώρες με τις χαμηλότερες επιδόσεις είναι η Ρουμανία, Νέο Μεξικό, Νότια Καρολίνα και το Μισσιππί.** Οι χαμηλές επιδόσεις στις δύο Πολιτείες των Η.Π.Α. οφείλονται ενδεχομένως στο χαμηλότερο ΑΕΠ και τη συνεπαγόμενη χαμηλότερη κουλτούρα οδικής ασφάλειας.



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενική Ανασκόπηση

Στη σύγχρονη εποχή, οι ετήσια μεταβολή οδικών ατυχημάτων σε ένα κράτος/σύστημα αποτελεί ένδειξη για την πρόοδο της συγκεκριμένης κοινωνίας και λειτουργεί ως σύμβολο εξέλιξης της υποστήριξης και προστασίας των πολιτών της. Οι κοινωνικές, οικονομικές, κυκλοφοριακές, και συγκοινωνιακές αλλαγές που προκύπτουν με τα χρόνια επηρεάζουν σε διαφορετικό βαθμό και με διαφορετικό τρόπο την συνολική ασφάλεια που παρέχεται στον οδηγό. Τα τελευταία χρόνια, η ολοένα αυξανόμενη ανάγκη προστασίας των οδηγών από θανατηφόρα ατυχήματα έχει φανερώσει τις διαφορές λήψης μέτρων ανάμεσα σε κράτη και σε ομάδες κρατών.

Τα οδικά ατυχήματα παραμένουν σοβαρό πρόβλημα παγκοσμίως καθώς θεωρείται από τα μεγαλύτερα αίτια θανάτου σε κάθε κράτος. Είναι κατά συνέπεια, επιτακτική η ανάγκη ελέγχου, συσχέτισης και παρακολούθησης των σοβαρών ατυχημάτων ώστε να βελτιωθούν οι συνθήκες οδικής ασφάλειας ιδιαίτερα σε σημεία με αυξημένα ποσοστά θανάτων.

Παγκοσμίως, περίπου 1.35 εκατομμύρια άτομα πεθαίνουν ως αποτέλεσμα οδικών ατυχημάτων κάθε χρόνο ενώ εκτιμάται πως χάνουν την ζωή τους ημερησίως 3,700 άτομα. Δυστυχώς, 93% των συνολικών ατυχημάτων προκύπτει στα κράτη με χαμηλό ή μεσαίο εισόδημα (Low-and-Middle-Income Countries)” ( ΑΕΠ μεταξύ \$1,026 και \$4,035). Στις ΗΠΑ, τα οδικά ατυχήματα είναι το κύριο αίτιο θανάτου σε ηλικίες οδηγών 1-54 ενώ η κοινωνικοοικονομική επίπτωση εκτιμάται πως είναι περίπου \$871 δισεκατομμύρια ετησίως.

## Traffic Deaths, 2011-2020



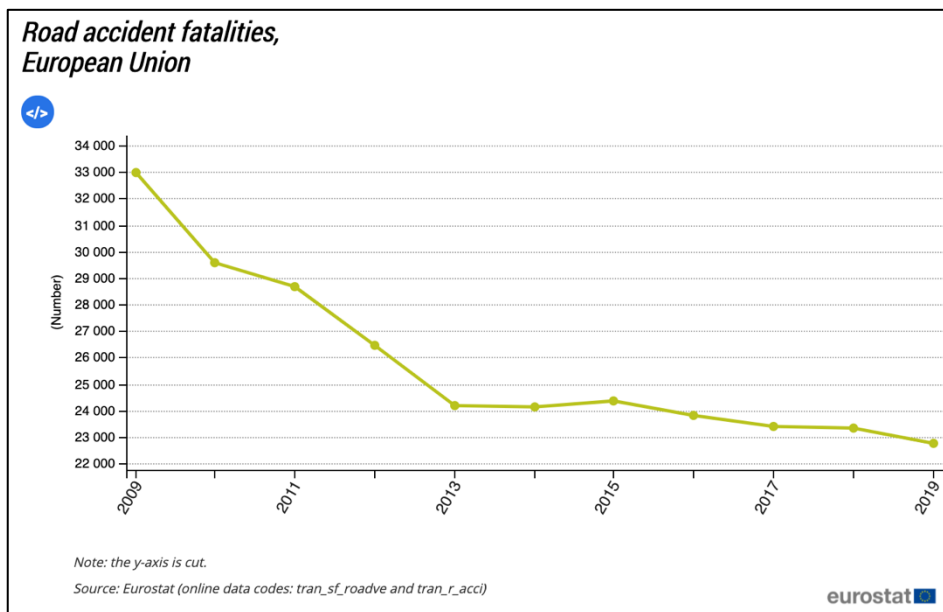
Year	Fatalities	Annual percent change	Fatality rate per 100 million vehicle miles traveled	Fatality rate per 100,000 registered vehicles
2011	32,479	-1.6%	1.10	12.25
2012	33,782	4.0	1.14	12.72
2013	32,893	-2.6	1.10	12.21
2014	32,744	-0.5	1.08	11.92
2015	35,484	8.4	1.15	12.61
2016	37,806	6.5	1.19	13.13
2017	37,473	-0.9	1.17	12.91
2018	36,835	-1.7	1.14	12.40
2019	36,096	-2.0	1.11	12.06
2020	38,680	7.2	1.37	NA

NA=Data not available.

Source: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.

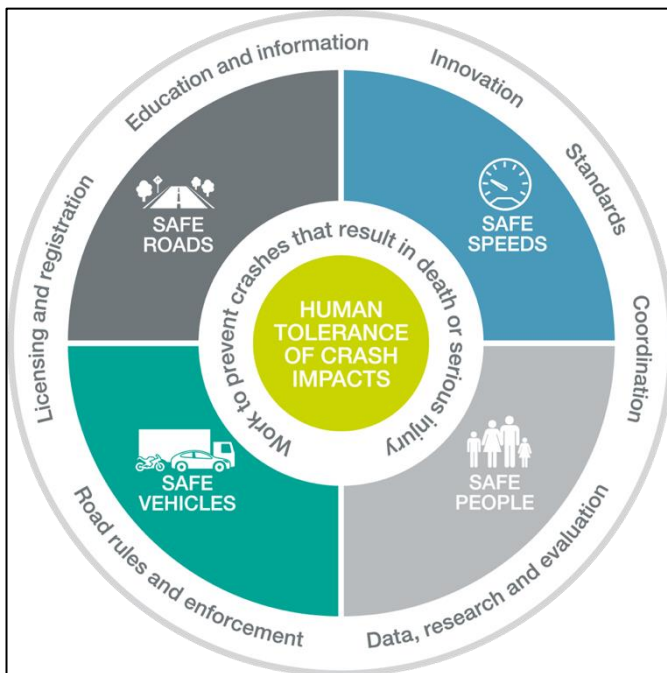
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2019 καταγράφηκαν<sup>[GY1]</sup> 42 θάνατοι ανά εκατομμύριο πληθυσμό με συνολική μείωση ατυχημάτων κατά 33% από το 2010. Ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες, το ίδιο έτος χάθηκαν συνολικά 36,096 άτομα από οδικά ατυχήματα. Το 2019, η Μασαχουσέτη είχε τον πιο χαμηλό λόγο θανάτων στα ατυχήματα ανά πληθυσμό από όλες τις Πολιτείες της Αμερικής (ανά 100 VMT) ενώ η Νότια Καρολίνα είχε τον υψηλότερο. Αντίστοιχα, στην Ευρώπη, η Ρουμανία κατέγραψε το υψηλότερο ποσοστό

## Θανάτων



Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει τεθεί ως στόχος ο μηδενισμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα έως το 2050 (Vision Zero) αναθέτοντας την ευθύνη και στις Αρχές αλλά και στην κοινωνία γενικότερα. Κατά το American Road and Transportation Builders Association, τα τελευταία τριάντα έτη, παρότι έχουν αυξηθεί τα συνολικά διανυθέντα οχηματο-χιλιόμετρα (VMT - Vehicle Miles Traveled) κατά 74%, η συνολική εξυπηρέτηση και χωρητικότητα του οδικού δικτύου των ΗΠΑ έχει αυξηθεί μόνο κατά 6%. Ωστόσο, και οι ΗΠΑ έχουν βάλει ως στόχο το Όραμα Μηδέν Θανατηφόρα

Ατυχήματα και εστιάζουν σε μεγάλο βαθμό στον εντοπισμό των επικίνδυνων θέσεων και την εξάλειψή τους.



Τα οικονομικά μεγέθη μιας χώρας έχουν σημαντική επιρροή στην οδική ασφάλεια αλλά δεν αποτελούν τους μοναδικούς παράγοντες. Κοινωνικοί και συγκοινωνιακοί δείκτες όπως το ΑΕΠ, HDI, το μήκος αυτοκινητοδρόμων, τα συνολικά επιβατοχιλιόμετρα συνδέονται και αυτά με την συνολική ασφάλεια που παρέχεται στον χρήστη μιας οδού. Ωστόσο, η απουσία συγκρίσιμων μεγεθών μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής καθιστά τη μεταξύ τους αξιολόγηση πιο απαιτητική.

## 1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **συγκριτική ανάλυση οδικής ασφάλειας ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής** κατά τη δεκαετία 2009-2019. Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει δύο επιμέρους στόχους. Αρχικώς, επιδιώκεται η εύρεση κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου ώστε να προβλεφθούν τα θανατηφόρα ατυχήματα ανά κράτος και ανά ομάδα κρατών/πολιτειών (ΕΕ-ΗΠΑ) με βάση κοινωνικοοικονομικούς, δημογραφικούς, και συγκοινωνιακούς δείκτες. Δεύτερο επιμέρους στόχο αποτελεί η συγκριτική αξιολόγηση και κατάταξη κρατών των ΗΠΑ και της ΕΕ με βάση τις επιδόσεις τους στην οδική ασφάλεια για το έτος 2019. Η αξιολόγηση αυτή πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου Data Envelopment Analysis (DEA) ώστε να ληφθούν υπόψιν πολλαπλοί παράγοντες στην κατάταξη.

Για τους σκοπούς αυτούς, αξιοποιούνται βάσεις δεδομένων με κυκλοφοριακά, οικονομικά, υγειονομικά, και κοινωνικά δεδομένα στις πολιτείες των ΗΠΑ και στις χώρες της ΕΕ. Συγκεκριμένα, αξιοποιούνται οι δείκτες, ανά έτος, για την κάθε Κράτος / Πολιτεία, αντλώντας τα δεδομένα από ηλεκτρονικές πλατφόρμες όπως εκείνες του OECD, το Fatality Analysis Reporting System (FARS) της National Highway Traffic Safety Administration των ΗΠΑ, και CARE (European Union's Road Accident Database) της Γενικής Διεύθυνσης Κινητικότητας και Μεταφορών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

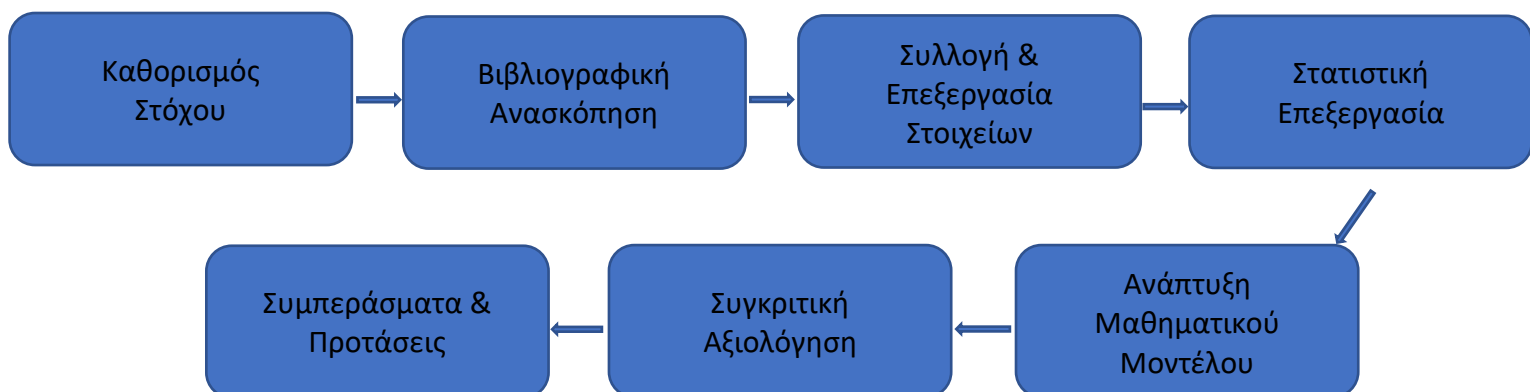
### 1.3 Μεθοδολογία

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται επιγραμματικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.

Αρχικά, καθορίστηκε ο στόχος της μελέτης ώστε να προσδιοριστεί η πορεία της Εργασίας. Στην συνέχεια ακολουθεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση αναζητήθηκαν δημοσιεύσεις με παραπλήσιο αντικείμενο ώστε να εντοπιστούν τα κρίσιμα ερωτήματα που θα επιχειρηθεί να απαντηθούν.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η συλλογή των στοιχείων και η ανάλυσή τους. Βασιζόμενοι σε διεθνείς βάσεις δεδομένων και ψηφιακές πλατφόρμες όπως προαναφέρθηκαν, αντλήθηκαν δεδομένα όπως ο πληθυσμός, το ποσοστό ανεργίας, ο Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης (HDI - Human Development Index), συνολικό μήκος αυτοκινητοδρόμων, όριο ταχύτητας εντός και εκτός αστικών περιοχών, και το κατά κεφαλήν ΑΕΠ για κάθε έτος από το διάστημα 2009-2019. Με την ανάπτυξη κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου παλινδρόμησης προκύπτουν σημαντικά αποτελέσματα για τη συγκριτική ανάλυση της οδικής ασφάλειας. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η μέθοδος Data Envelopment Analysis για την κατάταξη με βάση την τελική αποδοτικότητα του κάθε Κράτους/Πολιτείας λαμβάνοντας υπόψιν πολλαπλούς παράγοντες.

Τα παραπάνω βήματα καταλήγουν σε συγκεκριμένα συμπεράσματα καθώς και προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση. Χρησιμοποιείται το παρακάτω διάγραμμα ροής για την απεικόνιση της μεθοδολογίας.



### 1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Παρακάτω παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής Εργασίας μέσω της συνοπτικής παρουσίας κεφαλαίων που την απαρτίζουν.

Το **Κεφάλαιο 1** αποτελεί μία εισαγωγή στην παρούσα κατάσταση των ΗΠΑ και της ΕΕ ως προς τις μεταβολές οδικών ατυχημάτων την τελευταία 10ετή περίοδο. Επιπλέον, παρουσιάζεται ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε.

Το **Κεφάλαιο 2** αποτελεί την βιβλιογραφική ανασκόπηση όπου παρουσιάζονται έρευνες και μεθοδολογίες που έχουν οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα.

Το **Κεφάλαιο 3** αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο και βασίζεται στην ανάλυση στοιχείων. Συγκεκριμένα, αναφέρεται τα κριτήρια επιλογής στατιστικού μαθηματικού μοντέλου. Παράλληλα, αναφέρονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι ώστε να γίνεται κατανοητή η επιλογή κατάλληλου μοντέλου. Επιπροσθέτως, επεξηγείται το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθόδου DEA για την αξιολόγηση ασφάλειας και αποδοτικότητας των κρατών έναντι οδικών ατυχημάτων.

Στο **Κεφάλαιο 4** αναφέρεται η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των στόχων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Αρχικώς, περιγράφεται η μέθοδος συλλογής των δεδομένων. Στην συνέχεια, αναφέρεται η επεξεργασία των στοιχείων και η ανάλυσή τους μέσω λογισμικού στατιστικής ανάλυσης R και του Microsoft Excel.

Στο **Κεφάλαιο 5** αναλύεται λεπτομερώς η διαδικασία ανάλυσης χρονοσειρών που πραγματοποιήθηκε για την δημιουργία κατάλληλων μοντέλων πρόβλεψης των ατυχημάτων και την αντίστοιχη εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται τα δεδομένα εξόδου και εισόδου μαζί με τους στατιστικούς ελέγχους που έγιναν για την αποδοχή του μοντέλου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στοιχεία εισόδου/εξόδου της μεθόδου DEA μαζί με τα αποτελέσματα αποδοτικότητας σε σχετικούς πίνακες.

Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν από τα προηγούμενα κεφάλαια και πιο συγκεκριμένα από την περιγραφική ανάλυση των στοιχείων και την εξαγωγή των τελικών μοντέλων πρόβλεψης και της τελικής κατάταξης. Στο τέλος του κεφαλαίου αναφέρονται προτάσεις οι οποίες μπορούν να αξιοποιήσουν τα αποτελέσματα από αυτήν την έρευνα.

Στο **Κεφάλαιο 7** παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.

## **Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

### **2.1 Εισαγωγή**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, αναφέρονται έρευνες που αφορούν στη σύγκριση μεταξύ οδικών ατυχημάτων στις ΗΠΑ και στην ΕΕ καθώς και σχετικές έρευνες όπου χρησιμοποιείται η μέθοδος DEA για συγκριτική ανάλυση. Σε κάθε έρευνα, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε καθώς και τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών προσδιορίστηκε το ακριβές αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας και η επιλογή κατάλληλης μεθόδου για την πραγματοποίησή της.

Οι ακόλουθες έρευνες παρατίθενται με την αντίστοιχη σειρά:

- Comparing motor-vehicle crash risk of EU and US vehicles (Flannagan, Bálint, et al. 2018)
- Traffic Fatality Reductions: United States Compared with 25 Other Countries (Evans, 2014)
- When May Road Fatalities Start to Decrease? (Yannis, Antoniou, et al., 2011)
- Road Safety Risk Evaluation and Target Setting Using Data Envelopment Analysis and its Extensions (Shen, Hermans, et al., 2012)
- Benchmarking Road Safety of US States: a DEA-based Malmquist Productivity Index Approach (Egilmez, McAvoy, 2013)

### **2.2 Έρευνες και Μεθοδολογίες**

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται έρευνες που αφορούν στο αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας με στόχο τον προσδιορισμό ενός αντικειμένου το οποίο δεν έχει καλυφθεί πλήρως, συμπληρώνοντας έτσι υπάρχουσες εργασίες. Επιπλέον, επιτρέπει τον έλεγχο αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας εάν συμφωνούν με αντίστοιχα της διεθνούς βιβλιογραφίας.



Οι καθηγητές **Flannagan, Bálint** του University of Michigan, Chalmers University of Technology, και άλλοι πραγματοποίησαν έρευνα **όπου συγκρίνεται ο κίνδυνος τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στις ΗΠΑ και στην ΕΕ**. Η αρχική υπόθεση που διερευνήθηκε είναι ότι τα επιβατικά οχήματα με Ευρωπαϊκές προδιαγραφές ασφάλειας παρέχουν την ίδια ασφάλεια στους χρήστες τους σε σχέση με τα Αμερικάνικα επιβατικά οχήματα στο οδικό περιβάλλον των ΗΠΑ.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ώστε να αναλυθεί η υπόθεση ήταν η εξής:

- i. Εύρεση κατάλληλων βάσεων δεδομένων για πληροφορίες οδικών ατυχημάτων όπως η επικινδυνότητα των ατυχημάτων, η αλλαγή ταχύτητας κατά την πρόσκρουση, τραυματισμοί των επιβατών
- ii. Η εναρμόνιση μεταβλητών και προδιαγραφών των βάσεων δεδομένων ώστε να είναι συγκρίσιμα τα στατιστικά των ΗΠΑ και της ΕΕ
- iii. Η ανάπτυξη μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης για την περιγραφή κινδύνου τραυματισμού σε οχήματα των ΗΠΑ και των ΕΕ χρησιμοποιώντας τις ίδιες μεταβλητές
- iv. Η εφαρμογή μοντέλου πρόβλεψης τραυματισμών της ΕΕ στον πληθυσμό δεδομένων των ΗΠΑ

Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η National Automotive Sampling System- Crashworthiness Data System για τις ΗΠΑ, η Cooperative Crash Injury Study για το Ηνωμένο Βασίλειο, το Véhicule Occupant Infrastructure Études de la Sécurité des Usagers de la Route (VOIESUR) από την Γαλλία, το German In-Depth Accident Study (GIDAS) από την Γερμανία, και το Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Database (PENDANT) για την Ευρώπη καθώς και το Community Road Accident Database (CARE). Ταυτόχρονα μία σειρά από περιορισμοί εφαρμόστηκαν ώστε να είναι αμερόληπτη η σύγκριση μεταξύ των βάσεων δεδομένων.

Ορίστηκε επομένως το intrusion ως η επίπτωση της πρώτης σύγκρουσης κατά το ατύχημα. Έτσι κατηγοριοποιήθηκαν τα ατυχήματα αναλόγως με την διεύθυνση πρόσκρουσης, το intrusion, και ανάλογα με το είδος οδού (αστικού/υπεραστικού). Έπειτα έγινε στατιστική ανάλυση ώστε να αναπτυχθεί μοντέλο εκτίμησης επικινδυνότητας ατυχήματος με βάσει τις αναφερόμενες παραπάνω μεταβλητές.

Τα αποτελέσματα εφαρμογής των αναπτυσσόμενων μοντέλων έδειξε ότι υπάρχει συνοχή μεταξύ των δύο πληθυσμών (ΗΠΑ και ΕΕ). Αναφορικά με ατυχήματα front/side η επικινδυνότητα για τα ατυχήματα των ΕΕ εκτιμήθηκε χαμηλότερη από ότι αυτών των ΗΠΑ. Για rollover ατυχήματα, οι ΗΠΑ διέθεταν μικρότερη πιθανότητα αυξημένης επικινδυνότητας. Ωστόσο, και τα δύο αυτά αποτελέσματα ενέχουν σημαντικό επίπεδο αβεβαιότητας. Επίσης βρέθηκε ότι συνολικά πως υπάρχουν μεγαλύτερο ρίσκο σοβαρών τραυματισμών στο δείγμα της ΕΕ συγκριτικά με αυτό των

ΗΠΑ, πράγμα το οποίο ερμηνεύεται ως εξής: στο πλήθος των οδικών ατυχημάτων που μελετήθηκαν, θεωρούνται πιο επικίνδυνα τα ατυχήματα που συμβαίνουν εντός της ΕΕ.

Αντίστοιχη έρευνα πραγματοποίησε ο καθηγητής **Leonard Evans** όπου πραγματοποιείται σύγκριση με βάση την τάση μείωσης των θανάτων στα ατυχήματα στις ΗΠΑ με 25 άλλες χώρες από το 2011. Συγκριμένα ανέλυσε τρία βασικά ερωτήματα:

- Τα συμπεράσματα αντίστοιχων ερευνών της προηγούμενης δεκαετίας εξακολουθούν να αληθεύουν με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα;
- Σε προηγούμενη έρευνα του συγγραφέα (*Traffic Safety, 2004*) συγκρίθηκε ο κώδικας οδικής ασφάλειας των ΗΠΑ με το Ηνωμένο Βασίλειο, τον Καναδά, και την Αυστραλία. Διαπιστώθηκε ότι οι επιδόσεις των ΗΠΑ ως προς τα θανατηφόρα ατυχήματα ήταν αρκετά χειρότερη από τα υπόλοιπα τρία κράτη. Η σύγκριση με άλλα είκοσι δύο κράτη, επιβεβαιώνει τα ευρήματα της προηγούμενης έρευνας;

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε έχει μία διαφορά σε σχέση με προηγούμενες έρευνες καθώς χρησιμοποίησε ένα μέτρο σύγκρισης των θανάτων από ατυχήματα και όχι μόνο το πλήθος των θανάτων. Αυτό γιατί οι θάνατοι μπορεί να αυξηθούν σε μία περίοδο όπου αυξάνεται ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων ενώ αντίστοιχα μειώνονται με την εφαρμογή μέτρων προστασίας. Επομένως, προκειμένου να υπάρξει αντικειμενικό κριτήριο, εισάγεται το μέτρο *Fatalities in year Y relative to max (F<sub>y</sub>)* το οποίο ισούται με:

$$F_y = 100 * (\text{θάνατοι την χρονιά } Y) / (\text{μέγιστο πλήθος θανάτων σε μία χρονιά})$$

Τα πλεονεκτήματα που υπάρχουν με την χρήση αυτού του μέτρου αναφέρονται παρακάτω.

- i. Το μέτρο εξαρτάται αποκλειστικά από τους θανάτους και δεν απαιτείται ο συνδυασμός πολλών βάσεων δεδομένων
- ii. Το μέτρο είναι αδιάστατη παράμετρος και έτσι μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγκριση μεταξύ μικρών και μεγάλων κρατών
- iii. Σε περίπτωση που υπάρχει μεροληψία στα δεδομένα ενός κράτους, δεν παρεμποδίζεται η χρήση των δεδομένων αρκεί να είναι σταθερή η μεροληψία και αμετάβλητη σε κάθε έτος.
- iv. Δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ κρατών που βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια οδικής μηχανοποίησης

Για την έρευνα αντλήθηκαν πληροφορίες από την International Road Traffic Accident Database (IRTAD). Ορίζεται ενιαία το θανατηφόρο ατύχημα ως οποιοδήποτε ατύχημα επιφέρει θάνατο κατά τις πρώτες **30 ημέρες** από το ατύχημα. Τα συμπεράσματα της έρευνας υποδεικνύουν πως σε όλες τις χώρες μειώθηκε η συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων, ωστόσο στις ΗΠΑ μειώθηκε με μικρότερο βαθμό από ότι σε όλες τις υπόλοιπες. Επίσης, η απομείωση θανάτων που ακολούθησε τις επόμενες χρονιές μετά από την χρονιά με τους περισσότερους θανάτους ήταν μικρότερη στις ΗΠΑ παρά στις υπόλοιπες χώρες.

Μία σημαντική έρευνα που εκπονήθηκε από τους καθηγητές Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου **κ. Γιαννή, κ. Αντωνίου, κα. Παπαδημητρίου, κ. Κατσώχης εξετάζει την σχέση προσωπικού κινδύνου και ρυθμού μηχανοποίησης σε Ευρωπαϊκές χώρες τα τελευταία 45 έτη**. Επίσης, παρουσιάζονται οι τάσεις σε θανατηφόρα ατυχήματα στις χώρες των ΕΕ σε σχέση με κοινωνικοοικονομικούς και πληθυσμιακούς δείκτες μαζί με το πλήθος επιβατικών αυτοκινήτων ανά έτος (μηχανοποίηση). Ο «προσωπικός κίνδυνος» ορίζεται ως το πλήθος των θανάτων ανά 100.000 πληθυσμό. Επίσης, ο βαθμός μηχανοποίησης ορίζεται ως ο αριθμός επιβατικών οχημάτων ανά 1000 πληθυσμό.

Στην Αυστρία, Βέλγιο, Ελλάδα, Ολλανδία υπάρχει είτε στην δεκαετία του 1970 είτε στην δεκαετία του 1990 μία διακριτή μεγιστοποίηση του προσωπικού κινδύνου έπειτα από την οποία ελαττώνεται. Παρότι η μεγιστοποίηση δεν προκύπτει την ίδια στιγμή, σε όλες τις χώρες υπάρχει μικρή διασπορά ως προς τον μέγιστο προσωπικό κίνδυνο (σταθερά γύρω από 25 θανάτους ανά 100.000 πληθυσμό). Σε άλλες χώρες όπως στην Πολωνία και στην Τσεχία παρατηρήθηκαν δύο τοπικά μέγιστα στην αναπαράσταση του προσωπικού κινδύνου.

Η μεθοδολογία της έρευνας επικεντρώνεται στην εύρεση ενός μαθηματικού μοντέλου για ταυτόχρονη εκτίμηση του ακρότατου στο γράφημα «προσωπικού κινδύνου» αλλά και της κλίσης του γραφήματος πριν και μετά από το ακρότατο. Τα μοντέλα που εξετάζονται προκύπτουν από τμηματική παλινδρόμηση και βασίζονται στην έρευνα του Mueggo (2003) όπου αναλύονται οι τρόποι εύρεσης κατάλληλων μοντέλων για άγνωστα ακρότατα.

Τα σχετικά συμπεράσματα συνοψίζονται παρακάτω:

- Η κάθε χώρα είχε διαφορετική ταχύτητα αύξησης του βαθμού μηχανοποίησής του.
- Υπήρξαν κατηγορίες χωρών με στενό εύρος βαθμού μηχανοποίησης εντός του οποίο βρισκόταν το ακρότατο στο γράφημα προσωπικού κινδύνου- βαθμού μηχανοποίησης. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε παρόμοια κοινωνικά χαρακτηριστικά ή παρόμοιες στρατηγικές οδικής ασφάλειας

- Υπήρχαν διαφορές στο εύρος του ακρότατου μεταξύ υποκατηγοριών πληθυσμών εντός της ίδιας χώρας

Σημειώνεται ωστόσο ότι θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν μία σειρά από εκτιμήσεις ώστε να κριθεί η συγκρισιμότητα μεταξύ των μοντέλων. Παρατηρήθηκαν κάποιες διακυμάνσεις ως προς το πλήθος οχημάτων από το ένα έτος στο άλλο το οποίο υποδηλώνει ότι υπάρχουν συστηματικά λάθη. Επίσης, αναφέρεται ότι μπορεί να είναι σκόπιμη η κατηγοριοποίηση των οχημάτων ανά είδος και αντίστοιχα η κατηγοριοποίηση του πληθυσμού σε ομάδες ή ανά φύλλο. Έτσι μπορεί να φαίνεται πιο καθαρά η επιρροή που έχουν μεταβλητές όπως για παράδειγμα το ΑΕΠ ή ο συνολικός στόλος οχημάτων

Μία μελέτη που επίσης αφορούσε την **οδική ασφάλεια αλλά και την τοποθέτηση στόχων με την χρήση της Data Envelopment Analysis είναι αυτή των Shens, Herman, et al.** Πολλές φορές η άμεση σύγκριση θανάτων από οδικά ατυχήματα μπορεί να μην δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα γιατί συχνά δεν είναι συγκρίσιμα. Επομένως η έννοια του «ρίσκου» ή «προσωπικού κινδύνου» μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλύτερα για να συνταχθεί μία κατάταξη του overall performance. Το ρίσκο ορίζεται ως το κλάσμα μεταξύ αποτελέσματος οδικής ασφάλειας προς κάποιο μέτρο έκθεσης (πληθυσμός, πλήθος επιβατικών αυτοκινήτων). Εντός της ΕΕ το 2010 σχεδόν 31,000 άτομα χάθηκαν από οδικά ατυχήματα. Έχουν υπάρξει μέτρα ενίσχυσης της οδικής ασφάλειας μεταξύ των χωρών της ΕΕ, ωστόσο επειδή η κάθε χώρα υπόκειται σε διαφορετικές κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες, ο βαθμός βελτίωσης διαφέρει.

Για να μπορεί να γίνει συγκριτική αξιολόγηση και στόχευση ως προς την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας, απαιτείται η δημιουργία αναλυτικής μεθόδου (εργαλείο) το οποίο επιτρέπει την αξιολογη σύγκριση κρατών ενώ ταυτοχρόνως παρέχει προτάσεις βελτίωσης για χώρες με χαμηλή αποδοτικότητα. Για να προσδιοριστεί το «ρίσκο» απαιτείται να ληφθούν υπόψιν τρεις διαφορετικοί δείκτες έκθεσης: πληθυσμός, πλήθος επιβατικών αυτοκινήτων, και συνολικά επιβατοχιλιόμετρα. Αν χρησιμοποιηθεί ο κάθε δείκτης ξεχωριστά και γίνει κατάταξη με βάσει τους θανάτους ανά εκατομμύριο πληθυσμό, ανά δισεκατομμύρια επιβατοχιλιόμετρα ή ανά χίλια επιβατικά οχήματα δημιουργούνται διαφορετικές κατατάξεις αποδοτικότητας ως προς την οδική ασφάλεια για τα 27 κράτη της ΕΕ.

Εφαρμόζεται η μέθοδος Data Envelopment Analysis (DEA) ώστε να ληφθούν και οι τρεις δείκτες ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Η μέθοδος DEA αναπτύχθηκε από Charnes, Cooper, and Rhodes το 1978 ως τρόπος εμπειρικών εκτιμήσεων που λαμβάνει υπόψιν πολλαπλές μεταβλητές inputs/outputs. Σκοπός της μεθόδου αποτελεί η ανάλυση σχετικών βαθμών αποδοτικότητας των ομογενών DMU's (decision-making units) ή αλλιώς των κρατών. Η DEA βασίζεται στην εξής παραδοχή: αν μία DMU είναι

αποδίδει (output productivity) σε ένα συγκεκριμένο βαθμό με βάση συγκεκριμένα ανεξάρτητες μεταβλητές ως inputs τότε άλλες DMU's αντίστοιχης κλίμακας θα αποδώσουν το ίδιο. Έτσι, με την εύρεση των «καλύτερων» DMUs (μεγαλύτερη αποδοτικότητα) μπορεί να τεθεί μία βάση αναφορά για την κατάταξη των υπόλοιπων DMUs.

Με σκοπό την διερεύνηση θεμάτων που αφορούν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία θα παρουσιαστεί μία σύντομη επεξήγηση βασικών μοντέλων DEA. Θεωρούμε σύνολο DMUs με διαφορετικά inputs και πλήθος διαφορετικών outputs. Η σχετική αποδοτικότητα ενός DMU ορίζεται ως το κλάσμα των συνολικών σταθμισμένων outputs προς το σύνολο των σταθμισμένων inputs. Η αποδοτικότητα βρίσκεται μεγαλύτερη του μηδενός και μικρότερη του ενός. Οι βαρύτητες ενός μεταβλητή (input/output) επιλέγονται ώστε να μεγιστοποιείται η συνάρτηση αποδοτικότητας για κάθε ξεχωριστό DMU τηρώντας ταυτόχρονα την απαίτηση για αποδοτικότητα μικρότερη του μηδενός. Αν ένα DMU έχει αποδοτικότητα ίση με το ένα τότε θεωρούμε πως αυτό είναι «αποδοτικό». Σε περίπτωση που το DMU έχει αποδοτικότητα μικρότερη του ενός θεωρείται πως είναι «μη αποδοτικό».

Εφόσον τα προβλήματα αυτά είναι γραμμικά, υπάρχει δυαδικότητα και έτσι ένα πρόβλημα μεγιστοποίησης μπορεί να θεωρηθεί πρόβλημα αντίστοιχα ως πρόβλημα ελαχιστοποίησης. Στόχος επίλυσης της ανίσωσης είναι η διερεύνηση της αποδοτικότητας ενός DMU εξετάζοντας αν ο συνδυασμός των διαφορετικών inputs απομειώνει τον συνδυασμό των outputs.

Κατά την εφαρμογή των μοντέλων για την διερεύνηση της οδικής ασφάλειας των 27 κρατών της ΕΕ, έγινε προσπάθεια αναγνώρισης βασικών ορόσημο για την τοποθέτηση πρακτικών στόχων για το μέλλον. Εφαρμόστηκε η βασική μέθοδος DEA με extension για road safety (DEA-RS). Συγκεκριμένα, ως inputs χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις δείκτες έκθεσης: πληθυσμός, συνολικά επιβατοχιλιόμετρα, συνολικά επιβατικά οχήματα. Τα δεδομένα των 27 χωρών αντλήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (EC) για το έτος 2008.

Εκ πρώτης όψεως, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Μάλτα είχαν τις μέγιστες αποδοτικότητες (μονάδα). Όπως προαναφέρθηκε, κανένα DMU δεν επιτρέπεται να έχει αποδοτικότητα μεγαλύτερη της μονάδας (κανονικοποίηση) μαζί με τις παραμέτρους στάθμισης των inputs και outputs. Αν χρησιμοποιήσουμε τις βέλτιστες τιμές των παραμέτρων στάθμισης, μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τον βαθμό απόδοσης του DMU. Ωστόσο, υπάρχει και άλλο εργαλείο που χρησιμοποιείται για την κατάταξη των DMU. Για την κατηγοριοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το «Cross-Efficiency Score» για κάθε DMU το οποίο ορίζεται ως: η παραγωγικότητα (αποδοτικότητα) του DMU με διαδοχική χρήση των παραμέτρων στάθμισης των

άλλων DMUs. Το πλεονέκτημα αξιολόγησης με βάση το μέσο cross-efficiency είναι ότι προσφέρεται αξιολόγηση μεταξύ των DMUs (peer-evaluation).

Με βάση τα cross-efficiencies, η Σουηδία, το Ηνωμένο Βασίλειο, και η Ολλανδία βγήκαν πρώτες ενώ χώρες της κεντρικής Ανατολικής Ευρώπης όπως η Ρουμανία και η Βουλγαρία βγήκαν τελευταίες. Ταυτόχρονα, υπολογίστηκε για κάθε DMU η τυπική απόκλιση ως μέτρο αβεβαιότητας για την παραγωγικότητα. Η Μάλτα εμφάνισε την μεγαλύτερη τιμή τυπικής απόκλισης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν **μεγάλες διαφοροποιήσεις** μεταξύ των κρατών της ΕΕ και για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμη η συγκέντρωση των DMUs σε ομάδες (cluster analysis). Το κριτήριο κατηγοριοποίησης αφορά τους τρεις δείκτες έκθεσης που έχουν προαναφερθεί. Συνολικά προέκυψαν πέντε κατηγορίες κατά αυξανόμενη αποδοτικότητα ως εξής:

- Ομάδα 1: BG, CY, CZ, EE, EL, HU, LV, LT, RO, PL, SK
- Ομάδα 2: AT, BE, DK, PT, SI, ES
- Ομάδα 3: FI, FR, DE, IE, IT, LU
- Ομάδα 4: NL, SE, UK
- Ομάδα 5: MT

Οι χώρες της κάθε ομάδας συγκρίνονται μόνο με άλλες χώρες της ίδιας ομάδας, ή με χώρες ομάδων χειρότερης αποδοτικότητας από της ίδιας. Εφαρμόζεται εκ νέου το μοντέλο DEA-RS ανά κατηγορία και διακρίνεται σε κάθε κατηγορία ποιες είναι οι δύο χώρες με μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Έτσι, οι χώρες εντός της ίδιας ομάδας μπορούν να έχουν πλέον ρεαλιστικούς στόχους βελτίωσης οδικής ασφάλειας με βάση τις πρακτικές των καλύτερων χωρών εντός της ομάδας.

Μία ακόμα ενδιαφέρουσα μελέτη εκπονήθηκε από τους καθηγητές **Egilmez και McAnoy που αφορά στην συγκριτική αξιολόγηση οδικής ασφάλειας μεταξύ πολιτειών των ΗΠΑ με βάση μοντέλο με δείκτη Malmquist της DEA όπως είναι ο Malmquist Productivity Index (MPI)**. Στις συνήθεις εφαρμογές του ο δείκτης MPI χρησιμοποιείται για την σύγκριση παραγωγικότητας μεταξύ δύο ξεχωριστών οικονομιών ή κρατών.

Όπως έχει αναφερθεί ο σκοπός της μεθόδου DEA είναι η αξιολόγηση των “decision making efficiencies” μεταξύ των DMUs. Η έννοια του δείκτη παραγωγικότητας συνδέεται άμεσα με τις έννοιες αποδοτικότητας ως κλάσμα όπως έχει αναλυθεί ήδη. Η παραγωγικότητα σε βάθος χρόνου μετριέται με δείκτες παραγωγικότητας ώστε να φανερώνεται η τάση παραγωγικότητας κατά συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Από το 1949, υπάρχει μειωτική τάση στους θανάτους από οδικά ατυχήματα στις ΗΠΑ. Ωστόσο, αυτό δεν μπορεί από μόνο του να σταθεί ως θετική ένδειξη καθώς τα θανατηφόρα ατυχήματα εξαρτώνται από πληθώρα παραμέτρων. Οι πολιτείες των ΗΠΑ λειτουργούν υπό State Law, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η κάθε πολιτεία έχει τις δικές της στρατηγικές οργάνωσης και παίρνει ξεχωριστά μέτρα εξασφάλισης οδικής ασφάλειας. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι σε παρελθοντικές μελέτες η ανάλυση των απωλειών λόγω οδικών ατυχημάτων γινόταν σε σύγκριση με μία μόνο παράμετρο όπως συνολικά οχηματοχιλιόμετρα ή με τον πληθυσμό των οδηγών ανά πολιτεία. Ωστόσο, κρίνεται σημαντική η ανάλυση του φαινομένου με πολλαπλές αλληλοεπηρεαζόμενες μεταβλητές παρότι η επιρροή της κάθε μεταβλητής διακυμαίνεται από πολιτεία σε πολιτεία.

Η ανάλυση των δεδομένων γίνεται πρώτα με την εισαγωγή ενός δείκτη «Safety Performance Index» (SPI) το οποίο ορίζεται ως ένα μέτρο συσχετισμένο με ατυχήματα ή τραυματίες που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την καταμέτρηση ατυχημάτων ώστε να βγουν συμπεράσματα για το επίπεδο ασφαλείας και για τα αίτια του φαινομένου.

Στην συγκεκριμένη έρευνα ορίζονται τέσσερις κατηγορίες SPI οι οποίες θα προσφέρουν το πλαίσιο της συγκριτικής αξιολόγησης

1. Βαθμός οικονομικών επενδύσεων επί του οδικού συστήματος
  - a. Συνολικές δαπάνες για την ασφάλεια αυτοκινητοδρόμων
2. Βαθμός χρήσης του οδικού συστήματος
  - a. Πλήθος καταχωρημένων οχημάτων
  - b. Πληθυσμός οδηγών
  - c. Συνολικά οχηματοχιλιόμετρα
3. Βαθμός φθορών (φυσική κατάσταση) του οδικού συστήματος
  - a. Συνολικό μήκος οδικού δικτύου
  - b. Συνολική εικόνα φθορών
4. Επίπεδο προσωπικής ασφάλειας εντός του οδικού συστήματος
  - a. Χρήση ζωνών ασφαλείας

Οι αρχικές υποθέσεις των συγγραφέων αναφέρουν ότι η αύξηση οικονομικών επενδύσεων και προσωπικής ασφάλειας θα συνεπάγεται μείωση των ατυχημάτων ενώ η εκτεταμένη χρήση των οδών και η μη-διατήρηση του συστήματος θα επέφερε αύξηση στα ατυχήματα.

Η βάση δεδομένων από την οποία αντλήθηκαν πληροφορίες για τις 50 πολιτείες από το 2002 έως το 2008 ήταν η «Research and Innovative Technology Administration (RITA) of the Bureau of Transportation Statistics». Για τις πληροφορίες σχετικά με το

πλήθος των θανατηφόρων ατυχημάτων ανά έτος συγκεντρώνονται δεδομένα από την βάση του Fatality Analysis Reporting System (FARS) database του National Highway Administration.

Αρχικά, γίνεται η κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην έρευνα. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα περί φθορών μετατράπηκαν από ποιοτικά (πολύ καλή, καλή, αρκετά καλή, μέτρια, κακή) σε ποσοτικά (αριθμός 1-5 από το χειρότερο προς στο καλύτερο) προκειμένου να δημιουργηθεί ένας «δείκτης» για την εικόνα του οδικού δικτύου. Επίσης, στην βάση δεδομένων RITA συμπεριλήφθηκε και το μήκος δρόμου που βρίσκεται στην εκάστοτε κατάσταση. Έτσι, πολλαπλασιάστηκε το κάθε μήκος οδικού δικτύου επί τον αντίστοιχο βαθμό φθοράς (1-5) και προστέθηκε (total weighted road). Ο αριθμός αυτός διαιρέθηκε με το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου της πολιτείας (total graded road) και έτσι προέκυψε ένα Road Condition Score μεταξύ του μηδενός και του ενός.

Στη συνέχεια, για την δεύτερη κατηγορία παραμέτρων γίνεται ανάλυση συσχέτισης και βρίσκεται ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις υποκατηγορίες, έτσι συνδυάζονται οι παράμετροι και δημιουργούν καινούργια παράμετρο η οποία ορίζεται ως "Vehicle Miles Traveled (VMT) Intensity". Υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{VMT Intensity} = (\text{VMT}) / (\text{πλήθος κατοχυρωμένων οχημάτων} * \text{πληθυσμός οδηγών})$$

Για λόγους ευκολίας στην συσχέτιση οδικών ατυχημάτων με όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους, και επειδή σε αντίθεση με τις άλλες η παράμετρος VMT Intensity προβλέπεται να έχει αυξανόμενη επιρροή επί του αποτελέσματος επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί η αντίστροφη ποσότητα ( $\text{VMT}' = 1/\text{VMT}$ ). Επισημαίνεται επίσης ότι προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος DEA για αναλύσεις μεγιστοποίησης του output (fatality rate) αναστρέφονται επίσης ο ρυθμός παραγωγής θανάτων. Τέλος, γίνεται κανονικοποίηση διαιρώντας τα δεδομένα της κάθε κατηγορίας μεταβλητών (εισαγωγής και εξαγωγής) με τον μέσο όρο της αντίστοιχης κατηγορίας.

Ελέγχεται αρχικά ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος DEA εξετάζεται αν πληρείται το όριο των ελαχίστων DMU's. Στην συγκεκριμένη περίπτωση πληρείται καθώς DMUs (50 πολιτείες) > DMU<sub>min</sub> (30) ( $= \max(3 * (n_{input} + n_{output}) ; (n_{input} * n_{output}))$ ). Στόχος της ανάλυσης είναι η εξέταση της αποδοτικότητας των δεδομένων εισαγωγής στην ελαχιστοποίηση των θανατηφόρων ατυχημάτων. Επιλέχθηκε η εφαρμογή output-oriented DEA model ώστε να μεγιστοποιηθεί το output της ανάλυσης. Για τον λόγο αυτόν, κρίθηκε χρησιμότερος ο μετασχηματισμός του output στο εξής:

$$\mu_{it} = T / f_{it}$$



1. Ο συνολικός χρόνος σε ένα έτος (8760 ώρες) και ορίζεται με την μεταβλητή  $T$
2. Ορίζεται ως  $f_{it}$  το πλήθος των θανάτων στην κατηγορία  $i$  κατά το έτος  $t$
3. Ορίζεται ως  $\mu_{it}$  ο μέσος χρόνος μεταξύ δύο θανάτων

Έτσι, η ελαχιστοποίηση των θανάτων ισοδυναμεί με την μεγιστοποίηση του μέσου χρόνου μεταξύ δύο θανάτων. Στη συνέχεια, προκειμένου να αποκτήσουμε εικόνα της τάσης της αποδοτικότητας σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο, συμπεριλήφθηκε και το Malmquist Productivity Index.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου προέκυψαν λύνοντας τα γραμμικά μοντέλα προγραμματισμού και χρησιμοποιώντας το Malmquist Productivity Index (MPI). Υπολογίζονται τρεις «συνιστώσες» του δείκτη αυτού:

- Pure Efficiency Change (PEC)
- $PEC > 1$  αυξάνεται η αποδοτικότητα του DMU
- $PEC = 1$  παραμένει σταθερή η αποδοτικότητα του DMU
- $PEC < 1$  μειώνεται η αποδοτικότητα του DMU
- TC (technological growth)
- SEC (scale efficiency change)

Προκύπτει ότι σε 33 πολιτείες είχαν μείωση της αποδοτικότητας, 7 πολιτείες είχαν σταθερή απόδοση και 10 πολιτείες (Arkansas, Colorado, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Nebraska, New Jersey, New Mexico, και Wisconsin). Ταυτόχρονα σε 47 πολιτείες (εκτός από North Dakota, Vermont, και Wyoming) προέκυψε αύξηση της τεχνολογικής αποδοτικότητας. Τα αποτελέσματα αυτά συνδέονται άμεσα με την καλύτερη χρήση πόρων και τεχνολογιών κατά την περίοδο μελέτης 2002-2008. Περίπου 2/3 των πολιτειών παρατήρησαν positive growth όπως ορίζεται από την ελαχιστοποίηση των θανάτων.

Η ελάχιστη αύξηση αποδοτικότητας ήταν (-49%) στο New Jersey ενώ η μέγιστη αύξηση αποδοτικότητας προέκυψε στην California με (+46.4%). Η μεγαλύτερη παραγωγικότητα εμφανίζεται στην New Jersey με (+6.5%) ενώ η North Dakota εμφανίζει την μικρότερη αποδοτικότητα (-6.25%). Σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκαν μεγάλες διακυμάνσεις ως προς όλους τους δείκτες (PEC, MI, TC) το οποίο υπονοεί αστάθεια στην επίδοση των ΗΠΑ κατά την περίοδο μελέτης. Μία μικρή αύξηση παραγωγικότητας παρατηρείται το 2003-2004 ενώ βγαίνει το συμπέρασμα ότι η μεγαλύτερη επιρροή στην αύξηση αποδοτικότητας επιφέρεται από την ανάπτυξη τεχνολογίας (TC) και δεν αποδίδεται σημαντικά στην βελτίωση της αποδοτικότητας. Επίσης, παρατηρείται ότι η χρήση ζωνών ασφαλείας και η φυσική κατάσταση του οδικού συστήματος είναι τα δύο δεδομένα εισαγωγής του μοντέλου που αλλάζουν σημαντικά το output της αποδοτικότητας. Και για τις δύο αυτές κατηγορίες των SPI, η μέση διασπορά σε αποδοτικότητα είναι 80% και επομένως συμπεραίνεται ότι αυτές οι

κατηγορίες είναι οι πιο κρίσιμες στον συσχετισμό με τα θανατηφόρα ατυχήματα σε βάθος χρόνου.

## 2.3 Σύνοψη

Από την διεθνή βιβλιογραφία προκύπτουν οι εξής βασικές παρατηρήσεις:

- Η συνολική επικινδυνότητα για μετωπικές κρούσεις στις ΗΠΑ και στην ΕΕ είναι χαμηλότερη στην ΕΕ. Ωστόσο, η επικινδυνότητα που σχετίζεται με ατυχήματα ανατροπής του οχήματος είναι χαμηλότερο στις ΗΠΑ.
- Λόγω των μεγάλων διαφορών μεταξύ πολιτικών πλαισίων και κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών στις ΗΠΑ και στην ΕΕ, η μοντελοποίηση μπορεί να διαπιστώσει διαφορές και να εστιάσει σε εναλλακτικές εξηγήσεις, ωστόσο δεν είναι πάντα δυνατό να διαπιστωθεί η σχέση αιτίου-αποτελέσματος.
- Συνολικά, ο ρυθμός απωλειών μειώθηκε στις ΗΠΑ τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες. Ωστόσο, δεν μειώθηκαν με μεγαλύτερη ταχύτητα από ό,τι μειώθηκαν σε 25 άλλες χώρες.
- Ο δείκτης ιδιοκτησίας οχημάτων και προσωπικού κινδύνου είναι αρκετά σταθεροί σε όλη την ΕΕ παρά τις μικρές διακυμάνσεις. Η Ολλανδία διαθέτει βελτιωμένη εικόνα που ερμηνεύεται ως αποτέλεσμα έγκαιρων αποφάσεων υπέρ της ανθρώπινης ασφαλείας προτού μεγιστοποιηθεί ο προσωπικός κίνδυνος. Αντίθετα, στην Τσεχία, η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη δεν επέφερε βελτίωση στην οδική ασφάλεια.
- Από την ανάλυση DEA μεταξύ των 27 χωρών της ΕΕ για το 2008, η Σουηδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ολλανδία είχαν την καλύτερη απόδοση ως προς την οδική ασφάλεια. Ταυτόχρονα, οι χώρες της Κεντρικής Ευρώπης δεν προσέφεραν ασφάλεια στους χρήστες των οδών.
- Η κατάταξη των χωρών σε κατηγορίες ανάλογα με την απόδοσή τους μπορεί να είναι έναυσμα για την πολιτική να στρέψει την προσοχή της προς την ελαχιστοποίηση του χάσματος μεταξύ των πιο αποδοτικών χωρών και των λιγότερων αποδοτικών.
- Η κατηγοριοποίηση των χωρών της ΕΕ επίσης δίνει τόπο σε ρεαλιστικές συγκρίσεις και έτσι οι χώρες που βρίσκονται εντός της ίδιας ομάδας μπορούν να βελτιωθούν.
- Αποτελέσματα ερευνών που πραγματοποιούνται στις ΗΠΑ με την χρήση DEA υποδηλώνουν ότι υπάρχει αρνητική παραγωγικότητα (-0.2%) ως προς την εξάλειψη των θανατηφόρων ατυχημάτων. Αυτό μαζί με τη μείωση αποδοτικότητας κατά 2.1% και αύξηση της τεχνολογικής ανάπτυξης κατά 1.8%.
- Η ανάλυση ανά έτος φανερώνει ότι τα αποτελέσματα αποδοτικότητας στις ΗΠΑ συνδέονται άμεσα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας ενώ η μείωση των θανατηφόρων

ατυχημάτων σχετίζεται κυρίως με τη βελτίωση συγκεκριμένων κατηγοριών δεικτών επίδοσης (SPI).

- Η μείωση οδικών ατυχημάτων στις ΗΠΑ και η βελτίωση ορισμένων δεικτών δείχνει ότι η βελτίωση δεικτών είναι μεγαλύτερη από την μείωση ατυχημάτων και έτσι υπάρχει συνολικά αρνητική αποδοτικότητα. Έτσι, κάποιοι δείκτες επίδοσης που αφορούν στη χρήση ζωνών ασφαλείας ή φυσική κατάσταση οδικού δικτύου χρειάζεται να βελτιωθούν με μεγαλύτερη αποδοτικότητα.

### **3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο σύμφωνα με το οποίο πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση της εργασίας. Τα μαθηματικά πρότυπα που επιλέχθηκαν για να προκύψουν τα κατάλληλα αποτελέσματα είναι η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) που αποτελεί μία απλή χρησιμοποιούμενη μέθοδο για τις συνεχείς εξαρτημένες μεταβλητές. Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένες βασικές στατιστικές έννοιες για το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο και τα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναφέρονται οι βασικές αρχές και ιδιότητες της μεθόδου Data Envelopment Analysis (DEA) η οποία χρησιμοποιήθηκε για τη συγκριτική αξιολόγηση στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία αξιοποιούνται δεδομένα για κοινωνικοοικονομικά στοιχεία, στοιχεία έκθεσης και στοιχεία σχετικά με το οδικό δίκτυο του εκάστοτε κράτους (ΗΠΑ και ΕΕ) για το χρονικό διάστημα από 2009-2019.

#### **3.2 Μαθηματικά Πρότυπα**

##### **3.2.1 Γραμμικό Μοντέλο**

Στα περισσότερα φυσικά φαινόμενα που εξετάζουμε μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε πως αλλάζει μία μεταβλητή ή μία ομάδα μεταβλητών σε σχέση με μία – ή περισσότερες- μεταβλητές. Η ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis) διερευνά την σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών για να γίνει δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες. Το μαθηματικό μοντέλο στοχεύει στην εξέταση αν μία ανεξάρτητη μεταβλητή προκαλεί μεταβολή των εξαρτημένων μεταβλητών. Η μοντελοποίηση αποτελεί στατιστική διαδικασία που έχει ως αποτέλεσμα την διαμόρφωση εξισώσεων που περιγράφουν με ένα επίπεδο ακρίβειας την σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η απλούστερη μορφή γραμμικής παλινδρόμησης λέγεται απλή γραμμική παλινδρόμηση καθώς στην περίπτωση αυτή μελετάται η σχέση μεταξύ δύο συνεχών

μεταβλητών. Έτσι, υπάρχει μία μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή  $X_i$  η οποία προσδιορίζει την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητή  $Y_i$  μέσω μίας σχέσης με την εξής μορφή:

$$Y_i = a + b \cdot X_i + \varepsilon_i$$

Γίνεται φανερό ότι σε κάθε πρόβλημα θα πρέπει να προσδιοριστούν οι μεταβλητές των παραμέτρων  $a, b$  ώστε να γίνει αντιληπτό το μέγεθος και η φύση της παραπάνω συνάρτησης. Συγκεκριμένα αναλύονται οι όροι της συνάρτησης:

- Ο σταθερός όρος  $a$  είναι η τιμή του  $Y_i$  όταν  $x = 0$
- Ο συντελεστής  $b$  είναι η κλίση (slope) της ευθείας ή αλλιώς ο συντελεστής παλινδρόμησης και εκφράζει την μεταβολή της μεταβλητής  $Y_i$  όταν η μεταβλητή  $X_i$  μεταβληθεί κατά μία μονάδα
- Ο όρος  $\varepsilon_i$  ονομάζεται σφάλμα της παλινδρόμησης (regression error) και αποτελεί την διαφορά της τιμής  $Y_i$  από την δεσμευμένη μέση τιμή  $E(Y|X = X_i) = a + b \cdot X_i$

Υπάρχουν χαρακτηριστικά της γραμμικής παλινδρόμησης τα οποία αρμόζουν σε πληθυσμό που ακολουθεί κανονική κατανομή.

Σε περίπτωση όπου η εξαρτημένη μεταβλητή  $Y$  εξαρτάται γραμμικά από μία ή περισσότερες μεταβλητές  $X$  ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) χρησιμοποιείται η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση:

$$Y_i = a_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + \varepsilon_i$$

Η ιδιαιτερότητα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η ανάγκη εξέτασης αν οι ανεξάρτητες μεταβλητές σε συνδυασμό δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα για την ακριβή αναπαράσταση της εξαρτημένης μεταβλητής. Έτσι, απαιτείται να εξασφαλιστεί η μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών.

### 3.2.2 Data Envelopment Analysis (DEA)

Η μέθοδος DEA πρώτο εμφανίστηκε το 1978 από τους Charnes, Cooper and Rhodes. Η μέθοδος στοχεύει στην μέτρηση του βαθμού σχετικής αποτελεσματικότητας (αποδοτικότητα) των λεγόμενων Decision-Making Units (DMU's). Οι DMU είναι παρόμοιες και ομοιογενείς ομάδες των οποίων η απόδοση ως προς την παραγωγή συγκεκριμένου αποτελέσματος είναι άγνωστη. Για τον λόγο αυτό, η DEA μετασχηματίζει πολλαπλά input arguments σε πολλαπλά output arguments.

Η μέθοδος DEA επιτρέπει πολλαπλά input-output arguments χωρίς να απαιτείται να ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη κατανομή. Η αποδοτικότητα μετρείται εξετάζοντας

τις μεταβολές των input/output arguments και συγκρίνοντας τις μεταβολές μεταξύ τους. Τα μοντέλα DEA μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Input-Oriented DEA Model: ελαχιστοποιείται το input διατηρώντας σταθερά το μέτρο των output arguments
- Output-Oriented DEA Model: μεγιστοποίηση του input κρατώντας σταθερά τις τιμές των input arguments

Η DEA διαφέρει από μεθόδους στατιστικής παλινδρόμησης με την έννοια ότι δεν εξετάζει την κεντρική τάση των δεδομένων καθώς δεν προσαρμόζει μία ευθεία για την αναπαράσταση του υπό εξέταση φαινομένου. Αντιθέτως, η DEA συμπεριλαμβάνει τα δεδομένα και τα προσαρμόζει σε τμηματική γραμμική προσέγγιση. Ορίζονται παρακάτω οι βασικές έννοιες της μεθόδου:

- Πλήρης Αποδοτικότητα (ενός DMU): ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία κανένα από τα input/output arguments δεν βελτιώνονται λόγω της επιβάρυνσης ενός άλλου input/output argument
- Σχετική Αποδοτικότητα (ενός DMU): ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία η βελτίωση των inputs/outputs ενός DMU δεν επιβαρύνει τα input/output arguments του συγκεκριμένου DMU

Στην απλούστερη της μορφή η DEA θεωρεί μοντέλο με ένα  $DMU_{input}$  και ένα  $DMU_{output}$ . Ο υπολογισμός της αποδοτικότητας  $\theta_j$  γίνεται ως εξής:

$$\max \theta_j = \frac{\sum_{m=1}^M y_m^j u_m^j}{\sum_{n=1}^N x_n^j v_n^j}$$

Όπου τα inputs του DMU ( $y_m$ ) πολλαπλασιάζονται επί συντελεστές βαρύτητας ( $u_m$ ). Η αποδοτικότητα μεγιστοποιείται υπό την προϋπόθεση ότι πρέπει να είναι μεταξύ του μηδενός και του ενός και οι συντελεστές βαρύτητας μη μηδενικοί.

Τα οφέλη της μεθόδου DEA:

- Δεν απαιτείται ακριβής γνώση της συνάρτησης που σχετίζει τα inputs με τα outputs
- Λαμβάνει υπόψιν πολλαπλές μεταβλητές inputs και outputs

- Η αποτελεσματικότητα μπορεί να ληφθεί υπόψιν για κάθε μονάδα ξεχωριστά

Μειονεκτήματα της μεθόδου DEA:

- Τα αποτελέσματα της μεθόδου είναι ευαίσθητα σε αλλαγές των inputs και outputs
- Η αποδοτικότητα μπορεί να προκύψει από συγκεκριμένο συνδυασμό inputs/outputs και να μην αντιπροσωπεύει την πραγματική αποδοτικότητα
- Παρατηρείται ότι γενικώς αυξάνεται η αποδοτικότητα ενός DMU με την αύξηση των inputs

### 3.3 Διαδικασία Ανάπτυξης και Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου

Η συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη κατάλληλου μοντέλου. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές θα πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλιώς δεν είναι εφικτός ο προσδιορισμός της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Ένα μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει δύο μεταβλητές που σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους θα οδηγήσει σε προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

Μετά την διαμόρφωση του το μοντέλο αξιολογείται με κριτήρια αξιοπιστίας, ποιότητα του ελέγχου και σφάλματος της εξίσωσης.

Θα πρέπει να υπάρχει περιθώριο λογικής ερμηνείας των συντελεστών της εξίσωσης. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης.

Ο έλεγχος t-test (κριτήριο t της κατανομής student) αξιολογεί την στατιστική εμπιστοσύνη του γραμμικού μοντέλου. Με τον δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, καθορίζονται ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Για το μέγεθος δείγματος περί το 80 έχουμε  $t=1.7$  για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Εξετάζεται επίσης η ποιότητα του μοντέλου. Η ποιότητα αυτή κρίνεται από τον συντελεστή  $R^2$  που χρησιμοποιείται ως κριτήριο για την προσαρμογή των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο. Ο συντελεστής αυτός ονομάζεται coefficient of determination και εκφράζει το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που μπορεί

να προβλεφθεί από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Για μία σειρά δεδομένων με πραγματικές τιμές ( $y_1, \dots, y_n$ ) και προβλεπόμενες τιμές ( $f_1, \dots, f_n$ ). Το σφάλμα ή υπόλοιπο ορίζεται ως:

$$\epsilon_i = y_i - f_i$$

Και ο μέσος όρος των  $y$  είναι:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Το άθροισμα των σφαλμάτων θα είναι:

$$SS_{\text{res}} = \sum_i (y_i - f_i)^2 = \sum_i e_i^2$$

Το άθροισμα των αποκλίσεων των τιμών  $y_i$  από τον μέσο όρο θα είναι:

$$SS_{\text{tot}} = \sum_i (y_i - \bar{y})^2$$

Και έτσι ορίζεται ο συντελεστής  $R^2$ :

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{\text{res}}}{SS_{\text{tot}}}$$

### 3.4 Λειτουργία Λογισμικού και Έλεγχος Καταλληλότητας

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν έγινε με την χρήση λογισμικού RStudio. Αφού καταχωρήθηκαν τα δεδομένα φύλλα Microsoft Excel, μεταφέρθηκαν στο λογισμικό στο πεδίο δεδομένων και ακολουθήθηκαν οι ενέργειες που παρουσιάζονται:

1. Διαβάζεται το φύλλο Excel με συγκεντρωμένα δεδομένα με την εντολή **read\_excel**
2. Δίνεται εντολή για αναγνώριση ποσοτικών δεδομένων στο φύλλο και για απόρριψη των ποιοτικών δεδομένων [**sapply(excel\_file, is.numeric)**]

3. Διαμορφώνεται ο πίνακας συσχέτισης (Correlation Matrix)

- a. Η διαμόρφωση του πίνακα γίνεται με τον συντελεστή συσχέτισης Pearson ο οποίος ποσοτικοποιεί την γραμμική εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών και εξαρτάται από την κατανομή των δεδομένων. Συγκεκριμένα η συσχέτιση μετρείται από την παρακάτω σχέση:

$$r = \frac{Cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Όπου:

$$\begin{array}{l} \sigma_x = \sqrt{\sum(x - \bar{x})^2} \\ \sigma_y = \sqrt{\sum(y - \bar{y})^2} \end{array} \quad cov_{x,y} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N - 1}$$

Σημειώνεται ότι  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  είναι οι τυπικές αποκλίσεις των μεταβλητών και η  $cov(x,y)$  είναι η συνδιακύμανση μεταξύ των μεταβλητών

4. Εκτελείται η εντολή `lm()` η οποία μοντελοποιεί την συνεχή εξαρτημένη μεταβλητή  $Y_i$  ως συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών  $X_i$  όπως αναφέρεται σε προηγούμενο εδάφιο

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα εξής κριτήρια:

1. **Συντελεστής συσχέτισης  $R^2$**  είναι στατιστικό μέτρο για μοντέλα παλινδρόμησης που καθορίζει τον βαθμό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που οφείλεται στην ανεξάρτητη μεταβλητή και παίρνει τιμή από 0 έως 1. Επιδιώκεται ο συντελεστής να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος καθώς έτσι ερμηνεύεται ότι το μοντέλο παλινδρόμησης απεικονίζει σε υψηλό βαθμό τα δεδομένα.
2. Η τιμή **p-value** να είναι μεταξύ του μηδενός και 0.05 για όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η τιμή αυτή καθορίζει αν η σχέση παλινδρόμησης του δείγματος μπορεί να εφαρμοστεί και σε μεγαλύτερο δείγμα. Συγκεκριμένα, η τιμή p-value εξετάζει την μηδενική υπόθεση ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν έχει καμία σχέση με την εξαρτημένη. Αν δεν υπάρχει συσχέτιση δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ότι



οι μεταβολές των εξαρτημένων μεταβλητών θα επιφέρουν αλλαγή στην ανεξάρτητη. Αν  $p < 0.05$  τότε μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση.

3. **Variance Inflation Factor (VIF)** για την εξέταση της πολυσυγγραμμικότητας (multicollinearity). Η πολυσυγγραμμικότητα φανερώνει πιθανές δεσμεύσεις ή συνδέσεις μεταξύ δύο ανεξάρτητων μεταβλητών χωρίς να γίνεται αντιληπτό από τον συντελεστή συσχέτισης  $R^2$ . Η συσχέτιση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε 'υπερβολικά' αποτελέσματα (inflated). Η τιμή της VIF προκύπτει από το κλάσμα της διακύμανσης κατά την εκτίμηση κάποιας παραμέτρου σε μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης προς την διακύμανση ενός αντίστοιχου μοντέλου απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η εντολή που χρησιμοποιείται στο λογισμικό είναι **vif()** από το πακέτο car.
4. Ο **σταθερός όρος** της εξίσωσης να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος.
5. Η τιμή του **στατιστικού ελέγχου t** να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1.7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.
6. Το **επίπεδο σημαντικότητας** να είναι μικρότερο από 5%.

## 4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 4.1 Εισαγωγή

Η ολοκλήρωση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ερευνών που συνάδουν με τον στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας φέρει ως επόμενη φάση τη συλλογή και επεξεργασία των απαραίτητων στοιχείων. Τονίζεται ότι σκοπός της ανασκόπησης ήταν η απόκτηση βασικών γνώσεων επί του θέματος περί θανατηφόρων ατυχημάτων τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην ΕΕ μαζί με την αναφορά σε διαφορετικά είδη προσεγγίσεων και δημοσιεύσεις για την ερμηνεία του φαινομένου.

Το βήμα της συλλογής των δεδομένων είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς γίνεται λεπτομερής ανάλυση της διαδικασίας και δίνεται μία σαφή εικόνα για την ποιότητα και αξιοπιστία των δεδομένων. Συγκεκριμένα το παρόν κεφάλαιο απαρτίζεται από δύο ενότητες, η πρώτη αφορά στην διαδικασία συλλογής των στοιχείων ενώ η δεύτερη επικεντρώνεται στην περιγραφική στατιστική ανάλυση των εν λόγω στοιχείων και παρατίθενται διαγράμματα που προέκυψαν από την ανάλυση χρονοσειρών με τη βοήθεια λογιστικών φύλλων Microsoft Excel.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία αξιοποιούνται δεδομένα για κοινωνικοοικονομικά στοιχεία, στοιχεία έκθεσης-κυκλοφορίας, και στοιχεία σχετικά με το οδικό δίκτυο του εκάστοτε κράτους (ΗΠΑ και ΕΕ) για το χρονικό διάστημα από 2009-2019. Επιλέχθηκε επίσης να αναλυθεί η χρονική περίοδος αυτή καθώς δεν θα υπήρχε επιρροή της πανδημίας Sars-CoV-2.

### 4.2 Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιείται με στόχο να δημιουργηθούν δύο ενιαίες βάσεις για τις ΗΠΑ και για την ΕΕ. Για την αντικειμενική και πλήρη σύγκριση επιλέχθηκε να αντληθούν πληροφορίες που κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- **Δείκτες Ατυχημάτων:** συνολικός αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων ανά έτος, πλήθος τραυματιών ανά έτος, συνολικά ατυχήματα ανά έτος

- **Δημογραφικοί Δείκτες:** πληθυσμός, πληθυσμιακή πυκνότητα, συνολική έκταση χώρας, μέσες καιρικές συνθήκες
- **Κοινωνικοοικονομικοί Δείκτες:** ακαθάριστο εθνικό προϊόν, ποσοστό ανεργίας, δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης, συνολικός αριθμός διαθέσιμων νοσοκομειακών κρεβατιών, συνολικός αριθμός ιατρών
- **Δείκτες Έκθεσης-Κυκλοφορίας:** συνολικά οχηματοχιλιόμετρα, συνολικά επιβατοχιλιόμετρα, αριθμός καταχωρημένων οχημάτων, συνολικό μήκος αυτοκινητοδρόμων, κατανάλωση καυσίμου
- **Δείκτες Επιδόσεων Ασφαλείας:** χρήση ζωνών ασφαλείας, χρήση κράνων, οδήγηση με ταχύτητα άνω του ορίου, οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ

Οι μεγαλύτερες διαφορές που διαπιστώθηκαν κατά τη συλλογή δεδομένων ήταν η μεγάλη διαφορά νομοθετικού πλαισίου εντός των δύο ενώσεων. Συγκεκριμένα, οι ΗΠΑ χαρακτηρίζονται από μεγάλη αυτονομία και μεγάλη διακύμανση νόμων από την μία πολιτεία στην άλλη. Αντιθέτως, η ΕΕ έχει περισσότερο ομοιογενή χαρακτηριστικά.

Παρακάτω αναλύονται οι βάσεις δεδομένων που συνέβαλαν στην συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων. Σημειώνεται ότι αποκλείστηκαν δείκτες καθώς δεν υπήρχε σαφή αντιστοιχία ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι κοινοί παράμετροι για τις ΗΠΑ και ΕΕ αναφέρονται παρακάτω.

#### 4.2.1 Βάσεις Δεδομένων των Η.Π.Α

- **Πληθυσμός**

Για την εύρεση της εξέλιξης του πληθυσμού αντλήθηκαν πληροφορίες από την Population Reference Bureau.

STATE	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<input checked="" type="checkbox"/> UNITED STATES	318,301,008	320,635,163	322,941,311	324,985,539	326,687,501	328,239,523
<input type="checkbox"/> Alabama	4,841,799	4,852,347	4,863,525	4,874,486	4,887,681	4,903,185
<input type="checkbox"/> Alaska	736,283	737,498	741,456	739,700	735,139	731,545
<input type="checkbox"/> Arizona	6,730,413	6,829,676	6,941,072	7,044,008	7,158,024	7,278,717
<input type="checkbox"/> Arkansas	2,967,392	2,978,048	2,989,918	3,001,345	3,009,733	3,017,804
<input type="checkbox"/> California	38,596,972	38,918,045	39,167,117	39,358,497	39,461,588	39,512,223
<input type="checkbox"/> Colorado	5,350,101	5,450,623	5,539,215	5,611,885	5,691,287	5,758,736
<input type="checkbox"/> Connecticut	3,594,524	3,587,122	3,578,141	3,573,297	3,571,520	3,565,287
<input type="checkbox"/> Delaware	932,487	941,252	948,921	956,823	965,479	973,764
<input type="checkbox"/> District of Columbia	662,328	675,400	685,815	694,906	701,547	705,749
<input type="checkbox"/> Florida	19,845,911	20,209,042	20,613,477	20,963,613	21,244,317	21,477,737
<input type="checkbox"/> Georgia	10,067,278	10,178,447	10,301,890	10,410,330	10,511,131	10,617,423
<input type="checkbox"/> Hawaii	1,414,538	1,422,052	1,427,559	1,424,393	1,420,593	1,415,872
<input type="checkbox"/> Idaho	1,631,112	1,651,059	1,682,380	1,717,715	1,750,536	1,787,065
<input type="checkbox"/> Illinois	12,884,493	12,858,913	12,820,527	12,778,828	12,723,071	12,671,821





- **Συνολικό Μήκος Αυτοκινητοδρόμων**

Το συνολικό μήκος των αυτοκινητοδρόμων μπορεί να βρεθεί από το Bureau of Transportation Statistics.

State	All	Year					
State	Measure	2010	2011	2012	2013	2014	2015
California	Bridges	24,558	24,609	24,812	24,955	25,406	25,318
Colorado	Miles of public road	88,353	88,415	88,524	88,565	88,740	88,740
	Miles of freight railroad	2,688	2,667	2,662			2,452
	Bridges	8,506	8,551	8,591	8,612	8,668	8,624
Connecticut	Miles of public road	21,391	21,445	21,431	21,474	21,508	21,512
	Miles of freight railroad	364	364	364			438
	Miles of inland waterway	120	120	120	120	120	120
	Bridges	4,191	4,200	4,208	4,218	4,218	4,225
Delaware	Miles of public road	6,337	6,358	6,377	6,393	6,407	6,416
	Miles of freight railroad	227	250	250			367
	Miles of inland waterway	100	100	100	100	100	100
	Bridges	861	857	862	864	865	875
District of Columbia	Miles of public road	1,503	1,501	1,502	1,501	1,503	1,507
	Miles of freight railroad	23	23	20			23
	Miles of inland waterway	10	10	10	10	10	10
	Bridges	244	245	239	252	253	254
Florida	Miles of public road	121,702	121,759	121,829	122,088	122,391	122,659
	Miles of freight railroad	2,907	2,902	2,900			2,818
	Miles of inland waterway	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540
	Bridges	11,912	11,986	11,982	12,070	12,137	12,198
Georgia	Miles of public road	122,917	123,546	125,523	128,620	127,492	128,134
	Miles of freight railroad	4,679	4,666	4,653			4,422
	Miles of inland waterway	720	720	720	720	720	720
	Bridges	11,730	11,691	11,730	11,750	11,705	11,700

- **Συνολικός Αριθμός Καταχωρημένων Οχημάτων**

Ο συνολικός αριθμός των καταχωρημένων οχημάτων ανά έτος αντλήθηκε από την Federal Highway Association- Office of Highway Policy Information.

Highway Statistics 2016															
State Motor-Vehicle Registrations - 2016															
STATE	AUTOMOBILES			BUSES			TRUCKS			MOTORCYCLES			ALL MOTOR VEHICLES		
	PRIVATE AND COMMERCIAL (INCLUDING TAXICABS)	PUBLICLY OWNED	TOTAL	PRIVATE AND COMMERCIAL	PUBLICLY OWNED	TOTAL	PRIVATE AND COMMERCIAL	PUBLICLY OWNED	TOTAL	PRIVATE AND COMMERCIAL	PUBLICLY OWNED	TOTAL	PRIVATE AND COMMERCIAL	PUBLICLY OWNED	TOTAL
Alabama	2,239,705	44,738	2,284,443	6,107	131	6,238	3,002,931	64,986	3,067,917	108,767		108,767	5,357,510	110,791	5,468,301
Alaska (2)	178,860	4,399	183,259	7,529	590	8,119	553,730	17,557	571,287	31,942		31,942	772,061	7	779,614
Arizona	2,357,093	20,869	2,377,962	1,476	7,541	9,016	3,190,517	42,813	3,233,330	166,582		166,582	5,715,667	71,224	5,786,891
Arkansas	929,740	12,864	942,604	11,209	722	11,931	1,735,726	27,039	1,762,765	90,838		90,838	2,767,513	40,625	2,808,138
California	14,526,096	242,296	14,768,392	34,994	63,628	98,622	14,223,347	288,566	14,511,913	827,634	14,472	842,106	29,612,071	608,962	30,221,033
Colorado	1,790,622	17,155	1,807,777	5,935	6,836	12,771	3,065,910	39,291	3,105,201	190,531		190,531	5,052,998	63,343	5,116,341
Connecticut (2)	1,351,171	1,210	1,352,381	12,551	36	12,587	1,385,215	5,128	1,390,343	86,511		86,511	2,835,448	6,394	2,841,842
Delaware	445,444	1,563	447,007	3,863	425	4,288	521,373	3,014	524,387	28,158		28,158	998,838	5,002	1,003,840
Dist. of Col.	190,176	16,657	206,833	989	3,693	4,682	106,585	14,564	121,149	3,972		3,972	301,722	35,378	337,100
Florida	7,745,321	109,929	7,855,250	25,356	34,452	59,808	7,988,659	133,952	8,102,611	580,002		580,002	16,319,338	280,979	16,600,317

Printable [Excel Version](#) [33 KB]  
 Printable [PDF Version](#) [142 KB]  
 To view PDF files, you can use the [Acrobat® Reader®](#).  
 To view XLS files, you can use the [Excel Viewer](#).

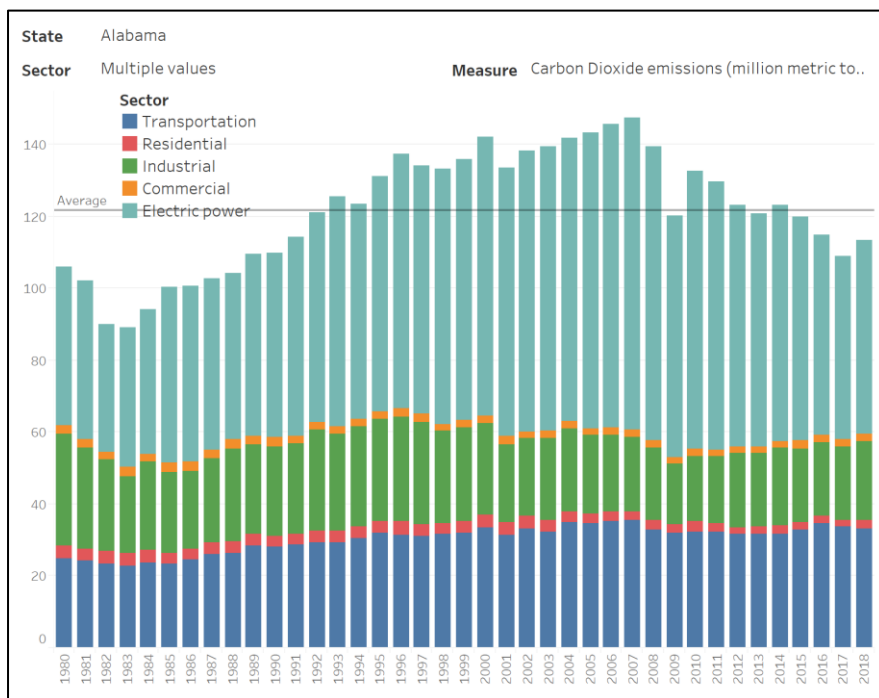
- **Θάνατοι από Οδικά Ατυχήματα**

Οι θάνατοι καταγράφονται ανά πολιτεία και ανά έτος από την National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA).

Fatalities and Fatality Rates by STATE, 1994 - 2019 - State : USA																											
SELECT REPORT CRITERIA:																											
OUTPUT OPTIONS:																											
STATE	Fatalities																										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Alabama	1,083	1,114	1,146	1,192	1,071	1,138	996	991	1,038	1,004	1,154	1,148	1,207	1,110	969	848	862	895	865	853	820	850	1,083	948	953	930	
Alaska	85	87	81	77	70	79	106	89	89	98	101	73	74	82	62	64	56	72	59	51	73	65	84	79	80	67	
Arizona	904	1,035	994	951	980	1,024	1,036	1,051	1,132	1,118	1,151	1,179	1,293	1,071	938	806	759	826	821	849	773	897	952	998	1,011	981	
Arkansas	609	631	615	660	625	604	652	611	640	640	703	654	665	649	600	596	571	551	560	498	470	550	561	525	520	505	
California	4,232	4,192	3,989	3,688	3,494	3,559	3,753	3,956	4,088	4,224	4,120	4,333	4,240	3,995	3,434	3,090	2,720	2,816	2,966	3,107	3,102	3,387	3,837	3,884	3,798	3,606	
Colorado	586	645	617	613	628	626	681	741	743	642	667	606	535	554	548	465	450	447	474	482	488	547	608	648	632	596	
Connecticut	310	317	310	339	329	301	341	318	325	298	294	278	311	296	302	224	320	221	264	286	248	270	304	281	293	249	
Delaware	112	121	116	143	115	100	123	136	124	142	134	133	148	117	121	116	101	99	114	99	124	131	119	119	111	132	
District of Columbia	69	58	62	60	54	41	48	68	47	67	43	48	37	44	34	29	24	27	15	20	23	23	27	31	31	23	
Florida	2,687	2,805	2,753	2,785	2,825	2,920	2,999	3,012	3,136	3,169	3,244	3,518	3,357	3,213	2,980	2,560	2,444	2,400	2,431	2,403	2,494	2,938	3,176	3,116	3,135	3,183	
Georgia	1,425	1,488	1,573	1,577	1,568	1,508	1,541	1,647	1,524	1,603	1,634	1,729	1,693	1,641	1,495	1,292	1,247	1,226	1,192	1,180	1,164	1,432	1,556	1,540	1,505	1,491	
Hawaii	122	130	148	131	120	98	132	140	119	133	142	140	161	138	107	109	113	100	125	102	95	93	120	107	117	108	

- **Κατανάλωση Καυσίμων και Εκπομπές CO<sub>2</sub>**

Η πηγή των δεδομένων αυτών είναι η Bureau of Transportation Statistics.



- **Χωρική Έκταση Πολιτείας**

Οι πληροφορίες αντλήθηκαν για την κάθε πολιτεία από την οργάνωση State Symbols USA.

	<b>State</b>	<b>Square Miles (Land Area)</b>
1	Alaska	570,641
2	Texas	261,914
3	California	155,973
4	Montana	145,556
5	New Mexico	121,365
6	Arizona	113,642

- **Όριο Ταχύτητας σε Επαρχιακές Οδούς**

Οι πληροφορίες βασίστηκαν στην βάση δεδομένων των Insurance Institute for Highway Safety.

<b>State</b>	<b>Rural interstates (mph)</b>	<b>Urban interstates (mph)</b>	<b>Other limited access roads (mph)</b>	<b>Other roads (mph)</b>
<b>Alabama</b>	70	65	65	65
<b>Alaska</b>	65	55	65	55
<b>Arizona</b>	75	65	65	65 trucks: 65
<b>Arkansas</b>	75 trucks: 70	65	75 trucks: 70	65
<b>California</b>	70; trucks: 55	65 trucks: 55	70 trucks: 55	65 trucks: 55
<b>Colorado</b>	75	65	65	65
<b>Connecticut</b>	65	55	65	55



## 4.2.2 Βάσεις Δεδομένων για την ΕΕ

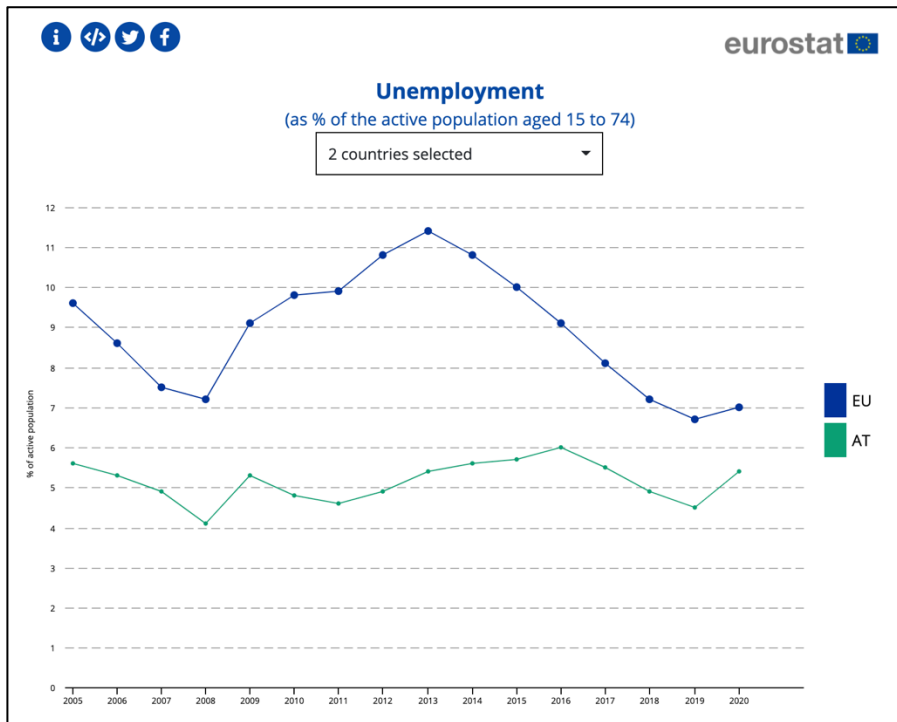
- Πληθυσμός**

Για την εύρεση των αλλαγών του πληθυσμού αντλήθηκαν πληροφορίες από την World Bank Data για κάθε χώρα ανά κάθε έτος.

Data Source	World Development Indicators																														
Last Updated Date	7/30/21																														
Country Name	Country Code	Indicator Name	Indicator Code	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973														
Aruba	ABW	Population, total	SP.POP.TOTL	54208	55434	56234	56699	57029	57357	57702	58044	58377	58734	59070	59442	59849															
Africa Eastern and Southern	AFE	Population, total	SP.POP.TOTL	130836765	134159786	137614644	141202036	144920186	148769974	152752671	156876454	161156430	165611760	170257189	175100167	180141148	1853														
Afghanistan	AFG	Population, total	SP.POP.TOTL	8996967	9169406	9351442	9543200	9744772	9956318	10174840	10399936	10637064	10893772	11173654	11475450	11791222	121														
Africa Western and Central	AFW	Population, total	SP.POP.TOTL	96396419	98407221	100506960	102691339	104953470	107289875	109701811	112195950	114781116	117468741	120269044	123184308	126218502	1293														
Angola	AGO	Population, total	SP.POP.TOTL	5459328	5531451	5606499	5679409	5734995	5770573	5781305	5774440	5771973	5805977	5890360	6041239	6248965	64														
Albania	ALB	Population, total	SP.POP.TOTL	1608800	1659800	1713139	1762621	1814135	1864791	1914573	1965598	2022272	2081695	2135479	2187853	2243126	22														
Andorra	AND	Population, total	SP.POP.TOTL	13410	14378	15379	16407	17466	18542	19646	20760	21886	23053	24275	25571	26885															
Arab World	ARB	Population, total	SP.POP.TOTL	92197715	94724540	97334438	100034191	102832792	105736428	108758634	111899335	115196161	118497193	121785630	125164720	128958743	1321														
United Arab Emirates	ARE	Population, total	SP.POP.TOTL	92417	100801	112112	125130	138049	149855	159979	169768	182620	203103	224512	277463	330968	3														
Argentina	ARG	Population, total	SP.POP.TOTL	20481781	20812770	21153042	21488916	21824427	22159644	22494031	22828972	23168268	23517613	23880564	24259164	24653172	250														
Armenia	ARM	Population, total	SP.POP.TOTL	1874119	1941498	2009524	2075584	2145004	2211316	2276038	2339133	2401142	2462938	2525067	2587716	2650484	27														
American Samoa	ASM	Population, total	SP.POP.TOTL	20127	20605	21246	22029	22850	23675	24473	25235	25980	26698	27362	27982	28564															
Antigua and Barbuda	ATG	Population, total	SP.POP.TOTL	54132	55005	55849	56701	57641	58699	59912	61240	62523	63553	64184	64354	64134															
Australia	AUS	Population, total	SP.POP.TOTL	10274477	10483000	10742000	10950000	11167000	11388000	11651000	11990000	12099000	12263000	12507000	12937000	13377000	133														
Austria	AUT	Population, total	SP.POP.TOTL	7047539	7086299	7129864	7175811	7223801	7270889	7322066	7376998	7415403	7441055	7467086	7500482	7544201	75														
Azerbaijan	AZE	Population, total	SP.POP.TOTL	3895398	4030325	4171428	4315127	4456691	4592601	4721528	4843872	4960237	5071930	5180032	5284518	5385266	54														
Burundi	BDI	Population, total	SP.POP.TOTL	2797925	2852438	2907320	2964416	3026292	3094378	3170496	3252153	3336930	3413909	3479070	3530000	3569655	36														
Belgium	BEL	Population, total	SP.POP.TOTL	9153489	9183948	9220578	9289770	9378113	9463667	9527807	9580991	9618756	9646032	9655549	9673162	9711115	97														
Benin	Ben	Population, total	SP.POP.TOTL	2431617	2465865	2502897	2542864	2585961	2632361	2682159	2735308	2791588	2850657	2912338	2976575	3043363	31														
Burkina Faso	BFA	Population, total	SP.POP.TOTL	4829289	4894580	4960328	5027811	5098891	5174874	5256360	5343025	5434046	5528172	5624592	5723378	5825174	59														
Bangladesh	BGD	Population, total	SP.POP.TOTL	48013505	49362834	50752150	52202008	53741721	55385114	57157165	59034250	60918452	62679765	64232486	65531635	66625706	676														
Bulgaria	BGR	Population, total	SP.POP.TOTL	7867374	7943118	8012946	8078145	8144340	8204168	8258057	8310226	8369603	8434172	8489574	8536395	8576200	86														
Bahrain	BHR	Population, total	SP.POP.TOTL	162429	167899	173140	178142	182888	187432	191785	196060	200652	206037	212607	220311	229151	2														
Bahamas, The	BHS	Population, total	SP.POP.TOTL	105532	115119	121092	127340	133705	140060	146381	152621	158648	164265	169376	173894	177863	1														
Bosnia and Herzegovina	BIH	Population, total	SP.POP.TOTL	3225664	3286024	3353228	3417573	3478999	3535632	3586630	3632678	3675448	3717476	3760536	3805286	3851153	3														
Belarus	BLR	Population, total	SP.POP.TOTL	8198000	8272126	8351928	8432322	8524224	8610000	8696496	8785648	8874552	8960304	9040000	9115576	9188968	92														
Belize	BLZ	Population, total	SP.POP.TOTL	92068	94700	97392	100165	103069	106120	109348	112707	116065	119269	122184	124795	127152	1														
Bermuda	BMU	Population, total	SP.POP.TOTL	44400	45500	46600	47700	48900	50100	51000	52000	53000	54000	55000	54600	54200	1														
Bolivia	BOL	Population, total	SP.POP.TOTL	3659661	3728954	3800296	3879191	3957759	4038865	4122517	4208683	4297522	4389248	4484004	4581752	4682392	47														
Brazil	BRA	Population, total	SP.POP.TOTL	72179235	74311338	76514329	78772647	81064572	83373533	85696502	88035815	90387079	92746607	95113265	97482928	99859388	1022														
Barbados	BRB	Population, total	SP.POP.TOTL	230985	231718	232623	233632	234588	235415	236084	236661	237241	237836	238895	240093	241523	1														
Brunei Darussalam	BRN	Population, total	SP.POP.TOTL	81707	85560	89484	93540	97819	102390	107274	112446	117897	123596	129530	135672	142015	1														
Bhutan	BTN	Population, total	SP.POP.TOTL	223284	228849	234552	240529	246961	253993	261664	269944	278731	287886	297307	306957	316822	3														
Botswana	BWA	Population, total	SP.POP.TOTL	502733	512688	523777	535692	547870	559996	571957	584098	596466	611297	627214	645350	667096	4														
Central African Republic	CAF	Population, total	SP.POP.TOTL	1501668	1526057	1551008	1579375	1608618	1639706	1673019	1708306	1744198	1788780	1811157	1840517	1867786	18														
Canada	CAN	Population, total	SP.POP.TOTL	17909009	18271000	18614000	18964000	19325000	19678000	20048000	20412000	20744000	21028000	21324000	21602002	2218463	224														
Central Europe and the Baltics	CEB	Population, total	SP.POP.TOTL	91401764	92232738	93009498	93840016	94715795	95440988	96146336	97043270	97884022	98606630	99334548	99635258	100357161	1011														
Switzerland	CHE	Population, total	SP.POP.TOTL	5327827	5434294	5537815	56394247	5739228	5836472	5918002	5991785	6067714	6136387	6180877	62113399	6260956	63														

- Ποσοστό Ανεργίας**

Το ποσοστό ανεργίας ανά πολιτεία ανά έτος αντλήθηκε από την Eurostat.



- Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ανά χώρα)**

Τα στοιχεία για το ΑΕΠ αντλούνται από το World Bank Data.

Data Source		World Development Indicators															
Last Updated Date		7/30/21															
Country Name	Country Code	Indicator Name	Indicator Code	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	
Aruba	ABW	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Africa Eastern and Southern	AFE	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	19291929320	19701861088	21470351753	25704995452	23501645213	26781169144	29120191779	30140087527	32841005863	37702959878	40271576262	44427893671	48248522033	
Afghanistan	AFG	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	53777811.1	548888895.6	546666677.8	751111191.1	800000044.4	1006666638	1399999967	1673333418	1373333367	1408888922	1748888922	1831108971	1595555476	
Africa Western and Central	AFW	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Angola	AGO	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	10407321640	11131302981	11946843969	12680220415	13842621612	14866816737	15837474343	14430648807	14884699923	16887028428	23511477700	20838908163	25272340678	
Albania	ALB	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Andorra	AND	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Arab World	ARB	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
United Arab Emirates	ARE	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Argentina	ARG	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Armenia	ARM	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
American Samoa	ASM	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Antigua and Barbuda	ATG	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Australia	AUS	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	18577668272	19652816665	19892485161	21507447643	23764139321	25936835032	27268451114	30397580916	32665472057	36628961810	41271138985	45149512823	51967289720	
Austria	AUT	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	6592693841	7311749633	7756110210	8374175258	9169983886	9994070616	10887682273	11579431669	12440625313	13582798556	15373005557	17858486067	22059612477	
Azerbaijan	AZE	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Burundi	BDI	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	195999990	202999992	213500006	232749998	260750008	158994963	165444571.4	178297142.9	183200000	190205714.3	242732571.4	252842285.7	246804571.4	
Belgium	BEL	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	11658722591	12400145222	13264015675	14260017387	15960106681	17371457608	18651883472	19992040788	21376353113	23710735895	26706196047	29821661870	37209418019	
Benin	BEN	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	226195579.4	235668222.4	236434906.8	253927646.5	269818988.3	289908720.6	302925280.8	30622000.4	326323097.4	330748211.5	333627758.2	335072975.2	410331901	
Burkina Faso	BFA	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	330442817.2	350247237.1	379567023.3	394040588.3	410321618.2	422916848.4	433889831.6	450753993.2	460442678.2	478298597.6	458404330.1	482411103.8	578955584	
Bangladesh	BGD	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	4274893913	4817580184	5081413340	5319458351	5386054619	5906636557	6439687598	7253575399	7483685474	8471006101	8992721809	8751842840	6288245867	
Bulgaria	BGR	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Bahrain	BHR	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Bahamas, The	BHS	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	169803921.6	190098039.2	212254902	237745098	266666666.7	300392156.9	340000000	390196078.4	444901960.8	528137254.9	538423153.7	573400000	590900000	
Bosnia and Herzegovina	BIH	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Belarus	BLR	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD														
Belize	BLZ	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	28071888.56	29964370.71	31856922.86	33749405.01	36193826.12	40069930.07	44405594.41	47379310.34	44910179.64	47305389.22	53233532.93	59207317.07	66062500	
Bermuda	BMU	GDP (current US\$)	NY.GDP.MKTP.CD	84466654.08	89249986.7	94149985.97	96366652.3	107566505.6	114339049	134173373.8	155102584.6	150000000	164900000	186300000	211100000	235400000	

- Μέσο Εισόδημα ανά Νοικοκυριό**

Πληροφορίες αντλήθηκαν από την Eurostat.

Mean and median income by household type - EU-SILC and ECHP surveys											
Last update: 02-09-2021											
Table Customization <a href="#">show</a>											
TIME		GEO									
Income and living conditions indicator		Unit of measure									
Median equivalised net income		Euro									
TIME		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
European Union (EU6-1958, EA12-1999, EA12-2013)		14,981 <sup>(e)</sup>	15,469 <sup>(e)</sup>	15,448 <sup>(e)</sup>	15,805 <sup>(e)</sup>	16,163 <sup>(e)</sup>	16,560 <sup>(e)</sup>	16,924 <sup>(e)</sup>	17,461 <sup>(e)</sup>	17,858 <sup>(e)</sup>	:
European Union - 27 countries		14,674 <sup>(e)</sup>	14,937 <sup>(e)</sup>	14,977 <sup>(e)</sup>	15,114 <sup>(e)</sup>	15,445 <sup>(e)</sup>	15,880 <sup>(e)</sup>	16,314 <sup>(e)</sup>	16,856 <sup>(e)</sup>	17,366 <sup>(e)</sup>	:
European Union - 28 countries		14,981	15,469	15,448	15,805	16,163	16,560	16,924	17,461	17,858 <sup>(e)</sup>	:
European Union - 27 countries		15,062	15,556	15,538	15,896	16,253	16,651	17,013	17,550	17,460 <sup>(e)</sup>	:
European Union - 15 countries		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Euro area (EA11-1999, EA12-1999, EA12-2013)		17,220 <sup>(e)</sup>	17,477 <sup>(e)</sup>	17,451 <sup>(e)</sup>	17,495 <sup>(e)</sup>	17,745 <sup>(e)</sup>	18,230 <sup>(e)</sup>	18,698 <sup>(e)</sup>	19,212 <sup>(e)</sup>	19,728 <sup>(e)</sup>	:
Euro area - 19 countries (from 2011)		17,017	17,279	17,260	17,383	17,745	18,230	18,698	19,212	19,728	:
Euro area - 18 countries (2011-2020)		17,139	17,397	17,374	17,495	17,856	18,340	18,806	19,317	19,830	:
Belgium		19,950	20,280	21,501	21,698	21,690	22,293	22,730	23,667	24,608 <sup>(e)</sup>	25,639 <sup>(e)</sup>
Bulgaria		2,911	2,859	2,924	3,320	3,332	3,147 <sup>(e)</sup>	3,588	3,585	4,224	4,614
Czechia		7,451	7,791	7,694	7,622	7,423	7,838	8,282	9,088	9,995	:
Denmark		26,944 <sup>(e)</sup>	27,184	27,434	27,861	28,364	28,659	29,383	30,097	30,717	30,681 <sup>(e)</sup>
Germany (until 1990 former GDR)		19,043	19,592	19,545	19,712	20,644	21,263	21,906	22,647	23,504	:
Estonia		5,603	5,985	6,583	7,210 <sup>(e)</sup>	7,882	8,647	9,389	10,521	11,458	12,213
Ireland		19,726	19,664	19,856	20,171	21,629	22,544	22,879	24,920	25,528	:
Greece		10,985	9,460	8,377	7,680	7,527	7,504	7,611	7,875	8,200	8,777
Spain		13,929	13,864	13,523	13,269	13,522	13,685	14,207	14,785	15,015	16,043
France		20,005	20,605	20,915	21,206	21,415	21,720	21,965	22,261	22,583	:
Croatia		5,579	5,377	5,078	5,225	5,453	5,726	6,210	6,659	7,306	7,892 <sup>(e)</sup>
Italy		15,971	15,979	15,733	15,759	15,846	16,247	16,542	16,844	17,165	:
Cyprus		16,990	16,927	15,873	14,400	13,793	14,020	14,497	15,336	16,215	16,704
Latvia		4,195	4,459	4,663	5,210	5,840	6,374	6,607	7,322	8,169	:
Lithuania		3,857	4,337	4,698	4,821	5,180	5,644	6,135	6,895	7,585	:
Luxembourg		32,538	32,779	33,301	34,320	35,270	32,841 <sup>(e)</sup>	36,321	34,499	36,367	:
Hungary		4,493	4,696	4,449	4,512	4,567	4,722	4,993	5,444	6,822	6,494

- Human Development Index (HDI)

Ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI) βασίζεται σε πληροφορίες από την Rafael Del Pino Foundation.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
Argentina	1870	1880	1890	1900	1913	1925	1929	1933	1938	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2007	2010	
Bahamas, The	0.124	0.131	0.149	0.151	0.188	0.238	0.250	0.230	0.241	0.277	0.240	0.338	0.364	0.254	0.374	0.239	0.456	0.453	0.479	0.493	0.514	0.517	0.524	
Bahamas, The										0.304	0.348	0.387	0.400	0.409	0.403	0.434	0.466	0.488	0.507	0.543	0.574	0.581	0.605	
Barbados										0.252	0.312	0.347	0.370	0.433	0.446	0.470	0.480	0.510	0.512	0.525	0.549	0.545	0.562	
Belize										0.271	0.307	0.321	0.341	0.342	0.359	0.386	0.400	0.437	0.472	0.512	0.547	0.574	0.579	
Bolivia	0.041	0.054	0.060	0.068	0.089	0.109	0.114	0.114	0.117	0.134	0.144	0.153	0.127	0.128	0.121	0.152	0.282	0.329	0.356	0.374	0.388	0.376	0.390	
Brazil	0.061	0.064	0.065	0.073	0.084	0.094	0.099	0.096	0.094	0.188	0.204	0.219	0.166	0.177	0.191	0.239	0.292	0.413	0.430	0.457	0.481	0.482	0.500	
Brazil	0.081	0.086	0.106	0.119	0.136	0.140	0.145	0.192	0.209	0.274	0.276	0.311	0.336	0.357	0.211	0.238	0.268	0.498	0.562	0.599	0.624	0.604	0.635	
Brazil	0.064	0.073	0.075	0.069	0.102	0.130	0.137	0.145	0.154	0.142	0.172	0.232	0.243	0.256	0.284	0.297	0.323	0.328	0.377	0.390	0.381	0.399	0.429	
Costa Rica					0.134	0.156	0.161	0.170	0.183	0.256	0.297	0.309	0.331	0.340	0.378	0.411	0.435	0.462	0.487	0.508	0.546	0.560	0.574	
Cuba	0.062	0.068	0.082	0.091	0.134	0.160	0.158	0.160	0.183	0.245	0.208	0.166	0.161	0.170	0.186	0.203	0.217	0.228	0.243	0.263	0.281	0.285	0.319	
Dominican R.										0.096	0.105	0.116	0.161	0.173	0.184	0.262	0.279	0.284	0.295	0.358	0.368	0.380	0.382	
Ecuador	0.046	0.059	0.068	0.084	0.087	0.091	0.099	0.107	0.099	0.183	0.197	0.213	0.170	0.196	0.188	0.344	0.359	0.396	0.408	0.428	0.451	0.431	0.420	
El Salvador										0.075	0.080	0.082	0.071	0.076	0.110	0.122	0.125	0.143	0.150	0.148	0.141	0.180	0.211	0.297
Guatemala										0.059	0.064	0.065	0.072	0.147	0.108	0.119	0.115	0.196	0.142	0.154	0.158	0.242	0.263	0.308
Guatemala										0.200	0.205	0.234	0.243	0.255	0.256	0.260	0.262	0.282	0.321	0.348	0.364	0.364	0.379	
Guatemala										0.080	0.100	0.080	0.083	0.088	0.097	0.106	0.114	0.147	0.199	0.216	0.169	0.238	0.220	
Haiti										0.123	0.116	0.127	0.132	0.146	0.151	0.174	0.243	0.266	0.288	0.311	0.324	0.325	0.305	
Honduras						0.079	0.085	0.090	0.086	0.088	0.088	0.088	0.088	0.123	0.116	0.127	0.132	0.146	0.151	0.174	0.243	0.266	0.288	
Honduras										0.203	0.253	0.300	0.330	0.343	0.358	0.376	0.392	0.419	0.438	0.453	0.467	0.489	0.483	
Jamaica	0.064	0.072	0.095	0.113	0.123	0.133	0.142	0.110	0.157	0.203	0.253	0.300	0.330	0.343	0.358	0.376	0.392	0.419	0.438	0.453	0.467	0.489	0.483	
Malta	0.055	0.056	0.062	0.061	0.066	0.100	0.094	0.099	0.114	0.149	0.174	0.185	0.198	0.212	0.230	0.257	0.285	0.324	0.378	0.445	0.482	0.466	0.477	
Malta										0.091	0.102	0.111	0.122	0.129	0.143	0.179	0.223	0.290	0.334	0.336	0.382	0.304	0.326	
Malta										0.202	0.221	0.246	0.253	0.212	0.229	0.250	0.282	0.372	0.468	0.485	0.501	0.513	0.521	
Malta										0.158	0.149	0.142	0.165	0.168	0.178	0.193	0.201	0.302	0.355	0.364	0.393	0.395	0.420	
Malta										0.113	0.131	0.205	0.239	0.151	0.169	0.221	0.341	0.349	0.278	0.327	0.482	0.483	0.484	
Malta					0.075	0.085	0.093	0.092	0.099	0.113	0.131	0.205	0.239	0.151	0.169	0.221	0.341	0.349	0.278	0.327	0.482	0.483	0.484	
Malta										0.228	0.279	0.311	0.319	0.360	0.380	0.392	0.402	0.436	0.448	0.473	0.487	0.486	0.496	
Malta										0.185	0.224	0.245	0.259	0.298	0.317	0.347	0.374	0.417	0.426	0.443	0.465	0.469	0.476	
Malta										0.215	0.257	0.302	0.312	0.353	0.368	0.389	0.403	0.437	0.443	0.462	0.475	0.476	0.486	
Malta										0.262	0.277	0.290	0.300	0.315	0.354	0.274	0.291	0.295	0.403	0.407	0.414	0.419	0.425	
Malta										0.282	0.299	0.347	0.380	0.402	0.416	0.451	0.461	0.482	0.487	0.498	0.505	0.503	0.525	
Malta										0.387	0.387	0.393	0.396	0.387	0.219	0.237	0.411	0.491	0.508	0.533	0.540	0.541	0.571	
Malta										0.056	0.060	0.071	0.064	0.070	0.077	0.074	0.075	0.117	0.150	0.160	0.308	0.318	0.363	
Malta										0.032	0.029	0.030	0.032	0.055	0.076	0.083	0.092	0.092	0.127	0.134	0.145	0.154	0.175	
Malta										0.150	0.156	0.174	0.197	0.228	0.307	0.333	0.235	0.220	0.342	0.429	0.458	0.478	0.501	
Malta										0.219	0.233	0.245	0.269	0.298	0.316	0.322	0.324	0.337	0.404	0.421	0.438	0.475	0.490	
Malta										0.093	0.123	0.118	0.147	0.173	0.174	0.185	0.201	0.181	0.183	0.202	0.226	0.242	0.250	
Malta										0.123	0.135	0.144	0.143	0.151	0.208	0.211	0.269	0.338	0.350	0.383	0.420	0.460	0.493	
Malta										0.154	0.159	0.169	0.188	0.214	0.318	0.337	0.340	0.349	0.206	0.218	0.255	0.269	0.253	
Malta										0.236	0.237	0.249	0.276	0.347	0.399	0.408	0.429	0.484	0.511	0.535	0.547	0.579	0.598	
Malta										0.124	0.122	0.137	0.136	0.196	0.258	0.264	0.283	0.313	0.398	0.422	0.443	0.458	0.483	
Malta										0.177	0.243	0.259	0.277	0.323	0.342	0.346	0.355	0.366	0.442	0.446	0.478	0.501	0.548	
Malta										0.184	0.195	0.217	0.239	0.265	0.345	0.360	0.245	0.167	0.459	0.466	0.515	0.554	0.578	
Malta										0.110	0.130	0.139	0.157	0.172	0.190	0.216	0.224	0.159	0.266	0.312	0.327	0.351	0.248	
Malta										0.129	0.138	0.153	0.176	0.195	0.221	0.238	0.238	0.254	0.211	0.234	0.250	0.273	0.284	
Malta										0.395	0.423	0.444	0.459	0.477	0.511	0.547	0.570	0.598	0.620	0.681	0.713	0.684	0.717	
Malta	0.181	0.206	0.230	0.252	0.290	0.341	0.348	0.361	0.364	0.399	0.423	0.444	0.462	0.479	0.495	0.509	0.531	0.556	0.581	0.610	0.651	0.693	0.671	

- Διαθέσιμα Νοσοκομειακά Κρεβάτια

Αντλήθηκαν πληροφορίες από την European Health Information Getaway.

COUNTRY_REGION	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
ALB	399.87	401.34	383.14	301.71	319.22	314.32	304.81	305.19	302.57	326.33	325.52	314.09	306.63	300.74	308.29	312.24	309.46		300.77	298.93	260.49	288.43	288.75		
AND																			253.91						
ARM	852.93	836.77	884.92	866.86	880.62	827.78	787.43	780.53	729.37	644.43	502.5	434.75	442.44	443.65	446.09	441.97	406.82	382.12	372.04	373.46	374.36	404.			

- **Συνολικό Μήκος Αυτοκινητόδρομων**

Το συνολικό μήκος των αυτοκινητόδρομων μπορεί να βρεθεί από την Eurostat

Length of motorways and e-roads (online data code: ROAD_IF_MOTORWA)		Settings: Default presentation						
Source of data: Eurostat								
Table								
IT	TIME	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
GEO	€							
Belgium		1 763	:	:	:	:	:	:
Bulgaria		437	458	541	605	610	734	734
Czechia		734	745	751	776	776	1 222,661 (d)	
Denmark		:	:	:	1 216	1 232	1 237	1 255
Germany (until 1990 former territory of the FRG)		12 819	12 845	12 879	12 917	12 949	12 993	12 996
Estonia		115	115 (d)	124 (d)	140 (d)	141	147	145
Ireland		900,27	900	900	897 (d)	897	916	916
Greece		:	:	:	:	:	:	:
Spain		14 262 (d)	14 531 (d)	14 781 (d)	14 981 (d)	15 049 (d)	15 336 (d)	15 444
France		11 392	11 413	11 413	11 552	11 560	11 599	11 612
Croatia		1 244 (d)	1 254	1 254	1 289	1 290	1 310	1 310
Italy		6 668	6 668	6 726	6 751	6 844	6 943	6 943
Cyprus		257	257	257	257	257	257 (d)	257 (d)
Latvia		0	0	0	0	0	0	0
Lithuania		309	309	309	309	309	309	314
Luxembourg		152	152	152	152	152	161	161
Hungary		1 477	1 515,5	1 515,1	1 767	1 782	1 884	1 924
Malta		:	:	:	:	:	:	:
Netherlands		2 646	2 651	2 650	2 666	2 678	2 730	2 756
Austria		1 719	1 719	1 719	1 719	1 719	1 719	1 719
Poland		857	1 076	1 365	1 482	1 556	1 559	1 637 (d)
Portugal		2 737 (d)	2 737 (d)	2 988 (d)	3 035 (d)	3 065 (d)	3 065 (d)	3 065 (d)
Romania		332	350	550	644	683	747	747
Slovenia		768	768	769	607 (d)	607 (d)	610 (d)	610 (d)
Slovakia		415,7	419,2	419,2	420	420	463	463


- **Συνολικός Αριθμός Καταχωρημένων Οχημάτων**

Οι πληροφορίες σχετικά με τον συνολικό αριθμό οχημάτων αντλήθηκαν από την ACEA Report.

VEHICLES IN USE: EUROPEAN UNION, EFTA, EUROPE <sup>1</sup>						
Passenger cars						
	2014	2015	2016	2017	2018	%change 18/17
Austria	4,694,921	4,748,048	4,821,557	4,898,578	4,978,852	1.6
Belgium	5,511,080	5,587,415	5,669,764	5,735,280	5,782,685	0.8
Croatia	1,444,480	1,476,229	1,528,119	1,567,883	1,665,391	6.2
Czech Republic	4,937,206	5,158,516	5,368,660	5,592,738	5,802,520	3.8
Denmark	2,322,029	2,392,175	2,465,934	2,529,960	2,593,568	2.5
Estonia	652,949	676,592	703,151	725,944	746,464	2.8
Finland	2,595,867	2,612,922	2,629,432	2,668,930	2,696,334	1.0
France	31,800,000	32,000,000	32,389,974	32,699,974	33,020,132	1.0
Germany	44,403,124	45,071,209	45,803,560	46,474,594	47,095,784	1.3
Greece	5,102,203	5,104,908	5,126,024	5,169,026	5,164,183	-0.1
Hungary	3,101,752	3,192,132	3,308,495	3,467,861	3,638,374	4.9
Ireland	1,990,502	2,031,455	2,089,419	2,064,020	2,104,060	1.9

- **Θάνατοι από Οδικά Ατυχήματα**

Οι θάνατοι καταγράφονται ανά Κράτος και ανά έτος από την European Road Safety Observatory στο Annual Accident Report ανά έτος.

 **Annual Accident Report 2018**  
www.erso.eu

**Table 2: Annual number of fatalities by country, 2007-2016**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
BE	1.071	944	944	840	862	770	723	727	732	637
BG	1.006	1.061	901	776	656	601	601	660	708	708
CZ	1.221	1.076	901	802	772	742	655	688	734	611
DK	406	406	303	255	220	167	191	182	178	211
DE	4.949	4.477	4.152	3.648	4.009	3.600	3.339	3.377	3.459	3.206
EE	196	132	98	79	101	87	81	78	67	71
IE	338	280	238	212	186	162	188	193	162	186
EL	1.612	1.555	1.456	1.258	1.141	988	879	795	793	824
ES	3.823	3.100	2.714	2.479	2.060	1.903	1.680	1.688	1.689	1.810
FR	4.620	4.275	4.273	3.992	3.963	3.653	3.268	3.384	3.461	3.477
HR	619	664	548	426	418	390	368	308	348	307
IT	5.131	4.725	4.237	4.114	3.860	3.753	3.401	3.381	3.428	3.283
CY	89	82	71	60	71	51	44	45	57	46
LV	419	316	254	218	179	177	179	212	188	158
LT	740	499	370	299	296	302	256	267	242	192
LU	46	35	48	32	33	34	45	35	36	32
HU	1.232	996	822	740	638	606	591	626	644	607
MT	12	9	15	13	16	9	17	10	11	23
NL	709	677	644	537	546	562	476	477	531	533
AT	691	679	633	552	523	531	455	430	479	432
PL	5.583	5.437	4.572	3.908	4.189	3.571	3.357	3.202	2.938	3.026
PT	974	885	840	937	891	718	637	638	593	563
RO	2.800	3.061	2.796	2.377	2.018	2.042	1.861	1.818	1.893	1.915
SI	293	214	171	138	141	130	125	108	120	130
SK	661	606	384	353	325	352	251	295	310	275
FI	380	344	279	272	292	255	258	229	266	258
SE	471	397	358	266	319	285	260	270	259	270
UK	3.059	2.645	2.337	1.905	1.960	1.802	1.770	1.854	1.804	1.860
<b>EU</b>	<b>43.151</b>	<b>39.577</b>	<b>35.359</b>	<b>31.488</b>	<b>30.685</b>	<b>28.243</b>	<b>25.956</b>	<b>25.977</b>	<b>26.130</b>	<b>25.651</b>

- **Κατανάλωση Καυσίμων και Εκπομπές CO<sub>2</sub>**

Η πηγή των δεδομένων αυτών είναι η Bureau of Transportation Statistics.

**Current general speed limits in EU Member States**

The general speed limit for motorways in EU Member States is mostly 120 or 130 km/h. Germany does not have a general speed limit for motorways, but a recommended speed of 130 km/h. The general speed limit for rural roads in EU Member States is mostly 80 or 90 km/h and for urban roads 50 km/h.

In most countries speed limits that differ from these general limits are applied. Widespread and well known are the 30 km/h zones in residential areas. In Germany, where there is no general speed limit for motorways, many sections of the motorway have a local posted speed limit which may range from 80 km/h to 130 km/h, related to both safety and environmental considerations. Also in the Netherlands, an increasing number of motorway sections have a permanent lower speed limit (notably 100 or 80 km/h) aiming to reduce air pollution and noise where there are adjacent residential areas.

EU countries apply a lower speed limit for heavy good vehicles (HGVs) and buses/coaches. The majority of countries only apply an overall maximum speed limit for HGVs (generally 80 km/h) and buses (varying between 80 and 100 km/h). By EU-Directive 92/24/EEC and its recent adaptation (2004/11/EEC), speed limiters are compulsory for HGVs of 3.500 kg and more and for buses of 10.000 kg or more. Some countries apply lower HGV and bus speed limits for different road types (e.g. Denmark, Ireland and the United Kingdom).

- **Χωρική Έκταση Κράτους**

Οι πληροφορίες αντλήθηκαν για την κάθε χώρα από Schengen Visa Info on The European Union and Countries in the EU.

### **Austria**

Austria is a member country of the EU since January 1, 1995 with its geographic size of 83,879 km<sup>2</sup>, and population number 8,576,234, as per 2015. Austrians comprise 1.7% of the total EU population. Its capital is Vienna and the official language in Austria is German. Austria's Gross Domestic Product (GDP) is €337.162 billion, as per 2015. The political system is a Federal Parliamentary Republic and its currency is the Euro (€), since Austria became a member of the Eurozone on January 1, 1999.

Austria holds 18 seats in the European Parliament, while it held the revolving presidency of the Council of the EU twice, once in 1998 and in 2006. Austria is also a member of the Schengen Area since December 1, 2007.

- **Όριο Ταχύτητας σε Επαρχιακές Οδούς**

Πληροφορίες για το όριο ταχύτητας των κρατών της ΕΕ μπορούν να εντοπιστούν από την European Commission- Mobility and Transport- Road Safety.

### **Current general speed limits in EU Member States**

The general speed limit for motorways in EU Member States is mostly 120 or 130 km/h. Germany does not have a general speed limit for motorways, but a recommended speed of 130 km/h. The general speed limit for rural roads in EU Member States is mostly 80 or 90 km/h and for urban roads 50 km/h.

In most countries speed limits that differ from these general limits are applied. Widespread and well known are the 30 km/h zones in residential areas. In Germany, where there is no general speed limit for motorways, many sections of the motorway have a local posted speed limit which may range from 80 km/h to 130 km/h, related to both safety and environmental considerations. Also in the Netherlands, an increasing number of motorway sections have a permanent lower speed limit (notably 100 or 80 km/h) aiming to reduce air pollution and noise where there are adjacent residential areas.

EU countries apply a lower speed limit for heavy good vehicles (HGVs) and buses/coaches. The majority of countries only apply an overall maximum speed limit for HGVs (generally 80 km/h) and buses (varying between 80 and 100 km/h). By EU-Directive 92/24/EEC and its recent adaptation (2004/11/EEC), speed limiters are compulsory for HGVs of 3.500 kg and more and for buses of 10.000 kg or more. Some countries apply lower HGV and bus speed limits for different road types (e.g. Denmark, Ireland and the United Kingdom).

### **4.3 Επεξεργασία Στοιχείων**

Αφού συμπληρώθηκαν οι πληροφορίες για κάθε κράτος/πολιτεία για την περίοδο 2009-2019 καταχωρήθηκαν σε φύλλο Excel όπου έπειτα από αυτό έπρεπε να εντοπιστούν πιθανές ελλείψεις πληροφοριών. Συγκεκριμένα οργανώθηκαν οι στήλες με τον εκάστοτε δείκτη, και οι γραμμές αντιστοιχούσαν σε συγκεκριμένο μέρος, συγκεκριμένο χρόνο και έτσι συμπληρώθηκαν οι πληροφορίες.

Έπειτα, απεικονίστηκαν κάποιες χαρακτηριστικές καμπύλες για να δημιουργηθεί μία πρώτη εικόνα της επικινδυνότητας και της ασφάλειας σε κάθε κράτος/πολιτεία.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
State	Year	Code	Pop	UnemR	GDP	AvinHH	HDI	HosB	MotLen	MotVeh	Fat	GasEm	GDPPcap	LandA	FatpPop	RurnSpeed
Alabama	2009	AL	4,757,938.00	11.0	\$169,128.5	39,980.0	0.867	15,698.1	150,111.2	4,732,821.0	848.0	31.9	37,416.0	131,441.9	178.2	112.7
Alabama	2010	AL	4,785,437.00	10.5	\$175,470.1	40,933.0	0.871	15,312.0	162,519.4	4,777,127.0	862.0	32.2	38,087.0	131,441.9	180.1	112.7
Alabama	2011	AL	4,799,069.00	9.6	\$181,929.9	42,590.0	0.873	15,356.8	162,688.6	4,811,943.0	895.0	32.3	38,561.0	131,441.9	186.5	112.7
Alabama	2012	AL	4,815,588.00	8.0	\$186,553.9	43,464.0	0.874	14,926.5	162,898.1	4,844,632.0	865.0	31.8	38,687.0	131,441.9	179.6	112.7
Alabama	2013	AL	4,830,081.00	7.2	\$192,168.5	41,381.0	0.872	14,973.0	101,837.4	4,787,219.0	853.0	31.6	38,957.0	131,441.9	176.6	112.7
Alabama	2014	AL	4,841,799.00	6.8	\$195,037.7	42,278.0	0.872	15,007.1	163,228.1	5,366,844.0	820.0	31.6	38,591.0	131,441.9	169.4	112.7
Alabama	2015	AL	4,852,347.00	6.1	\$200,197.5	44,509.0	0.873	14,566.0	140,949,450.4	5,400,419.0	850.0	32.9	39,020.0	131,441.9	175.2	112.7
Alabama	2016	AL	4,863,525.00	5.8	\$204,454.7	47,221.0	0.875	15,075.3	163,160.6	5,468,301.0	1,083.0	34.7	39,211.0	131,441.9	222.7	112.7
Alabama	2017	AL	4,874,486.00	4.4	\$210,895.7	51,113.0	0.876	15,109.4	161,755.2	5,056,073.0	948.0	33.9	39,599.0	131,441.9	194.5	112.7
Alabama	2018	AL	4,887,681.00	3.9	\$221,030.7	49,936.0	0.877	15,149.7	161,539.8	5,300,199.0	953.0	33.2	40,599.0	131,441.9	195.0	112.7
Alaska	2009	AK	698,895.00	7.7	\$49,651.6	61,604.0	0.935	1,535.6	25,150.4	695,282.0	64.0	13.5	79,894.0	1,477,953.4	91.6	112.7
Alaska	2010	AK	713,910.00	7.9	\$52,947.8	57,848.0	0.936	1,568.6	26,084.5	740,638.0	56.0	14.9	75,852.0	1,477,953.4	78.4	104.6
Alaska	2011	AK	722,128.00	7.6	\$56,333.9	57,431.0	0.939	1,516.2	26,679.4	757,954.0	72.0	14.2	75,673.0	1,477,953.4	99.7	104.6
Alaska	2012	AK	730,443.00	7.1	\$57,717.6	63,648.0	0.940	1,533.0	26,081.6	775,245.0	59.0	13.3	78,952.0	1,477,953.4	80.8	104.6
Alaska	2013	AK	737,068.00	7.0	\$56,625.3	61,137.0	0.937	1,547.7	25,087.9	785,825.0	51.0	12.3	74,281.0	1,477,953.4	69.2	104.6
Alaska	2014	AK	736,283.00	6.9	\$55,750.6	67,629.0	0.936	2.3	25,067.6	785,825.0	73.0	11.7	72,354.0	1,477,953.4	99.1	104.6
Alaska	2015	AK	737,498.00	6.5	\$50,728.1	75,112.0	0.937	1,621.4	25,807.0	800,433.0	65.0	12.2	72,948.0	1,477,953.4	88.1	104.6
Alaska	2016	AK	741,456.00	6.9	\$49,755.6	75,723.0	0.936	1,630.2	24,844.9	815,122.0	84.0	11.8	71,091.0	1,477,953.4	113.3	104.6
Alaska	2017	AK	739,700.00	7.0	\$51,737.0	72,231.0	0.937	1,617.0	24,855.9	804,505.0	79.0	11.6	71,282.0	1,477,953.4	106.8	104.6
Alaska	2018	AK	735,139.00	6.6	\$54,292.9	68,734.0	0.937	1,617.0	27,279.6	803,684.0	80.0	12.0	72,221.0	1,477,953.4	108.8	104.6
Arizona	2009	AZ	6,343,154.00	9.9	\$243,764.6	45,739.0	0.899	12,686.0	96,704.0	4,357,634.0	806.0	32.3	40,214.0	294,331.4	127.1	120.7
Arizona	2010	AZ	6,407,172.00	10.4	\$248,125.3	46,896.0	0.903	13,454.7	102,893.5	4,456,630.0	759.0	31.5	40,187.0	294,331.4	118.5	120.7
Arizona	2011	AZ	6,472,643.00	9.5	\$257,881.2	48,821.0	0.905	13,591.2	104,146.6	5,109,254.0	826.0	31.2	40,665.0	294,331.4	127.6	120.7
Arizona	2012	AZ	6,554,978.00	8.3	\$268,068.2	47,044.0	0.907	13,763.4	104,418.5	5,163,015.0	821.0	30.7	40,929.0	294,331.4	125.2	120.7
Arizona	2013	AZ	6,632,764.00	7.7	\$275,007.5	50,602.0	0.904	13,264.0	106,304.8	5,381,050.0	849.0	31.1	40,729.0	294,331.4	128.0	120.7
Arizona	2014	AZ	6,730,413.00	6.8	\$284,851.4	49,254.0	0.904	13,460.0	104,948.7	5,588,014.0	773.0	31.3	40,663.0	294,331.4	114.9	120.7
Arizona	2015	AZ	6,829,676.00	6.1	\$298,615.0	52,248.0	0.905	13,658.0	105,795.1	5,630,647.0	897.0	31.9	41,031.0	294,331.4	131.3	120.7
Arizona	2016	AZ	6,941,072.00	5.4	\$313,056.5	57,100.0	0.907	13,187.9	105,656.1	5,786,891.0	952.0	33.0	41,669.0	294,331.4	137.2	120.7
Arizona	2017	AZ	7,044,008.00	4.9	\$330,146.6	61,125.0	0.908	13,383.6	106,492.6	5,964,434.0	998.0	33.0	42,505.0	294,331.4	141.7	120.7
Arizona	2018	AZ	7,158,024.00	4.8	\$350,718.3	62,283.0	0.908	13,600.2	106,850.7	5,806,313.0	1,010.0	33.9	43,546.0	294,331.4	141.1	120.7
Arkansas	2009	AR	2,896,843.00	7.8	\$96,983.7	36,538.0	0.867	9,556.8	160,160.0	2,113,299.0	596.0	19.8	35,393.0	134,873.6	205.7	120.7
Arkansas	2010	AR	2,921,964.00	8.2	\$100,970.8	38,587.0	0.871	9,347.2	160,109.3	2,351,869.0	571.0	19.6	36,250.0	134,873.6	195.4	120.7
Arkansas	2011	AR	2,940,667.00	8.3	\$105,107.8	41,302.0	0.874	9,408.0	160,131.2	2,448,310.0	551.0	19.4	36,827.0	134,873.6	187.4	120.7
Arkansas	2012	AR	2,952,164.00	7.6	\$107,718.8	39,018.0	0.874	3.2	160,196.8	2,479,915.0	560.0	18.7	36,836.0	134,873.6	189.7	120.7
Arkansas	2013	AR	2,959,400.00	7.2	\$112,764.6	39,919.0	0.873	9,468.8	162,650.0	2,417,959.0	498.0	18.7	37,771.0	134,873.6	168.3	120.7
Arkansas	2014	AR	2,967,392.00	6.0	\$116,151.8	44,922.0	0.873	9,197.7	164,151.9	2,778,600.0	470.0	19.0	38,588.0	134,873.6	158.4	120.7
Arkansas	2015	AR	2,978,048.00	5.0	\$117,734.3	42,798.0	0.874	9,529.6	164,174.4	2,772,214.0	550.0	18.8	38,233.0	134,873.6	184.7	120.7
Arkansas	2016	AR	2,989,918.00	4.0	\$119,191.8	45,907.0	0.876	9,564.8	164,185.7	2,808,138.0	561.0	19.4	38,309.0	134,873.6	187.6	120.7
Arkansas	2017	AR	3,001,345.00	3.7	\$122,978.5	48,829.0	0.877	3.2	164,164.2	2,833,697.0	525.0	19.4	38,432.0	134,873.6	174.9	120.7
Arkansas	2018	AR	3,009,733.00	3.7	\$127,761.3	49,781.0	0.877	9,628.8	164,194.8	2,817,145.0	516.0	19.8	38,971.0	134,873.6	171.4	120.7
California	2009	CA	36,961,229.00	11.2	\$1,919,271.1	56,134.0	0.916	75,412.9	274,998.4	351,924,391.0	3,090.0	213.4	54,827.0	403,968.2	83.6	112.7
California	2010	CA	37,319,502.00	12.2	\$1,973,511.9	54,283.0	0.919	70,906.1	275,421.9	34,914,139.0	2,720.0	208.9	55,149.0	403,968.2	72.9	112.7
California	2011	CA	37,638,369.00	11.7	\$2,049,336.8	53,367.0	0.922	71,512.2	275,522.5	29,176,697.0	2,816.0	201.7	55,571.0	403,968.2	74.8	112.7
California	2012	CA	37,948,800.00	10.4	\$2,144,089.6	57,020.0	0.923	72,101.2	280,798.0	27,702,150.0	2,966.0	196.8	56,510.0	403,968.2	78.2	112.7



State	Year	Code	Pop	UnemR	GDP	AVRHH	HDI	HosB	MoLon	MotVeh	Fat	GasEm	GDPcap	LandA	FairPop	RumSpeed
Austria	2009	EU	8,343,323.00	5.3	\$400,172,297,860.5	20,400.0	0.872	64,069.0	17.190	633.0	23.7	4,359,944.0	47,963.2	82,578.0	75.9	100.0
Austria	2010	EU	8,383,404.00	4.8	\$391,892,746,544.7	21,463.0	0.880	64,000.0	17.190	633.0	24.2	4,359,944.0	47,963.2	82,578.0	75.9	100.0
Austria	2011	EU	8,391,643.00	4.6	\$431,120,310,088.8	21,463.0	0.884	64,417.0	17.190	633.0	24.7	4,411,027.0	48,558.0	82,578.0	76.0	100.0
Austria	2012	EU	8,429,991.00	4.9	\$409,425,234,155.3	21,807.0	0.887	64,691.0	17.190	633.0	23.9	4,584,202.0	48,567.7	82,554.0	63.0	100.0
Austria	2013	EU	8,479,823.00	5.4	\$430,068,712,971.9	22,073.0	0.892	64,825.0	17.190	633.0	25.0	4,641,300.0	50,716.7	82,551.0	53.7	100.0
Austria	2014	EU	8,546,356.00	5.6	\$441,996,131,736.5	23,211.0	0.892	64,815.0	17.190	633.0	24.3	4,694,921.0	51,717.5	82,523.0	50.3	100.0
Austria	2015	EU	8,642,699.00	5.7	\$381,817,565,893.6	23,260.0	0.893	65,138.0	17.190	633.0	24.9	4,447,000.0	47,278.8	82,520.0	49.4	100.0
Austria	2016	EU	8,736,668.00	6.0	\$395,565,644,341.0	23,694.0	0.909	64,838.0	17.190	633.0	26.6	4,898,000.0	47,426.5	82,520.0	47.1	100.0
Austria	2017	EU	8,797,568.00	5.5	\$417,237,869,115.9	24,752.0	0.912	64,805.0	17.190	633.0	27.0	5,115,103.0	51,478.3	82,520.0	46.3	100.0
Austria	2018	EU	8,840,521.00	4.9	\$465,094,861,902.1	25,176.0	0.914	64,825.0	17.630	642.0	27.0	5,169,714.0	51,478.3	82,520.0	47.4	100.0
Austria	2019	EU	10,768,493.00	7.9	\$481,345,929,024.8	19,100.0	0.878	66,425.0	17.630	642.0	94.0	5,169,714.0	44,583.5	80,280.0	87.4	90.0
Belgium	2009	EU	10,985,586.00	8.3	\$480,951,629,493.0	19,600.0	0.884	66,445.0	17.630	840.0	56.0	5,279,614.0	44,141.9	30,280.0	71.1	90.0
Belgium	2010	EU	11,038,264.00	7.2	\$522,645,919,183.6	19,950.0	0.886	66,765.0	17.630	840.0	66.0	5,406,362.0	47,346.9	30,280.0	78.1	90.0
Belgium	2011	EU	11,068,926.00	7.6	\$496,161,260,256.3	20,280.0	0.889	66,477.0	17.630	840.0	49.6	5,440,754.0	46,673.1	30,280.0	69.3	90.0
Belgium	2012	EU	11,159,407.00	8.5	\$521,642,714,027.8	21,501.0	0.890	66,148.0	17.630	840.0	49.2	5,504,809.0	46,744.7	30,280.0	64.8	90.0
Belgium	2013	EU	11,209,057.00	8.5	\$534,675,975,927.4	21,699.0	0.895	65,990.0	17.630	840.0	72.0	5,727,573.0	47,160.0	30,280.0	64.9	90.0
Belgium	2014	EU	11,274,196.00	8.5	\$462,149,679,434.8	21,690.0	0.896	65,753.0	17.630	840.0	79.0	5,661,743.0	46,991.8	30,280.0	64.9	90.0
Belgium	2015	EU	11,331,422.00	7.9	\$475,739,588,764.8	22,293.0	0.915	65,314.0	17.630	840.0	63.0	5,730,975.0	47,198.4	30,280.0	56.2	90.0
Belgium	2016	EU	11,375,156.00	7.1	\$502,698,069,866.9	22,730.0	0.917	64,423.0	17.630	840.0	61.0	5,799,000.0	44,192.6	30,280.0	54.1	90.0
Belgium	2017	EU	11,427,058.00	6.0	\$543,734,366,831.2	23,667.0	0.919	64,248.0	17.630	840.0	60.4	5,868,588.0	47,583.1	30,280.0	52.9	90.0
Belgium	2018	EU	4,305,181.00	9.2	\$62,600,099,959.0	5,900.0	0.803	24,200.0	1.444.0	548.0	13.7	1,532,549.0	14,540.6	55,960.0	127.3	90.0
Belgium	2019	EU	4,295,427.00	11.6	\$69,816,133,669.2	7,000.0	0.808	24,240.0	1.444.0	426.0	12.4	1,515,448.0	13,940.3	55,960.0	99.2	90.0
Croatia	2010	EU	4,280,622.00	13.7	\$82,537,851,352.5	5,579.0	0.815	24,580.0	1.254.0	418.0	11.8	1,518,278.0	14,609.5	55,960.0	97.6	90.0
Croatia	2011	EU	4,287,558.00	15.9	\$66,800,819,823.9	5,377.0	0.817	25,350.0	1.254.0	390.0	11.3	1,445,222.0	13,258.4	55,960.0	91.4	90.0
Croatia	2012	EU	4,255,689.00	17.3	\$58,194,069,834.1	5,078.0	0.820	25,230.0	1.289.0	368.0	10.6	1,448,299.0	13,674.4	55,960.0	86.5	90.0
Croatia	2013	EU	4,238,389.00	17.3	\$57,639,568,805.6	5,225.0	0.823	25,070.0	1.290.0	308.0	11.7	1,474,495.0	13,599.4	56,590.0	72.7	90.0
Croatia	2014	EU	4,203,604.00	16.2	\$49,525,747,503.8	5,453.0	0.827	23,700.0	1.310.0	348.0	12.8	1,499,802.0	11,781.7	56,590.0	82.8	90.0
Croatia	2015	EU	4,174,349.00	13.1	\$51,601,147,665.8	5,726.0	0.832	23,610.0	1.310.0	307.0	13.1	1,552,904.0	12,361.5	56,590.0	73.5	90.0
Croatia	2016	EU	4,124,531.00	11.2	\$55,481,644,098.0	6,210.0	0.835	23,400.0	1.310.0	331.0	13.8	1,586,087.0	13,451.6	56,590.0	80.3	90.0
Croatia	2017	EU	4,087,843.00	8.4	\$61,375,222,347.0	6,659.0	0.837	23,180.0	1.310.0	317.0	14.8	1,666,413.0	15,014.1	56,590.0	77.5	90.0
Croatia	2018	EU	1,088,083.00	5.4	\$3,610,000,000.0	17,200.0	0.853	4,172.0	1.310.0	71.0	3.8	460,504.0	32,109.2	9,240.0	64.7	85.0
Croatia	2019	EU	1,112,612.00	6.3	\$3,020,000,000.0	17,050.0	0.847	4,033.0	2.670.0	60.0	3.8	462,652.0	31,023.6	9,240.0	53.9	85.0
Croatia	2020	EU	1,124,833.00	7.9	\$3,038,669,668.9	16,900.0	0.850	3,892.0	2.970.0	71.0	3.8	470,000.0	32,398.4	9,240.0	63.1	85.0
Cyprus	2010	EU	1,135,046.00	11.8	\$3,131,095,089.4	16,827.0	0.850	3,972.0	2.970.0	51.0	3.5	475,462.0	28,912.2	9,240.0	44.9	85.0
Cyprus	2011	EU	1,143,866.00	15.9	\$3,147,616,201.1	15,973.0	0.850	3,866.0	2.970.0	44.0	3.4	474,361.0	27,729.2	9,240.0	38.5	85.0
Cyprus	2012	EU	1,152,265.00	16.1	\$3,196,406,033.5	14,400.0	0.854	3,916.0	2.970.0	45.0	3.4	478,492.0	27,129.6	9,240.0	39.1	85.0
Cyprus	2013	EU	1,160,965.00	14.9	\$3,151,910,782.1	13,993.0	0.856	3,944.0	2.970.0	57.0	3.4	487,692.0	23,333.7	9,240.0	48.1	85.0
Cyprus	2014	EU	1,170,187.00	13.0	\$3,122,287,933.0	14,020.0	0.869	3,976.0	2.970.0	46.0	3.9	508,284.0	23,532.5	9,240.0	38.3	85.0
Cyprus	2015	EU	1,170,680.00	11.1	\$3,116,610,111.7	14,497.0	0.871	4,008.0	2.970.0	53.0	3.9	526,617.0	26,338.7	9,240.0	44.9	85.0
Cyprus	2016	EU	1,189,265.00	8.4	\$3,127,806,044.7	15,336.0	0.873	4,020.0	2.970.0	49.0	4.0	550,895.0	28,689.7	9,240.0	41.2	85.0
Cyprus	2017	EU	1,189,265.00	6.7	\$3,207,434,296,805.3	6,900.0	0.859	74,607.0	734.0	18.9	17.8	4,335,052.0	19,861.7	77,250.0	86.3	90.0
Czech	2009	EU	10,474,410.00	7.3	\$209,069,940,863.2	7,100.0	0.861	76,413.0	734.0	80.0	17.8	4,496,232.0	19,960.1	77,240.0	76.6	90.0
Czech	2010	EU	10,486,068.00	6.7	\$229,562,733,398.9	7,451.0	0.864	74,136.0	745.0	74.0	17.6	4,581,642.0	21,871.3	77,240.0	73.6	90.0
Czech	2011	EU	10,510,765.00	7.0	\$208,857,719,320.6	7,791.0	0.865	72,842.0	751.0	72.0	17.3	4,706,000.0	19,870.8	77,230.0	70.6	90.0
Czech	2012	EU	10,514,272.00	7.0	\$211,685,616,592.9	7,694.0	0.871	70,462.0	776.0	65.0	17.1	4,729,185.0	20,133.2	77,220.0	62.3	90.0
Czech	2013	EU	10,525,347.00	6.1	\$209,358,834,156.3	7,622.0	0.875	70,270.0	776.0	68.0	17.7	4,833,386.0	19,890.9	77,220.0	65.4	90.0
Czech	2014	EU	10,546,059.00	5.1	\$188,033,050,459.9	7,423.0	0.878	70,313.0	776.0	73.0	18.4	5,115,316.0	17,828.7	77,210.0	66.6	90.0
Czech	2015	EU	10,566,332.00	4.0	\$196,272,068,576.3	7,838.0	0.885	70,419.0	1,222.0	61.0	19.2	5,307,808.0	18,575.2	77,200.0	57.8	90.0
Czech	2016	EU	10,584,438.00	2.9	\$218,628,940,951.7	8,282.0	0.888	70,214.0	1,240.0	57.0	19.8	5,538,000.0	20,638.2	77,210.0	54.5	90.0
Czech	2017	EU	10,529,926.00	2.3	\$248,908,731,817.5	9,088.0	0.891	70,315.0	1,282.0	68.0	20.3	5,748,000.0	23,415.6	77,210.0	61.9	90.0
Czech	2018	EU	5,623,095.00	6.4	\$21,241,303,699.0	26,300.0	0.906	19,296.0	1,330.0	30.0	17.4	1,202,322.0	58,163.3	42,430.0	54.9	80.0
Denmark	2010	EU	5,547,683.00	7.8	\$321,985,279,011.5	26,600.0	0.910	19,405.0	1,130.0	25.0	17.9	2,163,675.0	58,044.4	42,430.0	46.0	80.0
Denmark	2011	EU	5,570,572.00	7.8	\$344,003,137,811.3	26,944.0	0.922	17,433.0	1,143.0	22.0	17.7	2,197,831.0	61,753.6	42,430.0	39.5	80.0

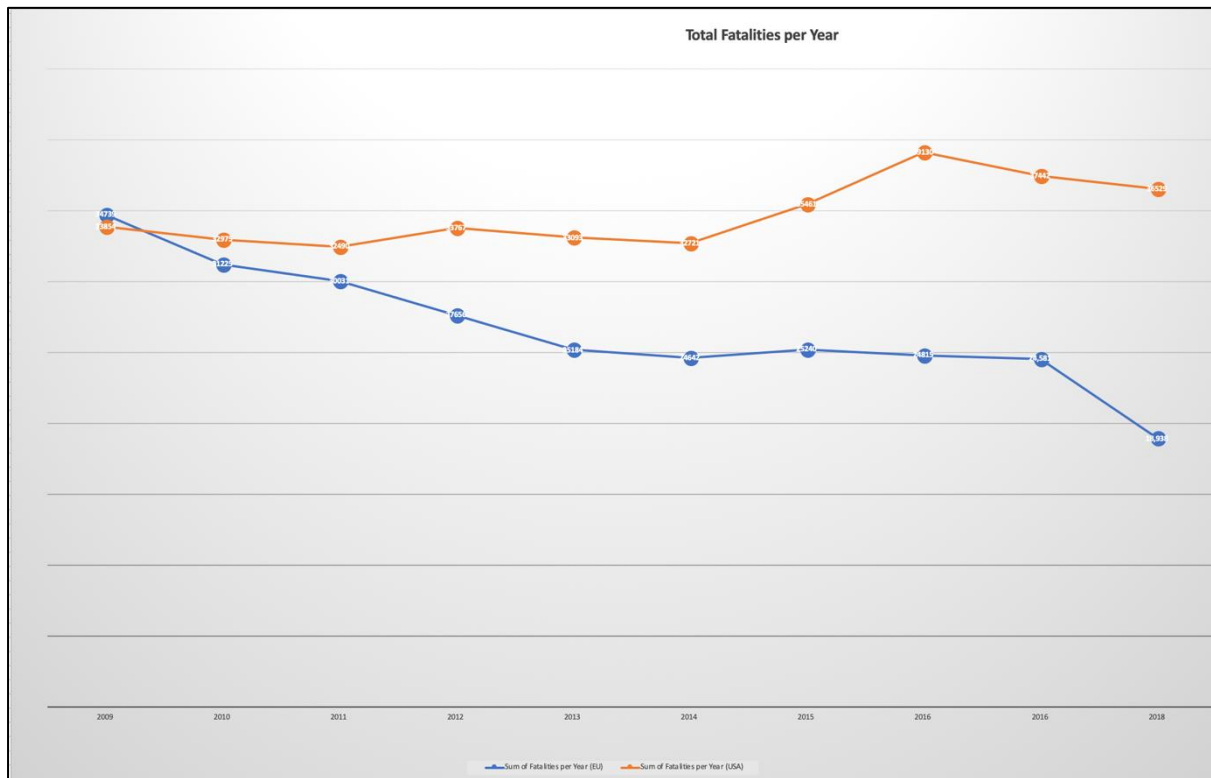
#### 4.3.1 Συνολικός Αριθμός Θανάτων ανά Έτος για την ΕΕ και τις ΗΠΑ

Από την οργάνωση των δεδομένων για την ΕΕ και τις ΗΠΑ, γίνεται εφικτή η απεικόνιση των θανάτων συνολικά. Από το γράφημα διαφαίνονται οι διαφορετικές τάσεις που επικρατούν Συγκεκριμένα, στην ΕΕ από το 2009-2019 έχουν ελαττωθεί οι από σχεδόν 35,000 σε 18,000. Η μείωση είναι σχεδόν κατά 51% και σχετίζεται άμεσα με τον στόχο Vision Zero της European Commission που θέτει ως στόχο την πλήρη εξάλειψη του φαινομένου (μηδενικοί θάνατοι λόγω οδικών ατυχημάτων) έως το έτος 2050. Ο στόχος αυτός ενισχύθηκε από το την στρατηγική περί οδικής ασφάλειας, Road Safety Programme που είχε ως στόχο τον υποδιπλασιασμό των θανάτων από το 2011 έως το 2020.

Σημειώνεται επίσης ότι από το 1968 στο Vienna Convention on Road Traffic, ορίζεται το «θανατηφόρο οδικό ατύχημα» ως οδικό ατύχημα από το οποίο αποβιώνει ένας άνθρωπος επί τόπου από τους τραυματισμούς που του προκλήθηκαν από το ατύχημα ή κατά την διάρκεια των επόμενων τριάντα ημερών.

Η εικόνα στις ΗΠΑ είναι αρκετά διαφορετική. Παρότι αρχικά υπάρχει αρνητική τάση και φαίνεται να ελαττώνεται ο αριθμός των θανάτων σε γενικότερο βαθμό, από το 2014 έχω το 2016 υπάρχει ραγδαία αύξηση των θανάτων από 33,000 σε σχεδόν 40,000. Από το 2016 και έπειτα όμως παρατηρείται πάλι αρνητική κλίση στο γράφημα και μείωση των θανάτων. Ωστόσο, παρατηρείται ότι ενώ το 2009 οι δύο ενώσεις είχαν σχεδόν τον ίδιο αριθμό θανάτων (33,000/34,000) η τελική εικόνα το 2019 είναι αρκετά διαφορετική. Η ΕΕ έχει σχεδόν τον υποδιπλάσιο αριθμό θανάτων (35,000/18,000).

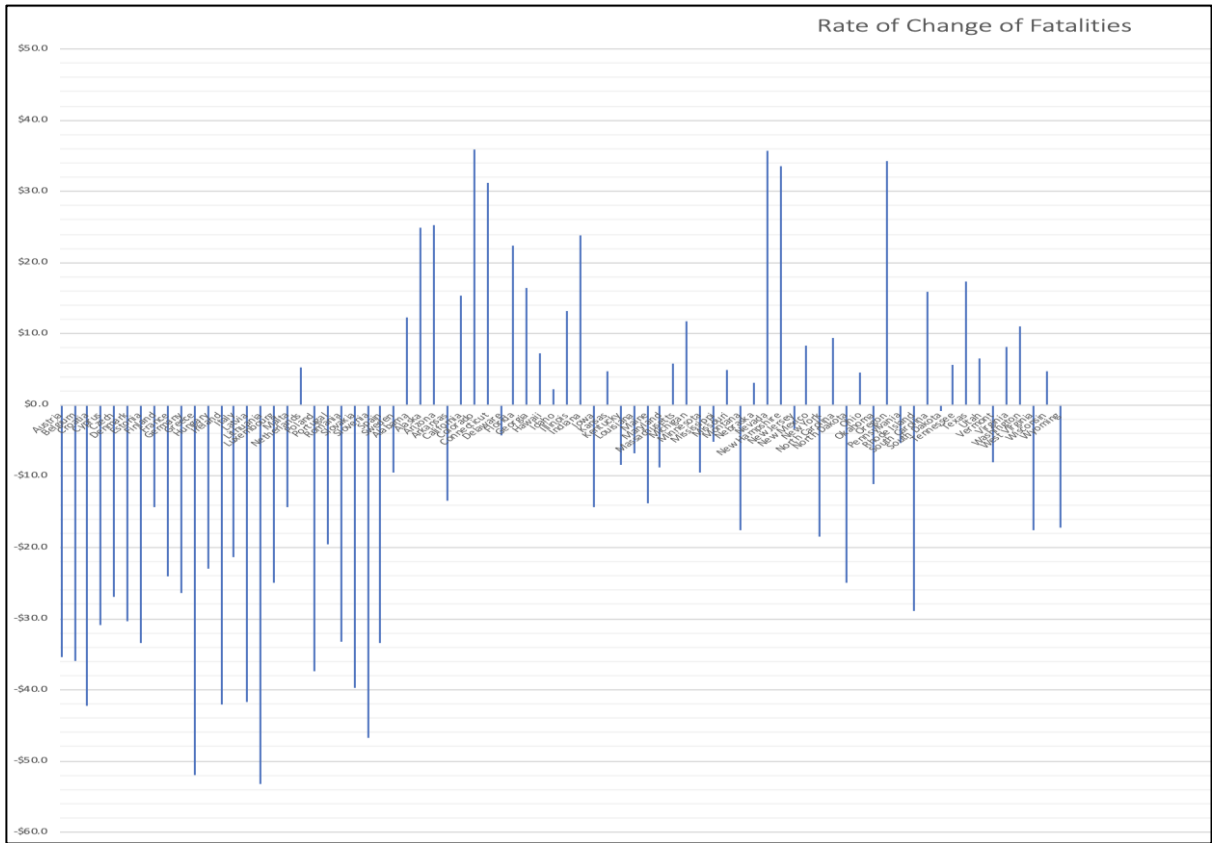
Στις ΗΠΑ καταβάλλονται πολλές προσπάθειες για την εφαρμογή της «Στρατηγικής Οράματος Μηδέν - Vision Zero Strategy» μέσω της Προσέγγισης Ασφαλούς Συστήματος (Safe System Approach) που έχει ως στόχο την ενίσχυση ασφάλειας στις οδούς. Σύμφωνα με την NHTSA Traffic Safety Report 2019, οι μεγαλύτερες αλλαγές που αναφέρονται είναι οι αυξανόμενες ταχύτητες (αύξηση κατά 15% το 2019) και η εκτεταμένη χρήση αλκοόλ και άλλων ουσιών.



#### 4.3.2 Ποσοστό μεταβολής νεκρών σε οδικά ατυχήματα, 2009-2018

Από το παρακάτω γράφημα γίνεται φανερό ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση και μεταξύ των ΗΠΑ και της ΕΕ. Συγκεκριμένα για την περίοδο 2009-2018, μεγαλύτερη αύξηση στα ατυχήματα παρατηρήθηκε στις πολιτείες Colorado, Nevada, και Oregon. Αντίστοιχα, οι μεγαλύτερες μειώσεις θανάτων εντοπίστηκαν στην Ελλάδα, Λιθουανία, και Σλοβενία.

Σημειώνεται ότι ενώ στις περισσότερες χώρες της ΕΕ φαίνεται μειωτική τάση για τους θανάτους, στις ΗΠΑ υπάρχει μεγαλύτερη διακύμανση και περισσότερες πολιτείες με αύξηση. Από την NHTSA δημοσιεύθηκαν πληροφορίες σχετικά με τα ευρήματα το 2019. Παρατηρήθηκε αύξηση κατά 14% σε θανάτους νέων οδηγών (16-44 ετών) και αυξήθηκαν τα ατυχήματα με παλιότερα οχήματα (ηλικία άνω των 10 ετών). Επίσης παρατηρήθηκε αύξηση των ατυχημάτων με ένα μόνο όχημα κατά 9% από το προηγούμενο έτος.



## 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε καθώς και τα αποτελέσματά της. Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, στόχος της εργασίας είναι ο προσδιορισμός ενός μοντέλου που εκφράζει τις κρίσιμες παραμέτρους που επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα όσο για τις ΗΠΑ όσο και για την ΕΕ. Επίσης, στόχο της εργασίας αποτελεί η συγκριτική αξιολόγηση των πολιτειών/κρατών που απαρτίζουν τις δύο Ενώσεις.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Παρουσιάζονται επίσης οι στατιστικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων. Τέλος, παρουσιάζονται και περιγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία και πραγματοποιείται προσπάθεια ερμηνείας τους με βάση τη λογική, την εμπειρία και στοιχεία από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Για την ανάλυση των δεδομένων μέσω της RStudio, κωδικοποιήθηκαν οι πληροφορίες που εμπεριέχονται στους συγκεντρωτικούς πίνακες ως εξής:

- **State** – Πολιτεία/Κράτος
- **Year** - Έτος
- **Code** – Κωδικός πολιτείας/κράτους
- **Pop** – Πληθυσμός
- **UnemR** – Ποσοστό Ανεργίας
- **GDP** – Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ)
- **AvInHH** – Μέσος μισθός ανά νοικοκυριό
- **HDI** – Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης
- **HosB** – Πλήθος νοσοκομειακών κρεβατιών
- **MotLen** – Συνολικό μήκος αυτοκινητοδρόμων
- **MotVeh** – Συνολικός αριθμός οχημάτων
- **Fat** – Αριθμός νεκρών σε οδικά ατυχήματα
- **GasEm** – Τόνοι από εκπομπές ρύπων
- **GDPpCap** – Κατά κεφαλήν ΑΕΠ
- **LandA** – Συνολική Έκταση
- **FatpPop** – Αριθμός νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων
- **RurlnSpeed** – Όριο ταχύτητας σε υπεραστικό οδικό δίκτυο

## 5.2 Μοντέλα Γραμμικής Παλινδρόμησης

Στόχος του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης είναι να προσδιορίσει πόσο και με ποιον τρόπο επηρεάζουν οι επιλεγμένες ανεξάρτητες μεταβλητές την εξαρτημένη. Έπειτα από σειρά δοκιμών με πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές από τις προαναφερθείσες και ως σταθερή εξαρτημένη μεταβλητή την **FatpPop** βρέθηκε ότι το βέλτιστο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης περιλαμβάνει τις παρακάτω μεταβλητές:

**model1:** MotVeh, GDPpCap, RurInSpeed

### 5.2.1 Ευρωπαϊκή Ένωση

State	Year	Code	Pop	MotVeh	GasEm * 10 <sup>4</sup>	GDP	MotLen	LandA
Wyoming	2018	WY	577,601.00	837,024.0	79,800.0	\$39,703.2	47,464.9	251,500.8
Austria	2018	EU	8,840,521.00	4,978,852.0	270,244.5	\$455,094,861,902.1	1,743.0	82,520.0
Belgium	2018	EU	11,427,054.00	5,868,588.0	619,468.2	\$543,734,366,831.2	1,763.0	30,280.0
Croatia	2018	EU	4,087,843.00	1,666,413.0	147,784.6	\$61,375,222,347.0	1,310.0	56,590.0
Cyprus	2018	EU	1,189,265.00	550,695.0	39,817.1	\$3,127,908,044.7	257.0	9,240.0
Czech	2018	EU	10,629,928.00	5,748,000.0	203,036.1	\$248,908,731,817.5	1,252.0	77,210.0
Denmark	2018	EU	5,793,636.00	2,594,469.0	182,536.0	\$356,879,499,797.9	1,329.0	40,000.0
Estonia	2018	EU	1,321,977.00	24,074,151.0	1,298,322.6	\$30,631,142,226.9	154.0	43,470.0
Finland	2018	EU	5,515,525.00	3,494,836.0	150,877.8	\$275,946,554,578.8	926.0	303,920.0
France	2018	EU	66,965,912.00	32,034,000.0	1,565,085.8	\$2,787,863,958,885.5	11,671.0	547,557.0
Germany	2018	EU	82,905,782.00	47,095,784.0	1,983,084.2	\$3,963,767,526,251.0	13,141.0	349,380.0
Greece	2018	EU	10,732,882.00	5,406,551.0	286,565.8	\$218,138,367,208.8	2,200.0	128,900.0
Hungary	2018	EU	9,775,564.00	3,641,823.0	147,784.6	\$160,418,835,850.9	1,982.0	91,260.0
Ireland	2018	EU	4,867,316.00	2,127,830.0	160,363.7	\$382,674,360,648.2	916.0	68,890.0

Ο έλεγχος ποιότητας του μοντέλου παρουσιάζεται παρακάτω:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t )	VIF
Σταθερός Όρος	57	13.7	4.427	0.0000144	
MotVeh	-3.9 * 10 <sup>-7</sup>	1.09 * 10 <sup>-7</sup>	-3.64	0.000332	1.168
GDPpCap	-0.00005	-0.000058	-8.996	< 2*10 <sup>-16</sup>	1.01511
RurInSpeed	0.2573	0.0145	0.1854	0.0649	1.1811

Επομένως, η μαθηματική σχέση που περιγράφει τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα είναι η ακόλουθη:

$$\mathbf{FatpPop} = 57 - 0.00000039 * \mathbf{MotVeh} - 0.00005 * \mathbf{GDPpCap} + 0.2573 * \mathbf{RurInSpeed}$$

Τα πρόσημα των συντελεστών της συνάρτησης έχουν λογική εξήγηση καθώς το θετικό πρόσημο που εμφανίζεται στο όριο ταχύτητας σε υπεραστικό οδικό δίκτυο δείχνει πως όσο αυξάνονται τα όρια ταχύτητας αυξάνεται και ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων αυξάνεται. Τα αρνητικά πρόσημα που αντιστοιχούν στο πλήθος των οχημάτων και στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ επίσης εξηγούνται λογικά καθώς όσο αυξάνονται τα μεγέθη αυτά μειώνεται ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Επίσης, σχεδόν σε όλες τις παραμέτρους ικανοποιείται ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης

95% ενώ η μεταβλητή για το όριο ταχύτητας είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90%.

### Έλεγχος και Αξιολόγηση Μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου πραγματοποιείται με μία σειρά από αξιολογήσεις. Όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό υπόβαθρο (Κεφάλαιο 3) χρησιμοποιείται μία σειρά από στατιστικούς ελέγχους ώστε να κριθεί αξιόπιστο ή μη το μοντέλο. Συγκεκριμένα, ικανοποιούνται όλοι οι στατιστικοί έλεγχοι (VIF, t-value, πίνακας συσχέτισης) και έτσι κρίνονται αξιόπιστα τα αποτελέσματά του.

### 5.2.2 Ηνωμένες Πολιτείες

State	Year	Code	Pop	MotVeh	GasEm * 10 <sup>4</sup>	GDP	MotLen	LandA
Alabama	2018	AL	4,887,681.00	5,300,199.0	332,200.0	\$221,030.7	161,539.8	131,441.9
Alaska	2018	AK	735,139.00	803,684.0	120,300.0	\$54,292.9	27,279.6	1,477,953.4
Arizona	2018	AZ	7,158,024.00	5,806,313.0	339,000.0	\$350,718.3	106,850.7	294,331.4
Arkansas	2018	AR	3,009,733.00	2,817,145.0	197,600.0	\$127,761.3	164,194.8	134,873.6
California	2018	CA	39,461,588.00	31,022,328.0	2,170,800.0	\$2,975,083.0	280,942.9	403,968.2
Colorado	2018	CO	5,691,287.00	5,356,018.0	294,700.0	\$372,452.9	142,359.8	268,659.5
Connecticut	2018	CT	3,571,520.00	2,879,802.0	155,500.0	\$279,782.3	34,489.2	12,548.5
Delaware	2018	DE	965,479.00	1,008,468.0	49,000.0	\$74,186.7	10,337.8	5,063.4
Florida	2018	FL	21,244,317.00	17,496,002.0	1,098,400.0	\$1,050,298.4	196,958.8	139,851.6
Georgia	2018	GA	10,511,131.00	8,512,550.0	551,900.0	\$602,023.9	205,434.4	150,009.5
Hawaii	2018	HI	1,420,593.00	1,267,385.0	111,500.0	\$93,100.5	7,160.8	16,635.5
Idaho	2018	ID	1,750,536.00	1,879,670.0	110,400.0	\$79,090.8	90,155.8	214,324.1
Illinois	2018	IL	12,723,071.00	10,588,910.0	688,600.0	\$79,090.8	233,561.0	143,985.2

Ο έλεγχος ποιότητας του μοντέλου παρουσιάζεται παρακάτω

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t )	VIF
Σταθερός Όρος	-183	28.4	-6.436	2.89*10 <sup>-10</sup>	
MotVeh	-2.661 * 10 <sup>-7</sup>	-1.069 * 10 <sup>-7</sup>	-2.489	0.0131	1.0008
GDPpCap	-0.000231	-0.0000933	-2.481	0.0134	1.03827
RurInSpeed	2.80	0.2385	11.767	<2*10 <sup>-16</sup>	1.0382

Επομένως, η μαθηματική σχέση που περιγράφει τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα είναι η ακόλουθη:

$$\text{FatpPop} = -183 - 0.0000002661 * \text{MotVeh} - 0.000232 * \text{GDPpCap} + 2.8 * \text{RurInSpeed}$$

Τα πρόσημα του στατιστικού μοντέλου για τις πολιτείες των Η.Π.Α. συμβαδίζουν με τα πρόσημα του μοντέλου για τις χώρες της Ευρώπης. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση των ορίων ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα, ενώ αντίθετα η αύξηση της τιμής του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και του στόλου των οχημάτων οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής.

## Έλεγχος και Αξιολόγηση Μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου πραγματοποιείται με μία σειρά από αξιολογήσεις. Όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό υπόβαθρο (Κεφάλαιο 3) χρησιμοποιείται μία σειρά από στατιστικούς ελέγχους ώστε να κριθεί αξιόπιστο ή μη το μοντέλο. Συγκεκριμένα, ικανοποιούνται όλοι οι στατιστικοί έλεγχοι (VIF, t-value, πίνακας συσχέτισης) και λόγω αυτού κρίνονται αποδεκτά και αξιόπιστα τα αντίστοιχα μοντέλα.

### 5.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών

Ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίζεται στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής στη μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η ελαστικότητα είναι αδιάστατο μέγεθος και δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Σε συνδυασμό με το πρόσημο των μεταβλητών είναι πιθανό να προσδιοριστεί αν η αύξηση κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη. Η ελαστικότητα για γραμμικά μοντέλα δίνεται από τη σχέση:

$$e_i = (\Delta Y_i / \Delta X_i) * (X_i / Y_i) = \beta_i * (X_i / Y_i)$$

όπου  $\beta_i$  ο συντελεστής της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής,  $X_i$  η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής και  $Y_i$  η τιμή της εξαρτημένης.

Ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών δίνεται ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη μεταβλητή. Εφαρμόζοντας την παραπάνω σχέση για καθεμία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων που δημιουργήθηκαν και υπολογίζοντας τον μέσο όρο προέκυψαν οι εξής τιμές:

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Η.Π.Α.			Ε.Ε.		
	Τιμές συντ.	Σχετική επιρροή		Τιμές συντ.	Σχετική επιρροή	
		ei* (σχετική επιρροή)	ei (ελαστικότητα)		ei* (σχετική επιρροή)	ei (ελαστικότητα)
Σταθερός όρος	-183			57		
MotVeh	-2.661E-07	<b>-1.00</b>	-0.012	-3.985E-07	<b>-2.24</b>	-0.052
GDPpCap	-0.00023	<b>-9.52</b>	-0.114	-0.0005	<b>-1.00</b>	-0.023
RurlnSpeed	2.8	<b>225.04</b>	2.702	0.275	<b>13.55</b>	0.312



### Η.Π.Α.

Η μεταβλητή του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο παρουσιάζει 225 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την μεταβλητή του στόλου των οχημάτων. Η μεταβλητή του κατά κεφαλή Α.Ε.Π. παρουσιάζει 9,52 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την μεταβλητή του στόλου των οχημάτων.

### Ε.Ε.

Η μεταβλητή του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο παρουσιάζει 13,55 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την μεταβλητή του κατά κεφαλή Α.Ε.Π.. Η μεταβλητή του αριθμού των οχημάτων παρουσιάζει 2,24 φορές μεγαλύτερη επιρροή από την μεταβλητή του κατά κεφαλή Α.Ε.Π..

### Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των δύο μοντέλων

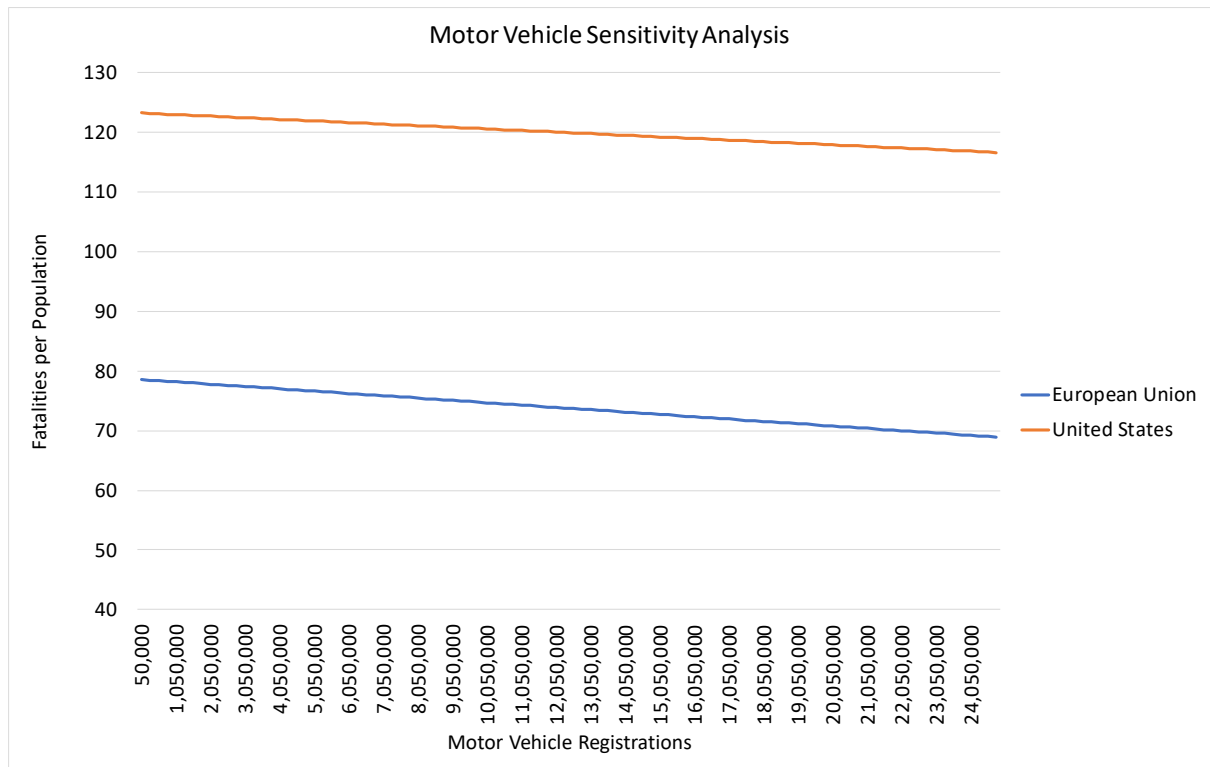
Αρχικά, παρατηρείται ότι η μεταβλητή που επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. είναι το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Ωστόσο, η επιρροή της μεταβλητής αυτής, είναι εμφανώς μεγαλύτερη στις Η.Π.Α..

Για τη μεταβλητή του στόλου των οχημάτων, προκύπτει ότι η μεταβλητή αυτή έχει μεγαλύτερη επιρροή στην Ε.Ε. σε σχέση με τις Η.Π.Α.. Το αντίθετο ισχύει και για το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. το οποίο έχει υψηλότερη επιρροή στις Η.Π.Α.

## **5.5 Ανάλυση Ευαισθησίας**

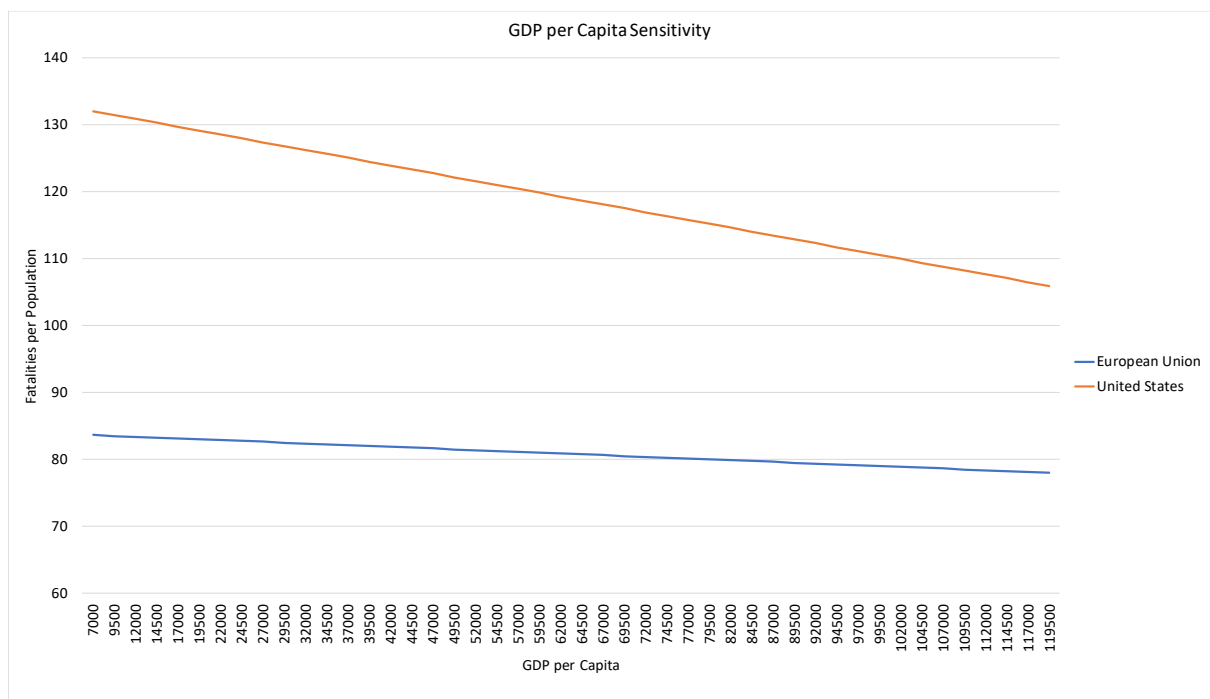
Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας** που αναπτύχθηκαν με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη.

Τα διαγράμματα αυτά προκύπτουν αν στην τελική εξίσωση κάθε μοντέλου παραμείνουν σταθερές οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές και δίνοντας διάφορες τιμές στην εξεταζόμενη ανεξάρτητη μεταβλητή.



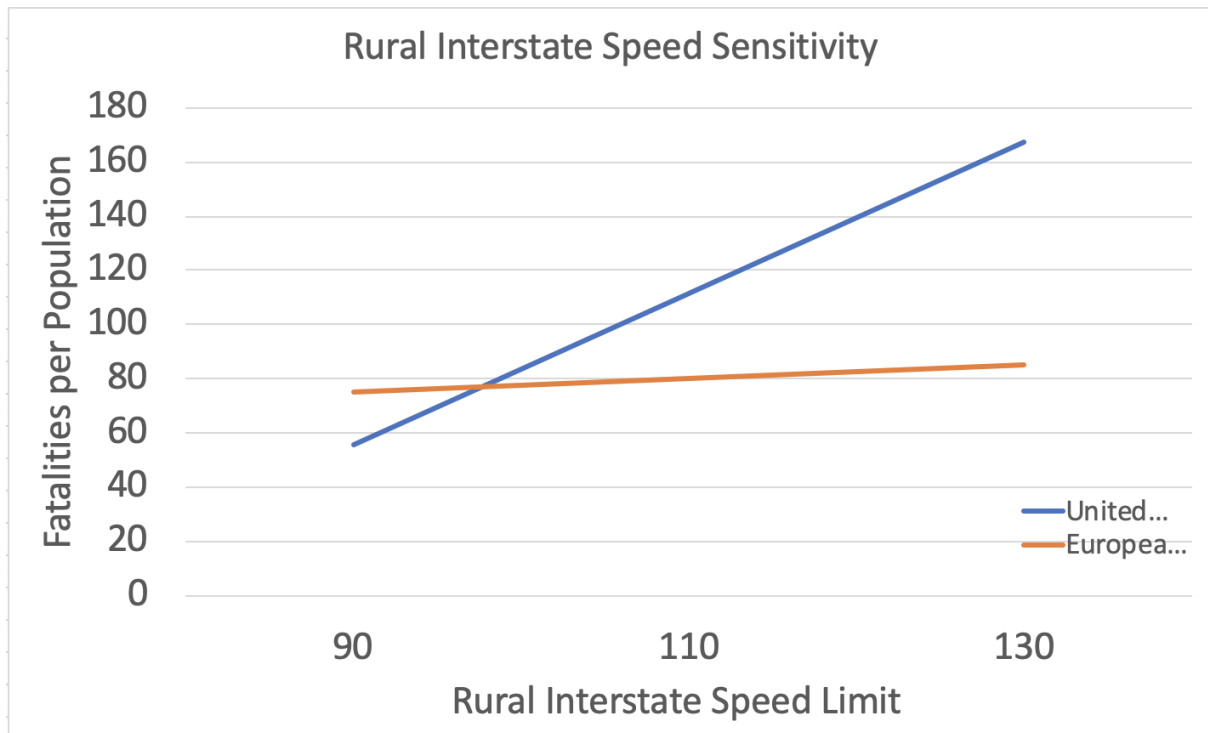
Σχήμα 1: Ανάλυση Ευαισθησίας Στόλου Οχημάτων – Θανατηφόρα Ατυχήματα

Από το διάγραμμα ευαισθησίας του στόλου των οχημάτων, διαπιστώνεται ότι ο στόλος οχημάτων παρουσιάζει ελαφρώς μεγαλύτερη κλίση στην Ε.Ε., γεγονός που συνεπάγεται ότι ο αριθμός των οχημάτων έχει μεγαλύτερη επιρροή στη συγκεκριμένη ομάδα συγκριτικά με τις Η.Π.Α..



Σχήμα 2: Ανάλυση Ευαισθησίας κατά Κεφαλήν ΑΕΠ – Θανατηφόρα Ατυχήματα

Από το Σχήμα 2., προκύπτει ότι η αύξηση του κατά κεφαλή Α.Ε.Π. οδηγεί σε μείωση του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε.. Ωστόσο, η κλίση της συγκεκριμένης μεταβλητής είναι μεγαλύτερη στις Η.Π.Α., γεγονός που συνεπάγεται ότι το κατά κεφαλή Α.Ε.Π. έχει σαφώς μεγαλύτερη επιρροή στις Η.Π.Α. σε σύγκριση με την Ε.Ε.



*Σχήμα 3: Ανάλυση Ευαισθησίας Όριο Ταχύτητας σε Υπεραστική Οδό– Θανατηφόρα Ατυχήματα*

Από το Σχήμα 3, προκύπτει ότι η αύξηση του ορίου ταχύτητας επιφέρει αύξηση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα. Ωστόσο, η επιρροή της μεταβλητής αυτής είναι εντυπωσιακά μεγαλύτερη στις Η.Π.Α. σε σχέση με την Ε.Ε.. Αντίστοιχο συμπέρασμα προέκυψε και από τις ελαστικότητες που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο.

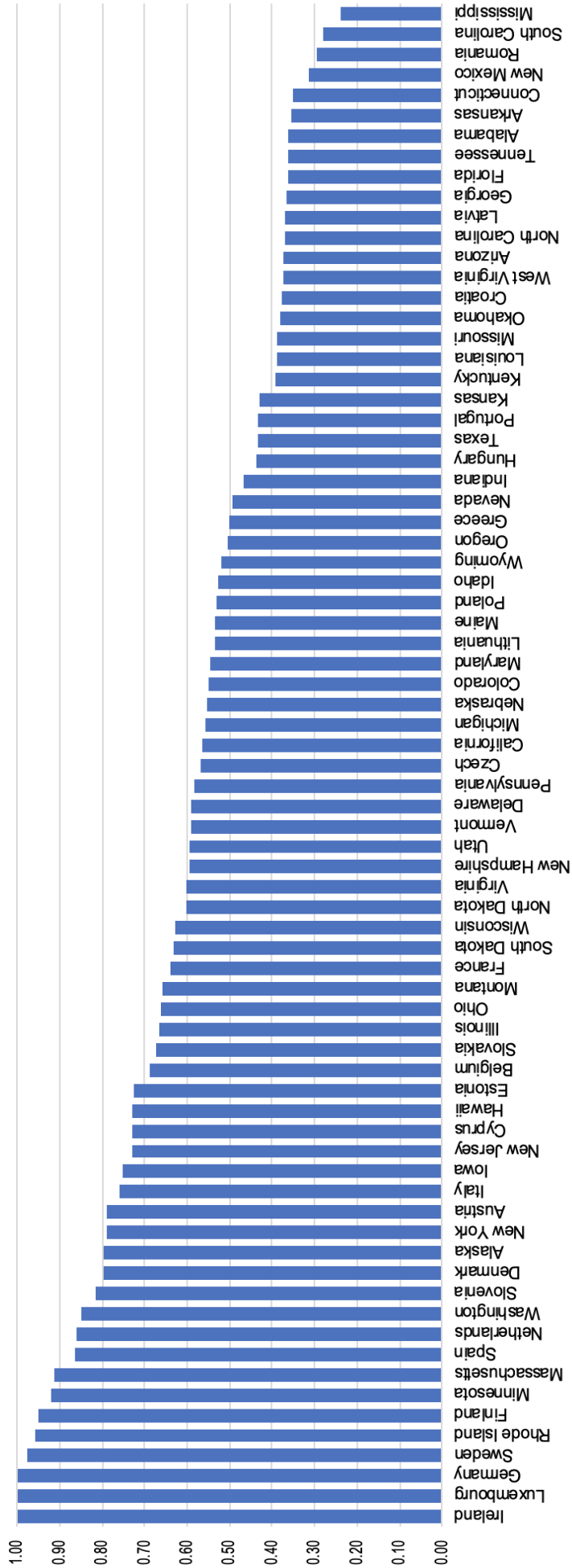
### 5.3 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA)

Για την τελική συγκριτική αξιολόγηση χρησιμοποιείται η μέθοδος DEA με input-oriented CCR model. Για τη ανάλυση με τη μέθοδο DEA χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ενός μόνο έτους (2018). Πιο συγκεκριμένα, ως input θεωρήθηκε ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα και ως outputs θεωρήθηκαν διαφορετικές μεταβλητές (π.χ. ΑΕΠ, στόλος οχημάτων, έκταση κτλ). Το Return to Scale (RTS) θεωρήθηκε Constant Return to Scale (crs) το οποίο σημαίνει ότι η αύξηση στα inputs οδηγεί σε ανάλογη αύξηση στο output. Χρησιμοποιείται το model\_basic ώστε να λυθεί το μοντέλο CCR DEA με συνολική τεχνική αποδοτικότητα και όχι σχετική αποδοτικότητα. Το orientation είναι input-oriented το οποίο επιτρέπει στην ελαχιστοποίηση των inputs για το επιθυμητό επίπεδο των outputs. Έγιναν διάφορες δοκιμές με αρκετούς συνδυασμούς μεταβλητών. Ωστόσο, παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της καλύτερης δοκιμής. Η δοκιμή αυτή περιλαμβάνει τις μεταβλητές του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, τον πληθυσμό, τον αριθμό των οχημάτων, το ΑΕΠ και τις εκπομπές ρύπων.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατάταξη των χωρών με βάση τα αποτελέσματα της DEA. Οι χώρες με το υψηλότερο σκορ για τις επιδόσεις οδικής ασφάλειας είναι η Ιρλανδία, το Λουξεμβούργο, η Γερμανία και η Σουηδία ενώ οι χώρες με το χαμηλότερο σκορ είναι οι πολιτείες Νέο Μεξικό, Ρουμανία, Νότια Καρολίνα και Μισισσιπή. Συνολικά 27 Κράτη/Πολιτείες κατατάχθηκαν με επίδοση μικρότερη από 0.5. Την υψηλότερη και χαμηλότερη επίδοση στην ΕΕ είχε η Ιρλανδία και η Ρουμανία. Αντιστοίχως στις ΗΠΑ την υψηλότερη και χαμηλότερη επίδοση την είχε το Ροούντ Αϊλαντ και το Μισισσιπί.

Συνολικά, η εφαρμογή της DEA κατέδειξε ότι τα Κράτη της Ε.Ε. έχουν καλύτερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας σε σύγκριση με τις Πολιτείες των Η.Π.Α. ενδεχομένως κυρίως λόγω του μεγαλύτερου αριθμού κυκλοφορούντων οχημάτων και μικρότερου ποσοστού δημόσιων συγκοινωνιών στις Η.Π.Α.

DEA Efficiency Scores: Fatalities-Pop, MotVeh, GasEm, GDP



## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

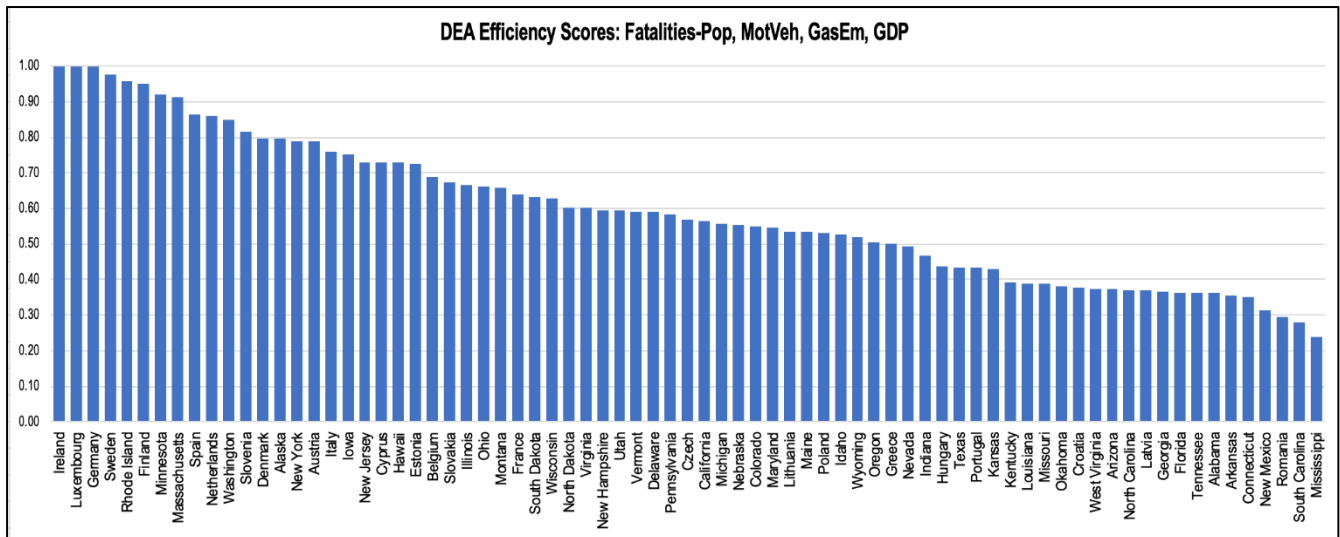
Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός των παραγόντων επιρροής του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στις ΗΠΑ και στην ΕΕ και η συγκριτική αξιολόγηση των επιδόσεων τους. Για τον λόγο αυτό, αναπτύχθηκαν στατιστικά μοντέλα και διερευνήθηκαν οι παράγοντες επιρροής του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων.

Τα δεδομένα που αναλύθηκαν προέκυψαν από την συλλογή στοιχείων από επίσημες βάσεις δεδομένων των ΗΠΑ και της ΕΕ. Μετά τη συλλογή των στοιχείων διαμορφώθηκε ο τελικός πίνακας που περιέχει όλα τα δεδομένα που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα.

Καταρχήν αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, στα οποία, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκαν οι θάνατοι ανά εκατομμύριο κατοίκων (FatpPop) ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές προέκυψαν μετά από πολλές δοκιμές: ο συνολικός αριθμός οχημάτων (MotVeh), το κατά κεφαλήν ΑΕΠ (GDPpCap), και το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο (RurlnSpeed), όπως φαίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Η.Π.Α.			Ε.Ε.		
	Τιμές συντ.	Σχετική επιρροή		Τιμές συντ.	Σχετική επιρροή	
		ei* (σχετική επιρροή)	ei (ελαστικότητα)		ei* (σχετική επιρροή)	ei (ελαστικότητα)
Σταθερός όρος	-183			57		
MotVeh	-2.661E-07	<b>-1.00</b>	-0.012	-3.985E-07	<b>-2.24</b>	-0.052
GDPpCap	-0.00023	<b>-9.52</b>	-0.114	-0.0005	<b>-1.00</b>	-0.023
RurlnSpeed	2.8	<b>225.04</b>	2.702	0.275	<b>13.55</b>	0.312

Για τη συγκριτική αξιολόγηση συγκρίθηκαν τα Κράτη/Πολιτείες με τη μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) όπου έγινε κατάταξη των διαφορετικών συστημάτων με βάση τη συνολική τεχνική αποδοτικότητά τους. Επιλέχθηκε τύπος μοντέλου input-oriented και σημειώθηκαν οι μεγαλύτερες επιδόσεις με τιμή 1. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατάταξη των Κρατών/Πολιτειών με βάση τη μέθοδο DEA.



## 6.2 Συνολικά Συμπεράσματα

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας προέκυψαν αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με τον κύριο στόχο που είχε τεθεί αρχικά. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- **Όσο αυξάνεται το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο αυξάνεται ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα** ανά εκατομμύριο κατοίκων τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. Πιθανή εξήγηση είναι ότι όσο υψηλότερο είναι το όριο ταχύτητας τόσο οι οδηγοί οδηγούν με υψηλότερες ταχύτητες και συνεπώς αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος. Επιπλέον, από την ανάλυση ελαστικότητας διαπιστώθηκε ότι το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο επηρεάζει πιο πολύ τον αριθμό θανάτων από οδικό ατύχημα στις Η.Π.Α. σε σχέση με την Ε.Ε.
- **Η αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συσχετίζεται με τη μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε.** Πρόκειται για έναν δείκτη που υποδεικνύει την οικονομική ανάπτυξη ενός κράτους και τη συνήθως συνεπαγόμενη υψηλότερη κουλτούρα οδικής ασφάλειας που συμπεριλαμβάνει καλύτερους οδηγούς, καλύτερα οχήματα και καλύτερες υποδομές. Επιπλέον, η συσχέτιση αυτή είναι σύμφωνη και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. έχει υψηλότερη επιρροή στις μεταβολές των θανάτων στις Η.Π.Α. από ότι έχει στην ΕΕ.
- Και για τις δύο ομάδες κρατών προέκυψε ότι **η αύξηση του στόλου οχημάτων συσχετίζεται αρνητικά με τον αριθμό των νεκρών** στα οδικά ατυχήματα. Πιθανώς, η αύξηση των οχημάτων να δημιουργεί συνθήκες κορεσμού κατά τις

οποίες οι οδηγοί αναγκάζονται να χαμηλώσουν την ταχύτητά τους και ως εκ τούτου τα πιθανά ατυχήματα να είναι λιγότερα και λιγότερο σοβαρά. Από την ανάλυση ευαισθησίας, η μεταβλητή του συνολικού αριθμού οχημάτων έχει περίπου την ίδια επιρροή στους θανάτους τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην ΕΕ

- Από τις σχετικές επιρροές των μεταβλητών, προέκυψε ότι **η μεταβλητή που επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκων σε οδικά ατυχήματα τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ε.Ε. είναι το όριο ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο**. Ωστόσο, η επιρροή της μεταβλητής αυτής, είναι εμφανώς μεγαλύτερη στις Η.Π.Α. Στις Η.Π.Α. τα όρια ταχύτητας είναι υψηλότερα με περισσότερη διακύμανση ανά Πολιτεία. Στις ΗΠΑ, η αύξηση των ορίων ταχύτητας έχει επιτραπεί για να επιτευχθεί ο στόχος μείωσης του ημερήσιου χρόνου εντός οχήματος. Ωστόσο, τα αυξημένα όρια ταχύτητας αυξάνουν και την απόσταση που απαιτείται για την πέδηση του οχήματος κατά το φρενάρισμα. Επίσης, σε υψηλότερες ταχύτητες οι μικρές στροφές στο τιμόνι του οδηγού οδηγούν σε «εκτροπές» από την πορεία που ακολουθεί. Τέλος, η αύξηση της ταχύτητας αυξάνει την ορμή του οχήματος κατά την κρούση το οποίο αυξάνει την επικινδυνότητα των ατυχημάτων που προκύπτουν.
- Η κατάταξη των χωρών με βάση τα αποτελέσματα της DEA έδειξαν ότι **τα Κράτη της Ε.Ε. έχουν καλύτερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας σε σύγκριση με τις Πολιτείες των Η.Π.Α.** Το γεγονός αυτό ενδεχομένως εξηγείται από τον μεγαλύτερο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων και το μικρότερο ποσοστό δημόσιων συγκοινωνιών στις Η.Π.Α.
- Οι χώρες με τις υψηλότερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας είναι η **Ιρλανδία, το Λουξεμβούργο, η Γερμανία και Σουηδία** ενώ οι χώρες με τις χαμηλότερες επιδόσεις είναι η Ρουμανία, Νέο Μεξικό, Νότια Καρολίνα και το Μισσιπί.

### 6.3 Προτάσεις για Αξιοποίηση των Αποτελεσμάτων

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων, αλλά και σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία, είναι δυνατό να διατυπωθούν οι συνολικές προτάσεις της Διπλωματικής Εργασίας, όπως αυτές συνοψίζονται παρακάτω.

Οι φορείς της Πολιτείας που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή και την παρακολούθηση της προόδου των εθνικών προγραμμάτων οδικής ασφάλειας οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη την επιρροή οικονομικών δεικτών όπως το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και κοινωνικών δεικτών όπως ο στόλος οχημάτων και τα όρια ταχύτητας κατά τη φάση της αξιολόγησης της εφαρμογής του προγράμματος.



Επιπλέον, μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης των επιδόσεων οδικής ασφάλειας των χωρών/πολιτειών, δίνεται η ευκαιρία να εντοπιστούν τα κράτη με τις καλύτερες επιδόσεις και να αποτελέσουν πρότυπα για τις υπόλοιπες χώρες μέσω διαφόρων καλών πρακτικών οδικής ασφάλειας που εφαρμόζουν.

Τέλος, τα κράτη οφείλουν να θέσουν ως στόχο τη μείωση των ορίων ταχύτητας, καθώς τα υψηλότερα όρια ταχύτητας στο υπεραστικό δίκτυο συσχετίζονται με την αύξηση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα και έχουν τη μεγαλύτερη και πιο άμεση επιρροή στην οδική ασφάλεια.

#### **6.4 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα**

Αρκετά ενδιαφέρουσα θα ήταν η επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας σε μεγαλύτερο αριθμό χωρών και εκτός Ε.Ε. και Η.Π.Α. ώστε να γίνουν συγκρίσεις για τη διαπίστωση εάν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έχουν την ίδια ισχύ παγκοσμίως καθώς και εάν ισχύουν παρόμοια αποτελέσματα συγκρίσεων των επιδόσεων οδικής ασφάλειας των χωρών.

Επιπροσθέτως, ένα ακόμη βήμα περαιτέρω έρευνας θα ήταν να συλλεχθούν δεδομένα για επιπλέον μεταβλητές που περιγράφουν τις κοινωνικές συνθήκες ώστε να διερευνηθεί και η συσχέτιση της κοινωνικής κατάστασης με την οδική ασφάλεια.

Τέλος, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η διερεύνηση της συσχέτισης των ίδιων δεικτών με τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα με χρήση άλλων στατιστικών μεθόδων. Για παράδειγμα, θα ήταν χρήσιμο να συγκεντρωθούν στοιχεία για μεγαλύτερο χρονικό εύρος και να γίνει χρήση ανάλυσης χρονοσειρών.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. "US Data." *PRB*, <https://www.prb.org/usdata/indicator/population/snapshot/>.
2. "Population, Total - European Union." *Data*, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2019&locations=EU&start=1997&view=chart>.
3. "GDP (Current US\$) - European Union." *Data*, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=EU>.
4. "Unemployment - Unemployment Rate - OECD Data." *TheOECD*, <https://data.oecd.org/unemp/unemployment-rate.htm>.
5. "Human Development - Artículos." *Investigación Fundación Rafael Del Pino*, [https://frdelpino.es/investigacion/en/category/01\\_social-sciences/02\\_world-economy/03\\_human-development-world-economy/?lang=en](https://frdelpino.es/investigacion/en/category/01_social-sciences/02_world-economy/03_human-development-world-economy/?lang=en).
6. "Who European Health Information at Your Fingertips." *World Health Organization*, World Health Organization, [https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hlthres\\_245-total-hospital-beds-per-100-000/visualizations/#id=28512&tab=table](https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hlthres_245-total-hospital-beds-per-100-000/visualizations/#id=28512&tab=table).
7. *European Commission*, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/road\\_if\\_motorwa/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/road_if_motorwa/default/table?lang=en).
8. "Size of the Vehicle Fleet in Europe." *European Environment Agency*, 11 May 2021, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/size-of-the-vehicle-fleet/size-of-the-vehicle-fleet-10>.
9. "Final Energy Consumption by Transport Mode." *European Environment Agency*, 17 Dec. 2019, [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/final-energy-consumption-by-transport-6#tab-chart\\_3](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/final-energy-consumption-by-transport-6#tab-chart_3).
10. "Bureau of Economic Analysis." *U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA)*, <https://www.bea.gov/>.
11. "Annual Unemployment Rates by State." *Annual Unemployment Rates by State | Iowa Community Indicators Program*, <https://www.icip.iastate.edu/tables/employment/unemployment-states>.
12. "Sub-National HDI - Subnational HDI." *Global Data Lab*, [https://globaldatalab.org/shdi/shdi/USA/?levels=1%2B4&interpolation=0&extrapolation=0&nearest\\_real=0](https://globaldatalab.org/shdi/shdi/USA/?levels=1%2B4&interpolation=0&extrapolation=0&nearest_real=0).
13. *Oecd. Health Care Resources : Hospital Beds*, <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=30183>.
14. "Energy Consumption and CO2 Emissions." *Energy Consumption and CO2 Emissions | Bureau of Transportation Statistics*, <https://www.bts.gov/browse-statistical-products-and-data/state-transportation-statistics/energy-consumption-and-co2>.

15. "State Transportation by the Numbers." *State Transportation by the Numbers | Bureau of Transportation Statistics*, <https://www.bts.gov/browse-statistical-products-and-data/state-transportation-statistics/state-transportation-numbers>.
16. "NHTSA File Downloads." *NHTSA*, <https://www.nhtsa.gov/file-downloads?p=nhtsa%2Fdownloads%2FFARS%2F>.
17. "EU Countries - the Member States of the European Union." *SchengenVisaInfo.com*, 24 Nov. 2020, <https://www.schengenvisa.info.com/eu-countries/>.
18. KHAN, Imran. "Annual Statistical Report." *Mobility and Transport - European Commission*, 10 June 2021, [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/observatory/statistics/annual\\_accident\\_report\\_en](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/observatory/statistics/annual_accident_report_en).
19. Bureau, US Census. "Income and Poverty in the United States: 2020." *Census.gov*, 18 Oct. 2021, <https://www.census.gov/library/publications/2021/demo/p60-273.html#:~:text=Median%20household%20income%20was%20%2467%2C521,and%20Table%20A%2D1>).
20. "Global Data Lab." *Institute for Management Research*, <https://www.ru.nl/nsm/imr/research-facilities/global-data-lab/>.
21. "Energy Consumption and CO2 Emissions." *Energy Consumption and CO2 Emissions | Bureau of Transportation Statistics*, <https://www.bts.gov/browse-statistical-products-and-data/state-transportation-statistics/energy-consumption-and-co2>.
22. "Size of States." *State Symbols USA*, <https://statesymbolsusa.org/symbol-official-item/national-us/uncategorized/states-size>.
23. "Speed: Maximum Posted Speed Limits by State." *IIHS*, <https://www.iihs.org/topics/speed/speed-limit-laws>.
24. "Unemployment Statistics." *Unemployment Statistics - Statistics Explained*, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Unemployment\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Unemployment_statistics).
25. "Income and Living Conditions." *Database - Income and Living Conditions - Eurostat*, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/income-and-living-conditions/data/database>.
26. *European Commission*, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ttr00002/default/table?!lang=en>.
27. "Report - Vehicles in Use, Europe 2021." *ACEA*, 26 Aug. 2021, <https://www.acea.auto/publication/report-vehicles-in-use-europe-january-2021/>.
28. Flannagan, C. A. C., Bálint, A., Klinich, K. D., Sander, U., Manary, M. A., Cuny, S., McCarthy, M., Phan, V., Wallbank, C., Green, P. E., Sui, B., Forsman, Å., & Fagerlind, H. (2018). Comparing motor-vehicle crash risk of EU and US vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, 117, 392–397. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.003>

29. Evans, L. (2014). Traffic fatality reductions: United States compared with 25 other countries. *American Journal of Public Health, 104*(8), 1501–1507. <https://doi.org/10.2105/ajph.2014.301922>
30. Yannis, G., Antoniou, C., Papadimitriou, E., & Katsochis, D. (2011). When may road fatalities start to decrease? *Journal of Safety Research, 42*(1), 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2010.11.003>
31. Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., & Vanhoof, K. (2012). Road Safety Risk Evaluation and target setting using data envelopment analysis and its extensions. *Accident Analysis & Prevention, 48*, 430–441. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.02.020>
32. Egilmez, G., & McAvoy, D. (2013). Benchmarking Road Safety of U.S. states: A DEA-based Malmquist Productivity index approach. *Accident Analysis & Prevention, 53*, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.12.038>