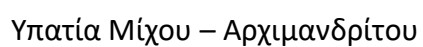


ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Επιβλέπων: Γεώργιος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την πολύτιμη καθοδήγηση του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία και τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Παράλληλα, ευχαριστώ ιδιαίτερα και τα άλλα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Ι. Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και κ.Ε. Βλαχογιάννη, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Άκη Θεοφιλάτο, Μεταδιδάκτορα ΕΜΠ, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του σε σημαντικά θέματα της Διπλωματικής Εργασίας και ιδιαίτερα κατά το στάδιο της στατιστικής ανάλυσης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Ιούλιος 2018
Υπατία Μίχου – Αρχιμανδρίτου

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Υπατία Μίχου – Αρχιμανδρίτου
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η συγκριτική διερεύνηση του κόστους των νεκρών και των σοβαρά τραυματισμένων στα οδικά ατυχήματα και συγκεκριμένα η συσχέτιση τους με κοινωνικούς, συγκοινωνιακούς και οικονομικούς δείκτες στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για την ανάλυση, αξιοποιήθηκαν στοιχεία από διάφορες διεθνείς πηγές και αναπτύχθηκε ενιαία βάση δεδομένων με στοιχεία για όλα τα κράτη για το ποσοστό χρήσης επιβατικών οχημάτων, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., τον πληθυσμό, τον αριθμό νεκρών στα οδικά ατυχήματα, τις αυτοκτονίες, τον αριθμό επιβατικών οχημάτων, τον οικονομικό δείκτη Misery Index και άλλους για το έτος 2015. Με την μέθοδο της στατιστικής ομαδοποίησης (two-step cluster) πραγματοποιήθηκε ο διαχωρισμός των κρατών σε τρεις ομάδες (οικονομικά ισχυρά, οικονομικά αδύναμα, πληθυσμιακά μεγάλα). Εφαρμόστηκε μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης τόσο για το σύνολο των κρατών, όσο και για τις επιμέρους ομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση του ποσοστού χρήσης επιβατικών οχημάτων οδηγεί σε μείωση του κόστους ατυχήματος, ενώ αντίθετα η αύξηση του οικονομικού δείκτη Misery Index οδηγεί σε αύξηση του κόστους. Επιπλέον, στα οικονομικά ισχυρά κράτη παρατηρείται υψηλότερο κόστος ατυχήματος σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες.

Λέξεις κλειδιά: Κόστος οδικών ατυχημάτων, κοινωνικοί και οικονομικοί δείκτες, πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση

COMPARATIVE INVESTIGATION OF ROAD ACCIDENTS COST IN THE EUROPEAN UNION

Ypatia Mihou – Archimandritou
Supervisor: George Yannis, Professor, NTUA

ABSTRACT

The objective of this Diploma Thesis is the comparative investigation of road accidents cost in the European Union and its correlation with social, economic and transport indicators. For this analysis, data from various international sources were exploited and a common database was developed, containing data about the rate of passenger cars use, GDP per capita, population, road accidents fatalities, suicides, number of passenger cars, Misery Index and other for the year 2015. With the use

of two-step cluster analysis, the countries were classified in three groups (economically strong, economically weak, large population). Multiple Linear Regression Models were developed and applied for all European countries tested and also for the three groups. The results led to a conclusion that an increase of the rate of passenger cars use leads to a decrease of the accident cost, while an increase of Misery Index leads to an increase of the accident cost. Furthermore, in economically strong countries higher accident cost is observed in comparison to the other two groups.

Key words: road accident cost, social and economic indicators, multiple linear regression

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **συγκριτική διερεύνηση του κόστους των νεκρών και σοβαρά τραυματισμένων στα οδικά ατυχήματα** στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παράλληλα, εξετάστηκε η **επιρροή κοινωνικών, οικονομικών και συγκοινωνιακών δεικτών** στο κόστος των ατυχημάτων.

Έχοντας ορίσει τον επιδιωκόμενο στόχο, αναζητήθηκε **βιβλιογραφία** ερευνών με αντικείμενο έρευνας παρεμφερές με εκείνο της συγκεκριμένης διατριβής. Οι μελέτες που εντοπίστηκαν, εγχώριες και διεθνείς, αφορούσαν στον υπολογισμό του κόστους των οδικών ατυχημάτων και στη συσχέτιση των κοινωνικών και οικονομικών δεικτών με τον αριθμό των θυμάτων από οδικά ατυχήματα. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν έρευνες των οποίων το αντικείμενο να ταυτίζεται με το αντίστοιχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή την σύνδεση του κόστους των οδικών ατυχημάτων με κοινωνικές, οικονομικές και συγκοινωνιακές παραμέτρους.

Στη συνέχεια, για την **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** αξιοποιήθηκαν οι βάσεις δεδομένων διάφορων οργανισμών όπως οι Eurostat, W.H.O., U.N.D.P. και άλλοι. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν κοινωνικά, οικονομικά και συγκοινωνιακά χαρακτηριστικά των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2015 και έχουν αναφερθεί εκτενώς σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Ακολούθησε η **επεξεργασία των δεδομένων**, προκειμένου να εισαχθούν στο ειδικό στατιστικό λογισμικό SPSS και να καθοριστεί η κατάλληλη μεθοδολογία ανάλυσης. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Σε πρώτο στάδιο, **η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης** (με εξαίρεση το Λουξεμβούργο και τη Ρουμανία, όπου τα στοιχεία ήταν ελλιπή), με την ανάπτυξη δύο στατιστικών μοντέλων. Το ένα προσδιόριζε τη σχέση του κόστους των θανατηφόρων ατυχημάτων με τους προαναφερθέντες δείκτες και το άλλο την αντίστοιχη σχέση των ατυχημάτων με σοβαρό τραυματισμό. Το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης, αφορούσε καταρχήν στον **διαχωρισμό των κρατών σε ομάδες** με παρεμφερή κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά. Οι ομάδες προέκυψαν από την εξαγωγή σχετικού στατιστικού μοντέλου με βάση τον πληθυσμό, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού της κάθε χώρας και στη συνέχεια, δημιουργήθηκε ένα **μοντέλο για το κόστος των θανατηφόρων ατυχημάτων με συμμετοχή των ομάδων των κρατών, όπου επιχειρήθηκε να διερευνηθεί η επιρροή της κάθε ομάδας σε συγκριτικό επίπεδο.**

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τελική επιλογή των μοντέλων, έγινε μετά από πολλές δοκιμές συνδυασμών ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Ορισμένα από τα

στοιχεία που είχαν συλλεχθεί αρχικά, εν τέλει δεν αξιοποιήθηκαν, ενώ κατά την ανάπτυξη του τέταρτου μοντέλου, εισήχθησαν νέες μεταβλητές, προκειμένου να εξαχθεί ένα στατιστικά αποδεκτό και λογικά ερμηνεύσιμο μαθηματικό μοντέλο.

Ακολουθούν συγκεντρωτικοί πίνακες των τελικών στατιστικών μοντέλων.

	CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3
	AUSTRIA	BULGARIA	FRANCE
	BELGIUM	CROATIA	GERMANY
	DENMARK	CYPRUS	ITALY
	FINLAND	CZECH REPUBLIC	SPAIN
	IRELAND	ESTONIA	UNITED KINGDOM
	NETHERLANDS	GREECE	
	SWEDEN	HUNGARY	
		LATVIA	
		LITHUANIA	
		MALTA	
		POLAND	
		PORTUGAL	
		SLOVAKIA	
		SLOVENIA	
SUM	7	14	5

Πίνακας 6.1: Διαχωρισμός των κρατών μελών της Ε.Ε. σε τρεις κλάσεις

	ALL COUNTRIES						3 CLUSTERS	
	Cost per Fatal Accident			Cost per Accident with Serious Injury			Cost per Fatal Accident	
	R(square)	ANOVA (Sig.)	R(square)	ANOVA (Sig.)	R(square)	ANOVA (Sig.)	R(square)	ANOVA (Sig.)
Independent Variables	0,414	0,019	0,388	0,029	0,570	0,008		
Constant	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.		
Cars per million population	1,939	0,066	8,378	0,00	11,108	0,00		
Cluster 2	2,730	0,013						
Cluster 3					-4,136	0,001		
Passenger enter/total enterp					-1,954	0,066		
Log(percent of total consumption)					-1,890	0,074		
Log(Suicides)			2,346	0,029	2,734	0,013		
Misery Index(square)	1,675	0,109						
Misery Index			2,259	0,035				
Misery Index(^4)					1,661	0,113		
Modal split			-2,917	0,008				
Modal split(square)	-2,208	0,039			-1,676	0,110		
Road Fatalities(per million pop)			-2,760	0,012				
Suicides/Road Fatalities	1,760	0,093						

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων

Τα σημαντικότερα εκ των συμπερασμάτων, που προέκυψαν, αναλύονται παρακάτω.

1. Στα τρία μαθηματικά μοντέλα που εξήχθησαν για το κόστος ατυχήματος με νεκρό ή σοβαρά τραυματισμένο, παρατηρείται συστηματικά ότι **η μείωση του ποσοστού χρήσης επιβατικών οχημάτων συνδέεται με την αύξηση του κόστους ατυχήματος**. Η χαμηλή χρήση των επιβατικών οχημάτων και κατά συνέπεια η σημαντική αξιοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς, ενδεχομένως, φανερώνει την ύπαρξη καλύτερων υποδομών και με αποτελεσματικότερη λειτουργία. Οι συνθήκες αυτές συναντώνται συνήθως σε κράτη με εύρωστες οικονομίες και αναπτυγμένες κοινωνικές δομές, όπου η ανθρώπινη ζωή αποτιμάται οικονομικά υψηλότερα. Επομένως, στις χώρες αυτές το κόστος ενός οδικού ατυχήματος, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η αποκατάσταση του ασθενή και των συγγενών, είναι λογικό να ταυτίζεται με υψηλότερα ποσά. Επιπλέον, αποδείχθηκε πως **το ποσοστό χρήσης επιβατικών οχημάτων επηρεάζει περίπου 11 φορές περισσότερο το κόστος ατυχημάτων σε σύγκριση με το Misery Index**.
2. Και από τα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν για το κόστος ατυχήματος με νεκρό ή σοβαρά τραυματισμένο, διαπιστώθηκε η σημαντική επιρροή του οικονομικού δείκτη **Misery Index, η μεταβολή του οποίου είναι ομόσημη με τη μεταβολή του κόστους ατυχήματος**. Μία πιθανή εξήγηση αποτελεί το γεγονός ότι η πιο σημαντική συνιστώσα του οικονομικού δείκτη είναι η ανεργία, η οποία μπορεί να επηρεάζει και τους εργασιακούς κλάδους της υγείας, των δικηγορικών και ασφαλιστικών εταιρειών, της αστυνομίας και γενικότερα όλες τις υπηρεσίες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση ενός οδικού ατυχήματος και των κάθε μορφής συνεπειών του. Καθώς η ζήτηση για το σύνολο των υπηρεσιών αυτών παραμένει υψηλή, ενώ παράλληλα μειώνονται οι πάροχοι τους, είναι πιθανό να αυξάνονται οι τιμές τους και κατ' επέκταση το κόστος ατυχήματος.
3. Αξίζει να σημειωθεί ότι, όπως και οι δύο μεταβλητές που αναλύθηκαν προηγουμένως, ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού, παρουσίασε όμοιο πρόσημο επιρροής τόσο στο κόστος ατυχήματος με νεκρό, όσο και στο κόστος ατυχήματος με σοβαρά τραυματισμένο. Συγκεκριμένα, **ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού συσχετίζεται θετικά με τα δύο κόστη**. Η εξήγηση του σύνθετου αυτού φαινομένου δεν είναι δυνατή χωρίς να έχουν διαχωριστεί οι επιμέρους ομάδες κρατών.
4. Από την επεξεργασία των δεδομένων και την προβολή τους σε διαγράμματα έγινε εμφανές πως **ο αριθμός των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού έχει αρνητική σχέση τόσο με το κόστος οδικού ατυχήματος, όσο και με το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.** Τα υψηλά ποσοστά νεκρών σε οδικά ατυχήματα

εντοπίζονται, συνήθως, σε κράτη οικονομικά αδύναμα, που αντιμετωπίζουν περισσότερα οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα και η αξία της ανθρώπινης ζωής υποεκτιμάται, με πιθανή συνέπεια το χαμηλό κόστος των οδικών ατυχημάτων.

5. Κατά την επεξεργασία των στοιχείων, που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με το βιοτικό επίπεδο, διαπιστώθηκε η εμφανής επιρροή της οικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών (π.χ. και ιδιαίτερα στην Ελλάδα). Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με οποιονδήποτε κοινωνικό ή οικονομικό δείκτη, που έχει συμπεριληφθεί στην παρούσα έρευνα, **η Ελλάδα βρίσκεται σε χειρότερη θέση από τη μέση των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης**. Μοναδική, αλλά αξιοσημείωτη εξαίρεση αποτελεί ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, όπου στην Ελλάδα καταγράφονται οι λιγότερες αυτοκτονίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο.
6. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αριθμών των νεκρών από οδικά ατυχήματα και από αυτοκτονίες της κάθε χώρας και παρατηρήθηκε ένα γεωγραφικό μοτίβο ανάμεσα στα κράτη της Νότιας, της Ανατολικής και της Βορειοδυτικής Ευρώπης. Συγκεκριμένα, **οι ανατολικές χώρες διατηρούν τα υψηλότερα ποσοστά και στις δύο μορφές θνησιμότητας που αναφέρθηκαν. Τα νότια κράτη παρουσιάζουν τους μικρότερους αριθμούς αυτοκτονιών, ενώ τα βορειοδυτικά τους λιγότερους θανάτους από οδικά ατυχήματα.**
7. Από το στατιστικό μοντέλο ομαδοποίησης **προέκυψαν τρεις ομάδες: των πληθυσμιακά μεγάλων κρατών, των οικονομικά ισχυρών και των οικονομικά αδύναμων**. Εύλογα δημιουργήθηκε η πρώτη κατηγορία, καθώς ο μέσος πληθυσμός των μελών της ομάδας αυτής είναι περίπου οκτώ φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των άλλων δύο ομάδων. Ο διαχωρισμός των κρατών σε αυτές τις τρεις ομάδες επιβεβαιώνει την παρατήρηση της παρούσας εργασίας, αλλά και άλλων επιστημονικών ερευνών, πως το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και ο αριθμός των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού λειτουργούν αντιστρόφως ανάλογα. Το μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π της ομάδας των οικονομικά ισχυρών κρατών είναι σχεδόν τριπλάσιο από το αντίστοιχο των οικονομικά αδύναμων, ενώ οι νεκροί ανά εκατομμύριο πληθυσμού από οδικά ατυχήματα της πρώτης ομάδας είναι σημαντικά λιγότεροι από τους νεκρούς της δεύτερης ομάδας. Οι αντίστοιχες τιμές νεκρών και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. της κατηγορίας των πληθυσμιακά μεγάλων κρατών βρίσκονται ανάμεσα σε αυτές των δύο άλλων ομάδων, γεγονός που επιβεβαιώνει την καταλληλότητα του διαχωρισμού των χωρών.
8. Από το μοντέλο για το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος που αφορούσε στις τρεις ομάδες κρατών, προέκυψε η επιρροή της κάθε μίας σε συγκριτικό επίπεδο. Πιο αναλυτικά, **η αύξηση του κόστους θανατηφόρου ατυχήματος στις οικονομικά ισχυρές χώρες συνεπάγεται τη μείωση του αντίστοιχου**

κόστους στις οικονομικά αδύναμες και στις πληθυσμιακά μεγάλες. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να τεκμηριωθεί στη βάση της οικονομικής ευρωστίας μίας χώρας και κατ' επέκταση της δυνατότητας και θέλησης των πολιτών αλλά και των αρχών να διαθέσουν μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για να εξασφαλίσουν αρτιότερη αντιμετώπιση ενός οδικού δυστυχήματος.

9. Παρατηρήθηκε **ότι η μείωση του ποσοστού των επιχειρήσεων οδικών επιβατικών μεταφορών στο σύνολο των επιχειρήσεων οδικών μεταφορών επιφέρει την αύξηση του κόστους θανάσιμου ατυχήματος.** Ουσιαστικά, η μείωση του ποσοστού αυτού ταυτίζεται με την αύξηση των φορτηγών στις οδικές μεταφορές. Η παρουσία βαρέων οχημάτων, συνήθως, δυσχεραίνει την ομαλή κυκλοφορία και η εμπλοκή τους σε ατυχήματα αυξάνει το κόστος του ατυχήματος. Αυτό ίσως οφείλεται στις εκτενέστερες υλικές ζημιές, στην μεγαλύτερη πιθανότητα πολύνεκρου ατυχήματος, σε επιπλέον εταιρικά έξοδα ή οικονομικές ζημιές, στην παρεμπόδιση της κυκλοφορίας μετά το ατύχημα και άλλα.
10. Από το μαθηματικό μοντέλο διαπιστώθηκε πως **η αύξηση των συγκοινωνιακών εξόδων ως ποσοστό των συνολικών εξόδων των νοικοκυριών οδηγεί στην αύξηση του κόστους οδικού ατυχήματος με νεκρό.** Η αύξηση των εξόδων για συγκοινωνίες, ενδεχομένως, να κρύβει την αύξηση των κομίστρων στα μέσα μαζικής μεταφοράς και τις επενδύσεις στην επέκταση των ήδη υπάρχουσών συγκοινωνιακών υποδομών, ώστε να αξιοποιούνται από μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Όπως έχει προκύψει και προηγουμένως, η αυξημένη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, πιθανώς, υποδηλώνει κράτη οικονομικά ανεπτυγμένα, στα οποία η αξία της ζωής εκτιμάται περισσότερο και κατά συνέπεια το κόστος ενός οδικού ατυχήματος είναι υψηλό.

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική Ανασκόπηση.....	6
1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας.....	10
1.3 Μεθοδολογία της Διπλωματικής Εργασίας.....	11
1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας.....	14

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή.....	16
2.2 Κόστος των οδικών ατυχημάτων.....	16
2.2.1 Στάθμιση των οδικών ατυχημάτων.....	16
2.2.2 Ανάλυση των συνιστωσών του κόστους των οδικών ατυχημάτων.....	17
2.3 Μελέτες υπολογισμού του κόστους των οδικών ατυχημάτων.....	17
2.3.1 Ελλάδα.....	18
2.3.2 Διεθνώς.....	19
2.4 Μελέτες συσχέτισης των οδικών ατυχημάτων με κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες.....	22
2.5 Σύνοψη και κριτική αξιολόγηση.....	25

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Εισαγωγή.....	27
3.2 Βασικές έννοιες της στατιστικής.....	27
3.3 Συσχέτιση μεταβλητών – συντελεστής συσχέτισης.....	29
3.4 Βασικές κατανομές.....	30
3.4.1 Κανονική κατανομή.....	30
3.4.2 Κατανομή Poisson.....	30
3.4.3 Αρνητική διωνυμική κατανομή.....	31
3.5 Μαθηματικά Πρότυπα.....	31

3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση.....	31
3.5.2 Λογαριθμική Παλινδρόμηση.....	33
3.6 Στατιστική αξιολόγηση και κριτήρια αποδοχής μοντέλου.....	33
3.7 Λειτουργία ειδικού στατιστικού λογισμικού.....	36
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
4.1 Εισαγωγή.....	37
4.2 Συλλογή στοιχείων.....	37
4.2.1 Βάσεις δεδομένων.....	37
4.2.2 Προβλήματα κατά την συλλογή στοιχείων και η επίλυση τους.....	40
4.3 Επεξεργασία στοιχείων.....	40
5.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
5.1 Εισαγωγή.....	49
5.2 Γραμμική Παλινδρόμηση για το σύνολο των κρατών της Ε.Ε.....	49
5.2.1 Δημιουργία βάσης δεδομένων.....	49
5.2.2 Ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.....	50
5.2.3 Φαινόμενα Συσχέτισης.....	52
5.2.4 Μοντέλο για το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος.....	54
5.2.4.1 Αποτελέσματα μοντέλου.....	54
5.2.4.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	55
5.2.4.3 Ανάλυση ελαστικότητας.....	57
5.2.4.4 Ανάλυση ευαισθησίας.....	58
5.2.5 Μοντέλο για το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό.....	60
5.2.5.1 Αποτελέσματα μοντέλου.....	60
5.2.5.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	61
5.3 Μοντέλο Ομαδοποίησης των κρατών της Ε.Ε.....	62
5.3.1 Δημιουργία βάσης δεδομένων.....	62

5.3.2 Ανάπτυξη μοντέλου.....	62
5.3.3 Αποτελέσματα μοντέλου.....	63
5.3.4 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	66
5.4 Γραμμική Παλινδρόμηση για τις ομάδες κρατών της Ε.Ε.....	68
5.4.1 Δημιουργία βάσης δεδομένων.....	68
5.4.2 Ανάπτυξη μοντέλου για το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος.....	69
5.4.3 Αποτελέσματα μοντέλου.....	70
5.4.4 Περιγραφή μοντέλου.....	71

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων.....	74
6.2 Συμπεράσματα.....	77
6.3 Προτάσεις.....	79
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	80

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	81
-------------------------------------	-----------

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Οικονομικό κόστος ατυχήματος με νεκρό, σοβαρό τραυματισμό και ελαφρύ τραυματισμό.....	4
Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t	34
Πίνακας 4.1 : Βάση δεδομένων (εικόνα 1/5).....	41
Πίνακας 4.2 : Βάση δεδομένων (εικόνα 2/5).....	41
Πίνακας 4.3 : Βάση δεδομένων (εικόνα 3/5).....	42
Πίνακας 4.4 : Βάση δεδομένων (εικόνα 4/5).....	42
Πίνακας 4.5 : Βάση δεδομένων (εικόνα 5/5).....	43
Πίνακας 4.6 : Κατάταξη των κρατών της Ε.Ε κατά φθίνουσα σειρά με βάση τον αριθμό των αυτοκτονιών και των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά 100.000 πληθυσμού καθώς και το άθροισμα των δύο αυτών.....	47

Πίνακας 5.1 : Έλεγχος συσχέτισης των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο για το κόστος ατυχήματος με νεκρό για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	53
Πίνακας 5.2 : Έλεγχος συσχέτισης των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο για το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό για το σύνολο των κρατών της Ε.Ε.....	53
Πίνακας 5.3 : Σύνοψη για το μοντέλο του κόστους ατυχήματος με νεκρό.....	54
Πίνακας 5.4: Τιμές ελαστικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών.....	57
Πίνακας 5.5 : Σύνοψη μοντέλου κόστους ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό.....	60
Πίνακας 5.6 : Σύνοψη για το μοντέλο ομαδοποίησης των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	64
Πίνακας 5.7 : Διαχωρισμός των κρατών της Ε.Ε. στις τρεις ομάδες που δημιουργήθηκαν.....	65
Πίνακας 5.8 : Η τάση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και του αριθμού νεκρών από οδικά ατυχήματα για τις τρεις ομάδες κρατών.....	67
Πίνακας 5.9 : Προσθήκη δεδομένων στην ήδη υπάρχουσα βάση.....	69
Πίνακας 5.10 : Σύνοψη του μοντέλου κόστους θανατηφόρου ατυχήματος για τις ομάδες κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	70
Πίνακας 6.1: Διαχωρισμός των κρατών μελών της Ε.Ε. σε τρεις κλάσεις.....	75
Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων.....	76

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1 : Ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε συνδυασμό με το κόστος ατυχήματος με νεκρό.....	8
Διάγραμμα 1.2 : Ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε συνδυασμό με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν.....	9
Διάγραμμα 1.3 : Σχηματική απεικόνιση των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.....	13
Διάγραμμα 4.1 : Οικονομικό κόστος ατυχήματος με νεκρό, σοβαρό τραυματισμό και ελαφρύ τραυματισμό στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	44

Διάγραμμα 4.2 : Συσχέτιση του αριθμού νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού με το Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	45
Διάγραμμα 4.3 : Το κόστος ατυχήματος με νεκρό σε συνδυασμό με τον αριθμό αυτοκτονιών ανά 100.000 πληθυσμού για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	45
Διάγραμμα 4.4 : Το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό (ευρώ) σε συνδυασμό με τον αριθμό των επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις χώρες της Ε.Ε.....	46
Διάγραμμα 4.5 : Το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό (ευρώ) σε συνδυασμό με τον οικονομικό δείκτη Misery Index για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	46
Διάγραμμα 5.1: Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του ποσοστού χρήσης επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, στο κόστος θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.....	58
Διάγραμμα 5.2: Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του Misery Index στο κόστος θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.....	59
Διάγραμμα 5.3: Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του αριθμού των επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού μεταφοράς, στο κόστος θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.....	59

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1 : Επεξήγηση πιθανών τιμών συντελεστή συσχέτισης (Πηγή: Σύγγραμμα «Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς»).....	29
Εικόνα 5.1 : Μέρος της βάσης δεδομένων για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο στατιστικό λογισμικό SPSS.....	50
Εικόνα 5.2 : Αποτύπωση των τριών ομάδων κρατών σε χάρτη της Ευρώπης.....	68

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη της εκάστοτε κοινωνίας είναι συνυφασμένη με την ύπαρξη δικτύου μεταφορών. Πιο συγκεκριμένα, οι **οδικές μεταφορές** αποτελούν μέχρι και σήμερα θεμελιώδες στοιχείο βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου των πολιτών. Συγχρόνως όμως η αυξανόμενη ζήτηση και χρήση των μέσων μεταφοράς κάτω από ορισμένες συνθήκες οδηγούν σε **απώλειες τόσο ανθρώπινες, όσο και υλικές**. Αξίζει να σημειωθεί πως από μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Harvard και την Παγκόσμια τράπεζα, προέκυψε πως τα τροχαία ατυχήματα από την όγδοη θέση που κατείχαν ως αιτίες θανάτου το 1990, αναμένεται να αναρριχηθούν στην τρίτη θέση το 2020. (δείκτης DALY's), (Murray, Lopez, 1996).

Αδιαμφισβήτητα, η βαρύτερη απώλεια ενός οδικού ατυχήματος είναι η ανθρώπινη ζωή. Ωστόσο, πέρα από την ανθρώπινη ζωή το κόστος δεν περιορίζεται μόνο στις προφανείς υλικές ζημιές. Οι επιπτώσεις ενός οδικού ατυχήματος περιλαμβάνουν τα ιατρικά έξοδα, την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, την μείωση της παραγωγικής ικανότητας, την καταστροφή ιδιωτικής ή δημόσιας περιουσίας και υποδομών καθώς και έξοδα διεκπεραιωτικού χαρακτήρα όπως ασφαλιστικές και νομικές διαδικασίες. Το σύνολο των παραπάνω ανέρχεται σε εκατοντάδες χιλιάδων ευρώ, καθιστώντας αναγκαία την λήψη μέτρων αντιμετώπισης.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το **οικονομικό κόστος των θανατηφόρων ατυχημάτων, των σοβαρών και ελαφρών τραυματισμών σε οδικά ατυχήματα** για τις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εξαίρεση το Λουξεμβούργο και την Ρουμανία, όπου τα στοιχεία ήταν ελλιπή. Το κόστος αυτό προέκυψε από έρευνα του ερευνητικού έργου SafetyCube (2017) με συνυπολογισμό όλων των παραπάνω παραγόντων ως οικονομικές συνέπειες ενός οδικού ατυχήματος. Το συνολικό κόστος για τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέρχεται σε 270 δισεκατομμύρια ευρώ, μία μετριοπαθής εκτίμηση λαμβάνοντας υπόψη πως πολλές χώρες δεν έχουν διορθώσει τον αριθμό των ατυχημάτων για λόγους ελλιπούς αναφοράς στις αρμόδιες αρχές.

Αξίζει να σημειωθεί πως οι διαφορές στα οικονομικά μεγέθη προέρχονται εν μέρει από τις διαφορετικές μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται από την κάθε χώρα για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους. Επιπλέον, σημαντικοί παράγοντες είναι το ποσοστό των αναφερθέντων οδικών ατυχημάτων και οι διαφορές στον ορισμό του επιπέδου σοβαρότητας των τραυματισμών μεταξύ των κρατών.

Παρατηρείται πως το κόστος ενός θανατηφόρου ατυχήματος στην Ελλάδα, καθώς και ενός ελαφρού τραυματισμού σε οδικό ατύχημα υπερβαίνουν κατά μεγάλο

ποσοστό τον μέσο όρο όλων των κρατών. Συγκεκριμένα, η απώλεια ζωής αντιστοιχεί σε οικονομικό κόστος 17% υψηλότερο από τον μέσο όρο, ενώ αντίστοιχα ο ελαφρύς τραυματισμός υπερβαίνει το μέσο κόστος κατά 48%. Αντίθετα, οι οικονομικές επιπτώσεις ενός σοβαρού τραυματισμού ανέρχονται στο 81% του μέσου όρου.

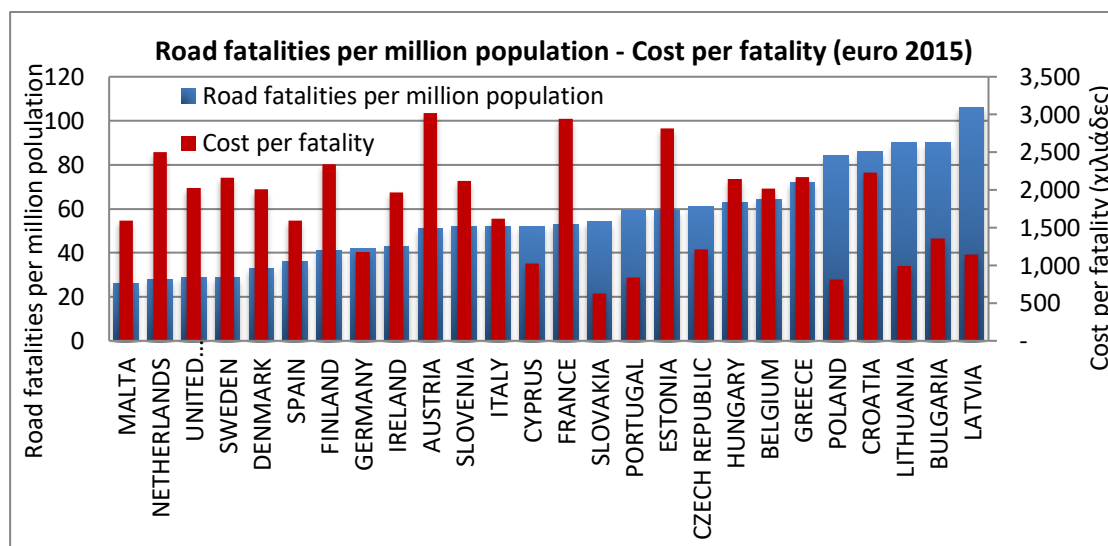
	Cost per Casualty (euro 2015)		
ΧΩΡΕΣ	Fatality	Serious Injury	Slight Injury
Αυστρία	3.014.655	381.285	26.880
Βέλγιο	2.021.091	307.364	19.766
Βουλγαρία	1.355.315	220.390	57.267
Γαλλία	2.944.662	368.029	14.070
Γερμανία	1.177.194	119.480	4.954
Δανία	2.011.006	344.536	51.898
Ελλάδα	2.171.344	252.277	41.971
Εσθονία	2.819.426	959.011	36.802
Ηνωμένο Βασίλειο	2.028.793	227.979	17.575
Ιρλανδία	1.965.163	225.511	20.860
Ισπανία	1.592.359	254.777	6.938
Ιταλία	1.615.566	211.860	18.245
Κροατία	2.230.967	290.042	22.259
Κύπρος	1.027.088	135.535	9.921
Λετονία	1.141.935	28.205	296
Λιθουανία	988.981	89.804	-
Λουξεμβούργο	-	-	-
Μάλτα	1.597.160	203.913	15.159
Ολλανδία	2.504.928	269.149	6.031
Ουγγαρία	2.147.976	501.194	553
Πολωνία	814.504	975.074	11.536
Πορτογαλία	838.109	136.365	35.391
Ρουμανία	-	-	-
Σλοβακία	625.238	141.504	20.797
Σλοβενία	2.118.429	247.550	24.412
Σουηδία	2.160.235	214.023	9.428
Τσεχία	1.210.198	295.199	24.922
Φινλανδία	2.340.452	671.383	29.111
Μέσος Όρος	1.726.126	307.616	19.477
Πηγή	SafetyCube	SafetyCube	SafetyCube

Πίνακας 1.1 : Οικονομικό κόστος ατυχήματος με νεκρό, σοβαρό τραυματισμό και ελαφρύ τραυματισμό (Πηγή: SafetyCube, 2017)

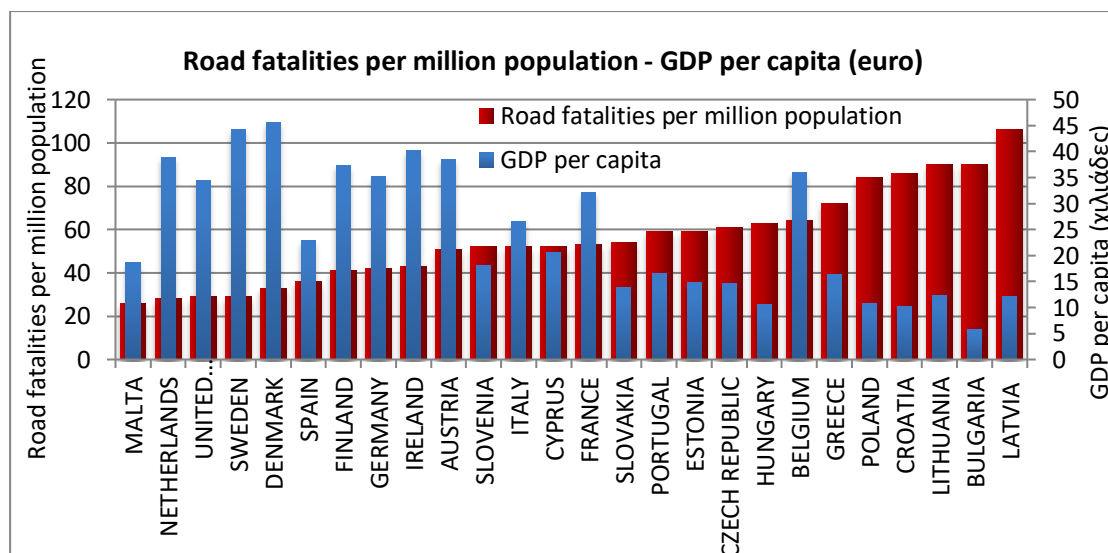
Παρακάτω παρατίθενται δύο διαγράμματα συσχέτισης του αριθμού των νεκρών των οδικών ατυχημάτων με σημαντικά στοιχεία οικονομικής φύσης.

Στο πρώτο αποτυπώνεται η σχέση μεταξύ του αριθμού των νεκρών στα τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού και του αντίστοιχου κόστους εκφρασμένο σε χιλιάδες ευρώ. Παρατηρείται μία αντίθετη σχέση αριθμού νεκρών- κόστους, καθώς στα κράτη με τον υψηλότερο αριθμό ατυχημάτων εμφανίζεται το μικρότερο οικονομικό κόστος.

Στο δεύτερο γράφημα απεικονίζεται ο αριθμός των νεκρών των οδικών ατυχημάτων σε συνδυασμό με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν. Αντίστοιχα με το προηγούμενο, είναι φανερή η αρνητική σχέση των δύο μεταβλητών. Στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης με το υψηλότερο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. σημειώνονται τα λιγότερα θανατηφόρα ατυχήματα.



Διάγραμμα 1.1 : Ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε συνδυασμό με το κόστος ατυχήματος με νεκρό (Πηγή: Eurostat, 2018, SafetyCube, 2017)



Διάγραμμα 1.2 : Ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού σε συνδυασμό με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ευρώ) (Πηγή: Eurostat, 2018)

Αναντίρρητα, τα **οικονομικά μεγέθη** μίας χώρας συνιστούν καταλυτικό παράγοντα στην οδική ασφάλεια, καθώς σχετίζονται άμεσα με διάφορα στοιχεία της όπως οι συγκοινωνιακές υποδομές. Ωστόσο, θα ήταν εσφαλμένο να θεωρηθεί ότι αποτελούν τον μοναδικό συντελεστή στην σύνθετη εξίσωση της οδικής ασφάλειας. **Κοινωνικοί δείκτες** (ανεργία, βαθμός ικανοποίησης ζωής, αριθμός αυτοκτονιών κλπ), καθώς και **χαρακτηριστικά του εκάστοτε συγκοινωνιακού δικτύου** (ποσοστό καταμερισμού στα μέσα μεταφοράς, αριθμός επιχειρήσεων μεταφορών, αριθμός οχημάτων κλπ) επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις επιδόσεις της οδικής ασφάλειας.

Η χρησιμότητα της αποτελεσματικής οδικής ασφάλειας έχει οδηγήσει στη διενέργεια πλήθους ερευνών και μελετών, συνήθως μέσω της επιστήμης της στατιστικής για την ανάλυση και κατανόηση των αλληλοσυσχετισμών των κοινωνικών και οικονομικών δεικτών με τις επιπτώσεις των οδικών ατυχημάτων. Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται μία ανάλογη προσπάθεια για τον προσδιορισμό της αλληλεπίδρασης του κόστους των οδικών ατυχημάτων και των κοινωνικών και οικονομικών χαρακτηριστικών των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **συγκριτική διερεύνηση του κόστους των νεκρών και των σοβαρά τραυματισμένων στα οδικά ατυχήματα** και συγκεκριμένα η συσχέτιση τους με κοινωνικούς, συγκοινωνιακούς και οικονομικούς δείκτες στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη χρήση μαθηματικού στατιστικού μοντέλου. Πιο συγκεκριμένα, κάποιοι από τους δείκτες κοινωνικού χαρακτήρα που εξετάζονται είναι οι αυτοκτονίες ανά εκατομμύριο πληθυσμού και ο δείκτης ισότητας των δύο φύλων, ενώ ορισμένες από τις οικονομικές παραμέτρους αποτελούν το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και ο δείκτης Misery Index, άρρηκτα συνδεδεμένος με την ανεργία.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το πρόβλημα της οδικής ασφάλειας και του κόστους των ατυχημάτων είναι πολυδιάστατο και οι αξιοσημείωτες οικονομικές επιπτώσεις τους χρήζουν ανάλυσης με σκοπό την μελλοντική τους μείωση. Στο πλαίσιο αυτό επιδιώκεται να προσδιοριστεί η **σύνδεση του κόστους με μεταβλητές οικονομικού, κοινωνικού και συγκοινωνιακού χαρακτήρα** μέσω διάφορων δοκιμών για την εύρεση του βέλτιστου συνδυασμού.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού, καταβάλλεται προσπάθεια για την **εξαγωγή μαθηματικών μοντέλων** που τεκμηριώνουν την προαναφερθείσα σχέση και υποδεικνύουν τον βαθμό επιρροής του κάθε δείκτη. Συγκεκριμένα, αναπτύσσεται από ένα μοντέλο για το οικονομικό κόστος των θανάσιμων ατυχημάτων και των ατυχημάτων με σοβαρούς τραυματισμούς για το σύνολο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Επιπλέον, μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών εντοπίζονται σημαντικές διαφορές αναφορικά με τα οικονομικά, δημογραφικά και συγκοινωνιακά χαρακτηριστικά. Με τη μέθοδο της στατιστικής ομαδοποίησης (two-step cluster) πραγματοποιήθηκε η **υποδιαίρεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε τρεις ομάδες** με βάση τα παραπάνω κριτήρια, και πραγματοποιείται η αντίστοιχη μελέτη για το κόστος των οδικών ατυχημάτων σε συνδυασμό με την επίδραση της κάθε ομάδας κρατών σε συγκριτικό επίπεδο.

Πιο αναλυτικά, για την ανάπτυξη των συγκεκριμένων μοντέλων χρησιμοποιήθηκε πλήθος μεταβλητών, ορισμένες εκ των οποίων έπειτα από δοκιμές απορρίφθηκαν λόγω ασήμαντης επιρροής. Για παράδειγμα ο δείκτης ισότητας των φύλων (Gender Equality Index) και ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (Human Development Index) δεν χρησιμοποιήθηκαν στα τελικά στατιστικά μοντέλα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας εφαρμόστηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, τα στάδια της οποίας αναλύονται στη συνέχεια.

Αρχικά, έχοντας οριστικοποιήσει τον επιδιωκόμενο στόχο πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση** τόσο σε ελληνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Στη φάση αυτή αναζητήθηκαν παρεμφερείς έρευνες, επιστημονικά άρθρα και γενικότερες πληροφορίες που θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμες στη συγκεκριμένη μελέτη. Μέσω των ερευνών αυτών καταβλήθηκε προσπάθεια να αποκτηθεί μία σχετική εμπειρία στην ανάλυση τέτοιων θεμάτων, καθώς επίσης και να αποφασιστεί η μέθοδος με βάση την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία στοιχείων, ώστε να επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος.

Ύστερα από τη μελέτη δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, υλοποιήθηκε η **συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων** για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν ήταν για κάθε μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2015 και αφορούσαν τον πληθυσμό, το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν, τους θανάτους από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό ανεργίας, τον αριθμό επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, τον αριθμό των επιχειρήσεων μεταφορών (επιβατικών και φορτίων), τον δείκτη ισότητας των φύλων (Gender Equality Index), τον δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (Human Development Index), τις αυτοκτονίες ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, τον δείκτη Ικανοποίησης από τη ζωή (Life Satisfaction Index) και τον οικονομικό δείκτη Misery Index. Τα στοιχεία αυτά λήφθηκαν από τις βάσεις δεδομένων Eurostat και European Commission, όσον αφορά τις επτά πρώτες κατηγορίες, ενώ ο δείκτης ισότητας των φύλων, ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης, οι αυτοκτονίες και ο Misery Index από τις European Institute, UNDP, W.H.O., Our World in data και Economist Intelligence Union αντίστοιχα. Τέλος, βιβλιογραφική πηγή για το εκτιμώμενο κόστος των ατυχημάτων με νεκρό και με σοβαρό τραυματία είναι η SafetyCube. Λόγω δυσκολιών εξαγωγής του μοντέλου του κόστους θανατηφόρου ατυχήματος για τις τρεις ομάδες κρατών που δημιουργήθηκαν, συλλέχθηκαν επιπλέον στοιχεία από την βάση δεδομένων της Eurostat. Κατά το δεύτερο κύκλο συλλογής στοιχείων συγκεντρώθηκαν δεδομένα για τα συγκοινωνιακά έξοδα σαν ποσοστό των συνολικών εξόδων ενός νοικοκυριού, τα έξοδα ανά κεφάλι για συγκοινωνίες και τον κύκλο εργασιών για τις οδικές μεταφορές (φορτηγά καθώς και το άθροισμα των επιβατικών και φορτηγών).

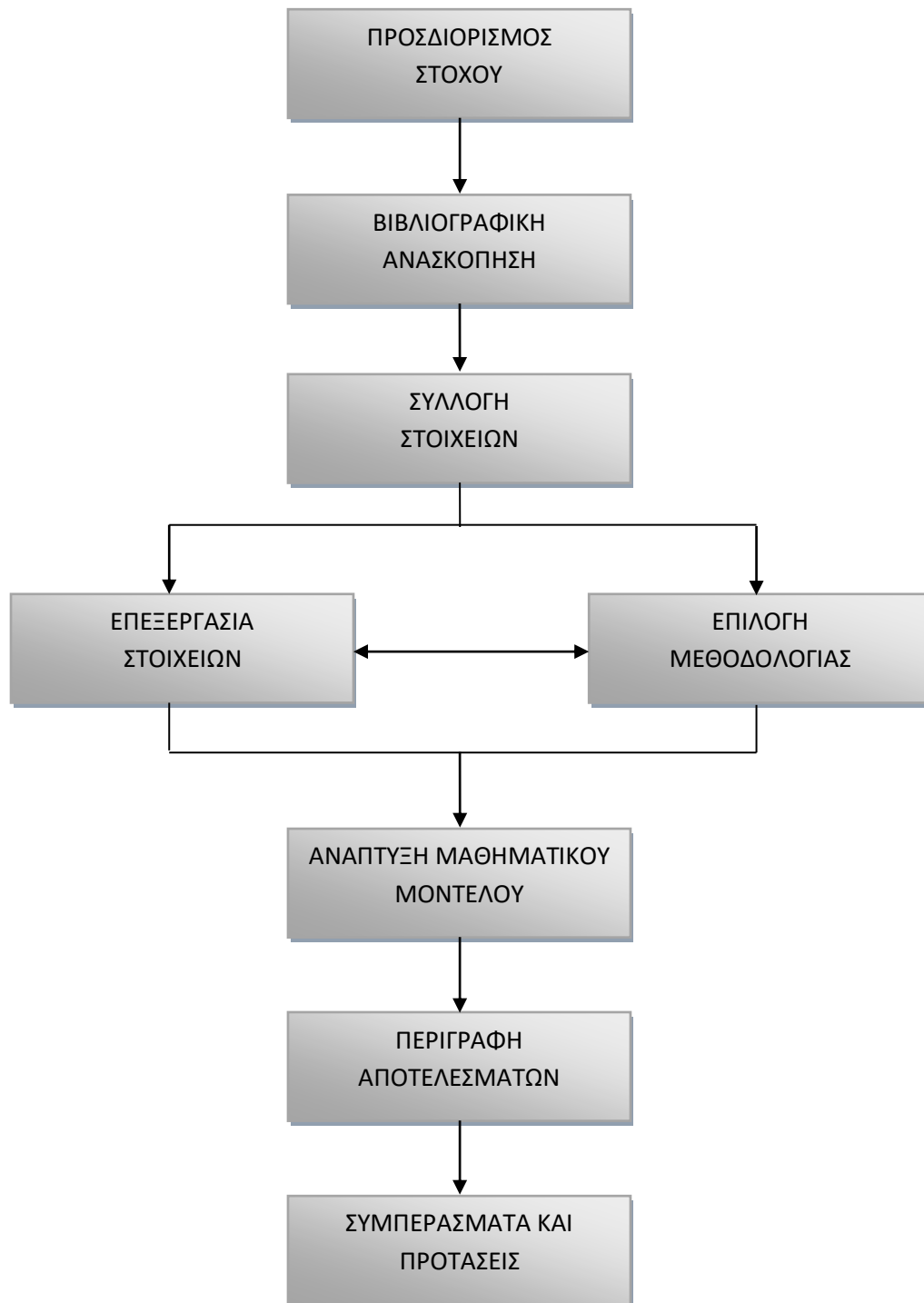
Στο επόμενο στάδιο, ταξινομήθηκαν τα συλλεχθέντα στοιχεία σε μία ενιαία **βάση δεδομένων**, στην οποία για κάθε κράτος για το συγκεκριμένο έτος αντιστοιχούν τα κατάλληλα δεδομένα. Σε περιορισμένο αριθμό κρατών τα δεδομένα ήταν ελλιπή και

κατά συνέπεια δεν χρησιμοποιήθηκαν στην εξαγωγή του μαθηματικού μοντέλου. Παράλληλα, τα στοιχεία υπέστησαν κατάλληλη **επεξεργασία** για την χρησιμοποίηση τους στο επόμενο στάδιο.

Την επεξεργασία στοιχείων ακολούθησε η **στατιστική ανάλυση** τους με τη χρήση ειδικού στατιστικού λογισμικού. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε το **μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης** με εξαρτημένη μεταβλητή το κόστος των ατυχημάτων με νεκρό και ανεξάρτητες διάφορες μαθηματικές μορφές των Misery Index, του ποσοστού χρήσης των επιβατικών οχημάτων από το σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, τον λόγο των αυτοκτονιών προς τα θύματα των ατυχημάτων και τα επιβατικά οχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Όμοια, αναπτύχθηκε μοντέλο με εξαρτημένη μεταβλητή τον λογάριθμο του κόστους των σοβαρών τραυματισμών με τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με προηγουμένως, αλλά σε διαφορετικές μαθηματικές μορφές, και μοναδική εξαίρεση τα επιβατικά οχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Τα δύο μοντέλα που προηγήθηκαν αφορούσαν στο σύνολο των κρατών που συμμετείχαν στη μελέτη. Επιπλέον υλοποιήθηκε ο διαχωρισμός των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε τρεις ομάδες με βάση τον πληθυσμό, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και τον αριθμό των νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Τέλος, για αυτές τις ομάδες κρατών αναπτύχθηκε μοντέλο για το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος, με ανεξάρτητες μεταβλητές τα συγκοινωνιακά έξοδα σαν ποσοστό των συνολικών εξόδων των νοικοκυριών, τον αριθμό των επιχειρήσεων οδικών επιβατικών και φορτηγών μεταφορών, τον οικονομικό δείκτη «μιζέριας» και τον αριθμό των επιχειρήσεων επιβατικών οδικών μεταφορών. Από το μοντέλο προέκυψε η επίδραση της κάθε ομάδας χωρών σε συγκριτικό επίπεδο.

Μετά την αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, εξήχθησαν τα αντίστοιχα **συμπεράσματα** για τον βαθμό και τον τύπο της επιρροής των εκάστοτε ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη. Με τον τρόπο αυτό, προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες για το υπό εξέταση πρόβλημα και διατυπώθηκαν αξιολογες **προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σχηματικά τα στάδια της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.



Διάγραμμα 1.3 : Σχηματική απεικόνιση των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την **εισαγωγή της Διπλωματικής εργασίας** και έχει σκοπό να παρουσιάσει στον αναγνώστη το γενικότερο πλαίσιο του αντικειμένου με το οποίο ασχολείται. Ξεκινά με μία αναφορά στο γενικότερο πρόβλημα του κόστους των οδικών ατυχημάτων στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τεκμηριώνοντας την ανάγκη μείωσης του σημαντικού μεγέθους του, ενώ παρουσιάζονται στοιχεία για την θέση της Ελλάδας σε σχέση με τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ακολούθως, προσδιορίζεται ο επιδιωκόμενος στόχος της συγκεκριμένης έρευνας και η μεθοδολογία πάνω στην οποία βασίστηκε για την εξαγωγή των συμπερασμάτων. Ολοκληρώνεται με την παρούσα αναφορά στη δομή της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα ευρήματα της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση και την καταγραφή ερευνών με αντικείμενο τον υπολογισμό του κόστους των τροχαίων ατυχημάτων, αλλά και την επιρροή οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών στο κόστος των οδικών ατυχημάτων. Εξετάζονται εργασίες από Ελλάδα και εξωτερικό, έρευνες που έχουν δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά, βιβλία, άρθρα, πρακτικά συνεδρίων. Το κεφάλαιο κλείνει με τη σύνοψη και κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνών, προκειμένου να διαπιστωθεί ποιες από αυτές μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στην παρούσα εργασία.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο** της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζονται ορισμένα βασικά στοιχεία στατιστικής, καθώς και η οικογένεια στην οποία ανήκει η επιλεγείσα μεθοδολογία. Επιπλέον, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλεται. Παράλληλα γίνεται σύντομη αναφορά στα ηλεκτρονικά πρόγραμμα που αξιοποιήθηκε καθώς και στα κρίσιμα σημεία λειτουργίας τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η **διαδικασία με την οποία συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν τα στοιχεία**, στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική Εργασία και η ποιότητα τους. Περιγράφονται αναλυτικά οι διεθνείς βάσεις δεδομένων, όπου αναζητήθηκαν τα απαιτούμενα στοιχεία. Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος κωδικοποίησης και η αρχική επεξεργασία που υπέστησαν, ώστε να χρησιμοποιηθούν στη στατιστική ανάλυση, αλλά και να αποφασιστεί η τελική μεθοδολογία. Παράλληλα γίνεται σύντομη αναφορά στα ηλεκτρονικά προγράμματα που αξιοποιήθηκαν καθώς και στα κρίσιμα σημεία λειτουργίας τους.

Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την **αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας** και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν. Περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης των μαθηματικών μοντέλων και αναλύονται

τα τελικά που επιλέχθηκαν. Το πέμπτο κεφάλαιο καταλήγει με μία **προσπάθεια ερμηνείας των αποτελεσμάτων**.

Στο έκτο κεφάλαιο έπειτα από σύνοψη των αποτελεσμάτων, παρατίθενται τα **συμπεράσματα** που προέκυψαν από την ερμηνεία των εξαγόμενων μοντέλων. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη χρησιμότητα των βασικών αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας, ενώ παρατίθενται **προτάσεις για περαιτέρω έρευνα** στο συγκεκριμένο τομέα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν κεφάλαιο αφορά στη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από έρευνες συναφείς τόσο με το αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας όσο και με τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται έρευνες που αφορούν στον **υπολογισμό του κόστους των οδικών ατυχημάτων** και τη **συσχέτιση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων με οικονομικούς, κοινωνικούς και συγκοινωνιακούς δείκτες**. Τα στοιχεία που εξετάζονται προκύπτουν από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Για κάθε εργασία γίνεται συνοπτική αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στα συμπεράσματα που προέκυψαν. Τέλος, με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προσδιορίστηκε το ακριβές αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας και επιχειρήθηκε να εφαρμοστεί η καταλληλότερη μεθοδολογία.

2.2 ΚΟΣΤΟΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

2.2.1 ΣΤΑΘΜΙΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Μεταξύ των ατυχημάτων εντοπίζονται διαφορές λόγω της φύσης τους και για τον λόγο αυτό έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι κατηγοριοποίησης τους. Οι επικρατέστερες κατηγοριοποιήσεις πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια, (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας, 1994) :

1. Σοβαρότητα:
 - Θανατηφόρο ατύχημα
 - Ατύχημα με σωματικές βλάβες(βαριές ή ελαφρές)
 - Ατύχημα με υλικές ζημιές
2. Κόστος :
 - Στοιχεία κόστους ανά παθόντα
 - Στοιχεία κόστους ανά ατύχημα
3. Μονάδες συμμετοχής: αριθμός των οχημάτων και των πεζών που συμμετείχαν

2.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Ο διαχωρισμός του κόστους, όπως παρουσιάστηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, επιδέχεται περεταίρω διαίρεση, προκειμένου να υπολογιστεί ακριβέστερα. Από πολυετείς έρευνες δεκαεσσάρων ευρωπαϊκών χωρών στα πλαίσια της μελέτης Cost 313 (1994) προκύπτουν **τα επιμέρους στοιχεία του κόστους ατυχημάτων**:

1. Κόστος ανά παθόντα
 - α) Ιατρικά κόστη (πρώτες βοήθειες και διακομιδή, νοσηλεία εντός και εκτός νοσοκομείου κλπ)
 - β) Μη νοσοκομειακή αποκατάσταση (κόστος διαρρύθμισης κατοικίας και ειδικά μέσα μεταφοράς κλπ)
 - γ) Απώλεια παραγωγικότητας (στον εργασιακό χώρο αλλά και σε οικιακές δραστηριότητες, πιθανή ανεργία κλπ)
 - δ) Λοιπά οικονομικά κόστη (έξοδα κηδείας, οικιακή βοήθεια κλπ)
 - ε) Ανθρώπινο κόστος (φυσικός και ψυχικός πόνος θύματος και συγγενών, μείωση βιοτικού επιπέδου κλπ)
2. Κόστος ανά ατύχημα
 - α) Υλικές ζημιές (καταστροφή προσωπικής περιουσίας, υποδομών, οχημάτων περιβάλλοντος κλπ)
 - β) Διοικητικά έξοδα (αστυνόμευση, πυροσβεστική, κλάδος υγείας και ασφάλισης, διεκδίκηση αποζημιώσεως)
 - γ) Λοιπά οικονομικά κόστη (απώλεια ποιότητας επένδυσης, κατανάλωση πρώτης ύλης κλπ)

Η πλειοψηφία των παραπάνω συνιστωσών του οικονομικού κόστους ατυχήματος προσδιορίζεται με την αξιοποίηση στοιχείων των ασφαλιστικών εταιρειών. Εξάρτηση αποτελούν η απώλεια παραγωγικότητας, που υπολογίζεται βάσει του μέσου όρου εισοδήματος ή του Μεικτού Εθνικού Προϊόντος και το ανθρώπινο κόστος για το οποίο εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι όπως η «Πρόθεση να πληρώσω» ή η εκτίμηση των αποζημιώσεων από δικαστήρια ή ασφαλιστικές εταιρείες.

2.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Τα οδικά ατυχήματα, αναμφισβήτητα, αποτελούν ένα διεθνές κοινωνικό πρόβλημα, με δυσχερείς συνέπειες σε οικονομικό και δημογραφικό επίπεδο. Ωστόσο, λόγω της πολυπλοκότητας του προβλήματος, δηλαδή του μεγάλου αριθμού συνιστωσών του κόστους και της δυσκολίας υπολογισμού του, είναι λίγες οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Στο παρόν υποκεφάλαιο, αναλύονται οι πιο σημαντικές συναφείς μελέτες από την εγχώρια, αλλά και διεθνή βιβλιογραφία.

2.3.1 ΕΛΛΑΔΑ

Μία από τις πρώτες μελέτες **υπολογισμού του κοινωνικού και οικονομικού κόστους των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα**, πραγματοποιήθηκε το 1992 από τους Γ. Κυριόπουλο κι Μπ. Δρίζη. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από το 1990 με εξαίρεση τα στοιχεία κόστους ιατρικής περίθαλψης που προέρχονταν από το έτος 1988. Εφαρμόστηκε η **μέθοδος του Ανθρώπινου Κεφαλαίου**, προκειμένου να υπολογιστεί το κόστος του απολεσθέντος παραγωγικού έργου, του κόστους των απολεσθέντων δημοσίων εσόδων, του ιατρικού κόστους και του κόστους επιδομάτων και συντάξεων. Παραλείφθηκε η εκτίμηση του κόστους του ψυχικού πόνου και του κόστους των ατυχημάτων. Το συνολικό κόστος των παθόντων από οδικά τροχαία ατυχήματα ανήλθε στα 26,5 δις δραχμές (τιμές 1990).

Ένα πιο φιλόδοξο εγχείρημα **υπολογισμού ορισμένων στοιχείων του κόστους των οδικών ατυχημάτων** πραγματοποιήθηκε από τους συγκοινωνιολόγους μηχανικούς Γ. Μίντση, Χ. Ταξιλάρη και Ι. Πετρόπουλο το 1994. Η έρευνα χωρίστηκε σε δύο σκέλη. Αρχικά, μελετήθηκε ένα πρώτο δείγμα 1230 ατυχημάτων του 1991 (από στοιχεία της ΕΣΥΕ) της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης, που είχαν ως συνέπεια 25 νεκρούς και 1800 τραυματίες, καθώς και υλικές ζημιές στα 2.084 εμπλεκόμενα οχήματα. Στη συνέχεια, διερευνήθηκαν τα ποσά που καταβλήθηκαν από τις ασφαλιστικές εταιρίες και τους οργανισμούς κοινωνικής ασφάλισης στους δικαιούχους των ατυχημάτων, ώστε να καλύψουν σωματικές και ψυχικές βλάβες και υλικές ζημιές. Από την επεξεργασία των συλλεχθέντων στοιχείων προέκυψε ένα **μέσο κόστος ατυχήματος ανά τύπο πρόσκρουσης και όχι σοβαρότητας**. Το δεύτερο δείγμα αφορούσε 4.045 περιστατικά σωματικών βλαβών από οδικά ατυχήματα, για τα οποία εξήχθη **το κόστος νοσηλείας** από τα απολογιστικά δεδομένα των νοσοκομείων αυτών, ανά σοβαρότητα τραυματισμού. Να σημειωθεί πως τα στοιχεία προέρχονται από τα τρία μεγαλύτερα νοσοκομεία της Θεσσαλονίκης (ΑΧΕΠΑ, Ιπποκράτειο και Παπανικολάου) και πως οι ερευνητές εισήγαγαν τον όρο «μεσαία» κατηγορία τραυματισμού, αντίθετα με την επίσημη ελληνική διαβάθμιση σε νεκρούς, σοβαρά και ελαφρά τραυματίες.

Μία ακόμα έρευνα εκτίμησης του οικονομικού κόστους των οδικών ατυχημάτων υλοποιήθηκε από τον Γ. Τσώχο (Καθηγητή Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ) και τον πολιτικό μηχανικό Κ. Χαυτόπουλο το 1994. Καταβλήθηκε προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα **πρότυπο προσδιορισμού του οικονομικού κόστους των οδικών ατυχημάτων** του έτους 1990. Εφαρμόστηκε η **μέθοδος του Ανθρώπινου Κεφαλαίου** και χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές εισοδήματος και οι μέσες τιμές κόστους μόρφωσης με σκοπό την ανάπτυξη αντίστοιχης μεθόδου με εκείνη για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας του απολεσθέντος παραγωγικού έργου. Για τον υπολογισμό του κόστους νοσηλείας χρησιμοποιούνται τιμές διεθνούς βιβλιογραφίας και εκτιμάται το κόστος των διοικητικών εξόδων ανά παθόντα.

Επιπλέον, γίνεται συνυπολογισμός του κόστους των υλικών ζημιών που κατέβαλαν οι ασφαλιστικές εταιρείες. Χρειάζεται να τονιστεί πως δεν λήφθηκαν υπόψη ποσοστά απασχόλησης και ανεργίας, ούτε παρουσιάστηκε μέσο κόστος ανά σοβαρότητα τραυματισμού ή σοβαρότητα ατυχήματος. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα το συνολικό ετήσιο κόστος ατυχημάτων του 1990 για την Ελλάδα υπολογίστηκε σε 65 δις δραχμές (τιμές 1990).

Οι προαναφερθείσες έρευνες περιορίστηκαν στον υπολογισμό μέρους των στοιχείων του κόστους. Μία πιο ολοκληρωμένη προσπάθεια υπολογισμού του κόστους οδικού ατυχήματος παρουσιάζεται παρακάτω.

Το 2001 επιχειρήθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα **ο προσδιορισμός των παραμέτρων που επηρεάζουν την πρόθεση πληρωμής των οδηγών**, προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα με νεκρό. Παράλληλα, καταβλήθηκε προσπάθεια υπολογισμού του ανθρώπινου κόστους. Χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος της «Προθυμίας Πληρωμής»** (Willingness to pay) και συμπληρώθηκαν 260 ερωτηματολόγια, ώστε να συγκεντρωθεί ο απαιτούμενος όγκος στοιχείων. Η τελική μορφή του προτύπου οδήγησε στον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την ατομική πρόθεση πληρωμής. Οι παράγοντες αυτοί είναι το ποσοστό μείωσης της πιθανότητας, η ηλικία, η οδηγική εμπειρία και το εισόδημα των ερωτηθέντων. Το 2012 ο Γ. Γιαννής (Καθηγητής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ) αξιοποίησε τα παραπάνω στοιχεία και προέβη στον **υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους οδικού ατυχήματος** για πρώτη φορά στην Ελλάδα. Το κόστος αυτό ανέρχεται σε 866,6 χιλιάδες ευρώ, ενώ το συνολικό κόστος θανατηφόρου ατυχήματος προσέγγιζε τα 1,34 εκατομμύρια ευρώ (τιμές 2001).

2.3.2 ΔΙΕΘΝΩΣ

Μία ενδιαφέρουσα εργασία αποτελεί ο επίσημος υπολογισμός του Υπουργείου Μεταφορών των Ηνωμένων Πολιτειών, που εκπονήθηκε από το Εθνικό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας (National Highway Traffic Safety Administration) το 1983 με στόχο την επικαιροποίηση των τιμών της προηγούμενης έκδοσης και έφερε τον τίτλο “ The economic cost to society of motor vehicle accidents” . Τα στοιχεία των ατυχημάτων αλλά και οικονομικές και στατιστικές πληροφορίες που αξιοποιήθηκαν αφορούσαν το έτος 1980. Από την έρευνα προέκυψε **ο υπολογισμός του ιατρικού κόστους, του κόστους απολεσθέντος παραγωγικού έργου** (για εργαζομένους, ανέργους, νοικοκυρές και άλλες πληθυσμιακές ομάδες που δεν απασχολούνται εργασιακά), **του κόστους των υλικών ζημιών και των λοιπών διοικητικών εξόδων** (δικαστικές δαπάνες, πυροσβεστική αστυνομία κλπ). Δεν συμπεριλήφθηκε εκτίμηση του οικονομικού κόστους για τον πόνο, την θλίψη και την οδύνη. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός πως η έρευνα αυτή αποτέλεσε την τελευταία επίσημη μελέτη υπολογισμού με την εφαρμογή της **μεθόδου του Ανθρώπινου Κεφαλαίου**.

Στις μεταγενέστερες έρευνες επικράτησε η αξιοποίηση της μεθόδου «Πρόθεσης Πληρωμής» (Willingness to pay).

Εξίσου σημαντική εργασία του αντικειμένου είναι η μελέτη που εκδόθηκε το 1993 από το Transport Research Laboratory, σε συνεργασία με το Υπουργείου Μεταφορών του Ηνωμένου Βασιλείου και τη συνέταξαν οι Jean M. Hopkin και Deirdre M.O'Reilly. Η μελέτη, με τίτλο "Revaluation of the cost of road accidents casualties : 1992 revision", ενημερώνει τις τιμές που ίσχυαν μέχρι τότε για το κόστος των παθόντων προσώπων από οδικά ατυχήματα. Από το 1988 σταμάτησε να χρησιμοποιείται η μέθοδος του Ανθρώπινου Κεφαλαίου και αντικαταστάθηκε από την **«Πρόθεση να Πληρώσω»** για τον υπολογισμό του κόστους των θανατηφόρων τραυματισμών. Σύμφωνα με την μέθοδο που ακολουθήθηκε, επί του ποσοστού της ΠΝΠ προστίθεται η καθαρή παραγωγή του ατόμου και το ιατρικό κόστος. Το άθροισμα εκφράζει **το συνολικό κόστος ενός θανατηφόρου τραυματισμού**. Για τις οικονομικές **συνέπειες των σοβαρών και ελαφρών τραυματισμών** ακολουθείται η **μέθοδος του Ανθρώπινου Κεφαλαίου**, κατά την οποία υπολογίζεται το κόστος της διακομιδής, των ιατρικών εξόδων, του απολεσθέντος παραγωγικού έργου και τελικώς δινόταν μια θεωρητική τιμή για τον πόνο, την θλίψη και την οδύνη. Στην μελέτη αυτή, δεν πραγματοποιήθηκε ενημέρωση των τιμών κόστους ανά ατύχημα.

Το έτος 1989 αποτέλεσε την αφετηρία μίας φιλόδοξης προσπάθειας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στο πλαίσιο των Πανευρωπαϊκών ερευνητικών πρωτοβουλιών COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical research). Στην έρευνα συμμετείχαν 12 κράτη, εντός και εκτός της Ένωσης, με στόχο τη συλλογή πληροφοριών για την μεθοδολογία που χρησιμοποιείται σε κάθε χώρα για τον υπολογισμό των οικονομικών επιπτώσεων των ατυχημάτων, των στοιχείων του κόστους και των αντίστοιχων τιμών τους. Απώτερος σκοπός της μελέτης ήταν η **εδραίωση μίας κοινής μεθοδολογίας υπολογισμού**. Παρότι ο τελικός στόχος δεν επιτεύχθηκε ολοκληρωτικά, το 1994 στη δημοσίευση του "COST 313: Socio-economic cost of road accidents", υπό την επιμέλεια των J-L Alfaro, M. Charpuis και F. Fabre, αναλύονται τα στοιχεία του κόστους που πρέπει να υπολογίζονται και ορίστηκαν οι μέθοδοι υπολογισμού τους. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε σύγκριση τιμών για τους θανατηφόρους τραυματισμούς, καθώς και **ποσοτική και ποιοτική ανάλυση και σύγκριση μεθοδολογιών και αποτελεσμάτων** ανάμεσα στα συμμετέχοντα κράτη. Για την ποιοτική ανάλυση πραγματοποιήθηκε «πολυκριτηριακή ανάλυση», προκειμένου να επιλεγεί η βέλτιστη μέθοδος υπολογισμού των διαφόρων ομάδων στοιχείων κόστους. Στην πολυκριτηριακή ανάλυση εφαρμόστηκαν δύο βαρυτικά συστήματα, όπου το ένα ζύγιζε την θεωρητική αποδοχή των μεθόδων και το άλλο τη δυνατότητα πρακτικής εφαρμογής τους. Βασιζόμενη στην ερευνητική πρωτοβουλία COST 313, διενεργήθηκε εργασία με τίτλο "Transport accident costs and the value of safety" από το Ευρωπαϊκό

Συμβούλιο Μεταφορών (ECTM) το 1998 και παρουσιάστηκαν μέσες τιμές κόστους ανά παθόντα.

Ως συνέχεια των προηγούμενων, αντίστοιχη έρευνα ξεκίνησε το 2015, με διάρκεια τρία έτη, από την SafetyCube (Safety Causation, Benefits and Efficiency), που αποτελεί ερευνητικό πρόγραμμα χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Πρωταρχικός στόχος του προγράμματος είναι η **ανάπτυξη ενός καινοτόμου συστήματος λήψης αποφάσεων για την οδική ασφάλεια**, ώστε να διευκολύνει την δημιουργία και εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών για την μείωση των οδικών ατυχημάτων και των συνεπειών τους. Στο πλαίσιο αυτό, υπολογίστηκε το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος, ατυχήματος με σοβαρό και ελαφρύ τραυματισμό, καθώς και άλλα χρήσιμα στοιχεία. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο αναφορικά με τα κόστη ατυχήματος και τον αριθμό θυμάτων και ατυχημάτων για επίπεδα σοβαρότητας, καθώς και με τις συνιστώσες του κόστους και τις μεθοδολογίες στις οποίες βασίστηκαν οι υπολογισμοί αυτοί. Το **ερωτηματολόγιο** είχε προσυμπληρωθεί από τους αρμόδιους ερευνητές της SafetyCube και στη συνέχεια διανεμήθηκε σε ειδικούς της κάθε χώρας για να διορθωθεί. Από την διαδικασία αυτή, προέκυψαν κόστη και αποτελέσματα για 31 από τις 32 συμμετέχουσες χώρες. Εξάιρεση αποτέλεσε η Ρουμανία για την οποία δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία. Για τα θανατηφόρα ατυχήματα το κόστος κυμαίνεται από 0,7 εκατ. έως 3 εκατομμύρια ευρώ, με τις βορειοδυτικές χώρες να σημειώνουν το υψηλότερο κόστος. Το αντίστοιχο κόστος οδικού ατυχήματος σοβαρού τραυματισμού υπολογίστηκε στο διάστημα 28.000-959.000 ευρώ, ενώ για ατυχήματα με ελαφρά τραυματισμένους 296- 71.742 ευρώ. Τέλος, διαπιστώθηκε πως τα συνολικά κόστη από τροχαία ατυχήματα αντιστοιχούν στο 0,4%-4,1% του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος ενός κράτους. Οι **διαφορές ανάμεσα στα κόστη** των χωρών αποδίδονται στην μεθοδολογία που εφαρμόζει το κάθε κράτος, ειδικά όταν εφαρμόζεται η «Πρόθεση να Πληρώσω» για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους. Η μέθοδος αυτή συνεπάγεται υψηλό μερίδιο του ανθρώπινου κόστους στο συνολικό (34%-91%), ενώ εναλλακτικές τεχνικές οδηγούν αυτό το ποσοστό κάτω από 10%.

Παρόμοιες μελέτες έχουν διεξαχθεί σε διάφορες χώρες παγκοσμίως, ωστόσο καθώς στην συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία αντικείμενο μελέτης αποτελεί η Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν αναλύονται περαιτέρω. Η προαναφερθείσα έρευνα, αυτή της SafetyCube, αποτελεί την πηγή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όσον αφορά τα κόστη ατυχήματος για τα επίπεδα σοβαρότητας.

2.4 ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Στο πανεπιστήμιο του Michigan, ο Alexander C. Wagenaar επιχείρησε να συνδέσει τη συχνότητα των οδικών ατυχημάτων με τις επιπτώσεις μακροοικονομικών συνθηκών και συγκεκριμένα ως οικονομικό δείκτη επέλεξε το **ποσοστό της ανεργίας**, ενώ ταυτόχρονα διερεύννησε την πιθανή επίδραση των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων. Για την ανάλυση εφαρμόστηκε η μέθοδος του ολοκληρωμένου υποδείγματος αυτοσυσχέτισης-κυλιόμενων μέσων όρων (ARIMA) και η διαδικασία μοντελοποίησης της **δυναμικής παλινδρόμησης χρονοσειρών** (dynamic regression time series modeling procedures). Για την ανάπτυξη δυναμικών μοντέλων χρονοσειρών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Box & Jenkins.

Τα δεδομένα, που συλλέχθηκαν σε μηνιαία βάση, αφορούσαν την δεκαετία Ιανουάριο 1972 έως Δεκέμβριο 1982. Ο αριθμός των εμπλεκόμενων οδηγών σε οδικά ατυχήματα με έναν τουλάχιστον τραυματία στην περιοχή του Michigan αποτέλεσε την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Το ποσοστό ανεργίας της αντίστοιχης περιοχής, δηλαδή το ποσοστό των ανθρώπων που δεν απασχολούνταν αλλά αναζητούσαν ενεργά εργασία, χρησιμοποιήθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή. Τα διανυόμενα οχηματοχιλιόμετρα αξιοποιήθηκαν στην έρευνα, προκειμένου να διαπιστωθεί η ενδεχόμενη παρεμβαίνουσα επίδραση τους, ανάμεσα στην ανεργία και τα οδικά ατυχήματα. Ο υπολογισμός τους πραγματοποιήθηκε σε μηνιαία βάση από την μέτρηση της κυκλοφορίας και τις πωλήσεις καυσίμων.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων υπέδειξαν πως 1% αύξηση της ανεργίας συνεπάγεται μείωση 316 εμπλεκόμενων οδηγών σε τροχαία ατυχήματα με τουλάχιστον έναν τραυματισμό τον ίδιο μήνα μεταβολής της ανεργίας και αύξηση 237 εμπλεκόμενων οδηγών σε οδικά ατυχήματα τον επόμενο μήνα. Επιπλέον, μία αύξηση κατά 1 δις του αριθμού των διανυόμενων χιλιομέτρων σχετίζεται με μία αύξηση κατά 949 εμπλεκόμενους οδηγούς σε ατύχημα τον επόμενο μήνα και κατά 869 επιπλέον οδηγούς τον δεύτερο μήνα μεταβολής. Από την έρευνα δεν διαπιστώθηκε σημαντική σχέση μεταξύ ανεργίας και διανυόμενων χιλιομέτρων.

Η **χρονική υστέρηση**, που παρατηρήθηκε στη συσχέτιση του ποσοστού ανεργίας και του αριθμού εμπλεκόμενων οδηγών σε ατύχημα, μπορεί να ερμηνευθεί με δύο τρόπους. Μία εξήγηση είναι πως το αυξημένο άγχος τόσο των ανθρώπων που παρέμειναν άνεργοι όσο και των νεοπροσληφθέντων είναι εντονότερο τον επόμενο μήνα. Κατά συνέπεια, είναι πιθανό λόγω του άγχους να παρουσιαστεί μία πιο επιθετική οδηγική συμπεριφορά με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας συμμετοχής σε ατύχημα. Η δεύτερη ερμηνεία επικεντρώνεται στην ψυχολογική επίδραση που μπορεί να έχει η διάδοση τον επόμενο μήνα των ποσοστών ανεργίας στον πληθυσμό μίας περιοχής.

Το 1986 οι Jacobs και Cutting πραγματοποίησαν μία διατμηματική-συγχρονική μελέτη για την διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του ποσοστού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα και κοινωνικοοικονομικών και συγκοινωνιακών χαρακτηριστικών σε συγκεκριμένα κράτη. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν το **κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων, η πυκνότητα του οδικού δικτύου, η πυκνότητα των οχημάτων ανά χιλιόμετρο δικτύου, ο πληθυσμός ανά γιατρό και ο πληθυσμός ανά νοσοκομειακή κλίνη**. Από την μελέτη συμπεραίνεται πως το ποσοστό των νεκρών δεν σχετίζεται μόνο με το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., αλλά και με την πυκνότητα των οχημάτων και τον πληθυσμό ανά νοσοκομειακή κλίνη.

Το 1995 οι Söderlund και Zwi πραγματοποίησαν **ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης**, με δεδομένα για το έτος 1990 από 83 χώρες. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιούν εναλλάξ τα **ετήσια ποσοστά θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, τους ετήσιους θανάτους από οδικά ατυχήματα ανά χίλια τετράτροχα οχήματα, τον λόγο θνησιμότητας στη μέση ηλικία προς την αντίστοιχη του συνολικού πληθυσμού, τον λόγο ανδρικής προς γυναικείας θνησιμότητας και τον λόγο θανάσιμων τραυματισμών προς τον συνολικό αριθμό τραυματισμών**. Παράλληλα εισάγονται επεξηγηματικές μεταβλητές, όπως ο κατά κεφαλήν αριθμός οχημάτων, η πυκνότητα του δικτύου (χιλιόμετρα ανά τετραγωνικά χιλιόμετρα), το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., η δαπάνη για υγεία ως ποσοστό του Α.Ε.Π. και η πυκνότητα του πληθυσμού. Από την μελέτη προέκυψε ότι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συσχετίζεται θετικά με τους θανάτους σε οδικά ατυχήματα ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, αλλά αρνητικά με τους θανάτους ανά χίλια τετράτροχα οχήματα, υποδηλώνοντας ότι σε όρους ανά όχημα το αυξημένο εισόδημα μειώνει τους νεκρούς σε οδικά ατυχήματα. Επιπλέον, ο αριθμός των νεκρών από οδικά ατυχήματα στις νεαρές και πολύ μεγάλες ηλικίες σχετίζεται άμεσα με την πυκνότητα του πληθυσμού. Τέλος, οι δαπάνες στον τομέα της υγείας ως ποσοστό του Α.Ε.Π. σχετίζονται με ένα μειούμενο ποσοστό θανάσιμων τραυματισμών ανάμεσα στα θύματα οδικών ατυχημάτων.

Το 2002 πραγματοποιήθηκε έρευνα σε χώρες μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης από τον M. Koornstra, προκειμένου να διαπιστωθεί **ο συσχετισμός του Α.Ε.Π. με τους καταγεγραμμένους θανάτους και τραυματισμούς από οδικά ατυχήματα**. Κατά την εκπόνηση της μελέτης εφαρμόστηκαν χρησιμοποιήθηκαν **εκθετικά μοντέλα** με ανεξάρτητη μεταβλητή το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και εξαρτημένη τον αριθμό των νεκρών και των τραυματιών ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το υψηλό κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συνδέεται με υψηλό δείκτη ιδιοκτησίας οχημάτων της χώρας, ενώ η αναλογία νεκρών ανά όχημα τείνει να μειωθεί με την πάροδο του χρόνου και την παράλληλη αύξηση του Α.Ε.Π. Επομένως, οι νεκροί των οδικών ατυχημάτων θα μειωθούν μόνο στις χώρες υψηλού εισοδήματος και στις χώρες με ενδιάμεσες τιμές του δείκτη ιδιοκτησίας και με Α.Ε.Π. άνω του μέσου όρου, ενώ ο παγκόσμιος αριθμός νεκρών αυξάνεται τις

τελευταίες δεκαετίες. Η τάση αυτή είναι χειρότερη για τους τραυματισμούς, στον αριθμό των οποίων παρουσιάζεται μείωση μόνο στις χώρες υψηλού εισοδήματος.

Το 2005 εκπονήθηκε στην Ελλάδα σχετική μελέτη από τους Β. Προφυλλίδη και Γ. Μποτζώρη με σκοπό την αιτιοκρατική συσχέτιση ανάμεσα στις συνέπειες της οδικής ασφάλειας και στο επίπεδο της οικονομικής ανάπτυξης μίας χώρας, χρησιμοποιώντας ως **μέτρο επιπέδου ανάπτυξης το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν**. Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν στοιχεία από 14 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ένα εκ των οποίων ήταν και η Ελλάδα. Το μοντέλο που εκτιμά τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα ανά 1000 οχήματα είναι :

$$Y = -0,206905 \cdot \log (A.E.P) + 2,3356$$

Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με 0,77, γεγονός που υποδεικνύει ένα μοντέλο στατιστικά ικανοποιητικό. Βάσει του μοντέλου, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως όσο πιο αναπτυγμένη είναι οικονομικά μία χώρα, τόσο μικρότερος είναι συγκριτικά ο αριθμός των νεκρών.

Μία ακόμα εγχώρια μελέτη σχετική με το αντικείμενο αυτό, εκπονήθηκε από τους Γ. Γιαννή, Κ. Αντωνίου, Ε. Παπαδημητρίου, Δ. Κατσώχη. Επιδιώχθηκε να προσδιοριστεί το **οριακό σημείο**, μετά το οποίο ο αριθμός των νεκρών από οδικά ατυχήματα μειώνεται. Χρησιμοποιήθηκε **μοντέλο πολλαπλού συστήματος**, ώστε να εντοπιστεί για κάθε κράτος η αλλαγή της κλίσης της καμπύλης του προσωπικού κινδύνου και του οριακού σημείου. Συμπεριλήφθηκαν αρκετές χώρες της Ε.Ε και έγινε μία προσπάθεια προσέγγισης της συσχέτισης του αριθμού των νεκρών από οδικά ατυχήματα και του στόλου των οχημάτων και του πληθυσμού (μέσω του ποσοστού μηχανοκίνησης). Επιχειρήθηκε, δηλαδή, η ταυτόχρονη ανάπτυξη μοντέλων παλινδρόμησης, με το λογισμικό R, με άγνωστα οριακά σημεία, με τρόπο τέτοιο ώστε να εκτιμηθούν οι θέσεις τους και οι κλίσεις των τάσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο αριθμός και η θέση των οριακών σημείων, αλλά και η κλίση των συνδεόμενων τάσεων διαφέρουν ανάμεσα στα κράτη. Ερμηνεύοντας το εύρημα αυτό, προκύπτει πως οι χώρες εφαρμόζουν διαφορετικά μοντέλα εξέλιξης στον τομέα της οδικής ασφάλειας. Ακόμα, σε μέρος των κρατών τα οριακά σημεία εντοπίζονταν σε στενό εύρος τιμών του ποσοστού μηχανοκίνησης, υποδηλώνοντας, ενδεχομένως, παρεμφερή χαρακτηριστικά όσον αφορά την οδική ασφάλεια, την οικονομία ή τις κοινωνικές συνθήκες.

Επιπλέον, το 2006 ο Anbarci σε συνεργασία με άλλους ερευνητές επεξεργάστηκαν τα δεδομένα της περιόδου 1982-2000 από 23 αφρικανικές χώρες, 26 ευρωπαϊκές, 12 αμερικανικές, και 16 ασιατικές. Προσπάθησαν να συνδέσουν τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα με παραμέτρους όπως **το εισόδημα, ο δείκτης διαφθοράς, το ποσοστό αναλφαριθμητισμού, το ποσοστό θνησιμότητας και ο κατά κεφαλήν αριθμός τετράτροχων οχημάτων**. Ένα από τα αποτελέσματα της μελέτης

ήταν η σημαντική επίδραση της διαφθοράς στην αύξηση των θανάτων από τροχαία ατυχήματα σε σχετικά οικονομικά αδύναμες χώρες. Στην προσπάθεια τους να ερμηνεύσουν αυτό το εύρημα, οι μελετητές συμπέραναν πως μία πιθανή αιτία είναι τα πλαστά διπλώματα οδήγησης, η χαμηλή ασφάλεια και συντήρηση των οχημάτων και η μειωμένη εφαρμογή των κανονισμών της νομοθεσίας.

Το 2012 στο Ηνωμένο Βασίλειο εκπονήθηκε μελέτη για την διερεύνηση της **επίδρασης της κοινωνικοοικονομικών παραγόντων στην πιθανότητα εμπλοκής σε θανατηφόρο ατύχημα ή ατύχημα με σοβαρό τραυματισμό**. Συγκεκριμένα, το Royal Society for the Prevention of Accidents, με αφορμή την ανισότητα που παρατηρείται στην υγεία των πολιτών των διάφορων περιοχών (υποβαθμισμένων-αναβαθμισμένων), προσπάθησαν να τεκμηριώσουν την ύπαρξη αυτής της ανισότητας και στον κλάδο της οδικής ασφάλειας. Κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα συνδέεται με το χαμηλό εισόδημα, την μονογονεϊκή οικογένεια (για τα παιδιά) και το περιβάλλον (χρήσεις γης της περιοχής) και προτείνει διάφορες πολιτικές, που με την εφαρμογή τους είναι εφικτή η βελτίωση του προβλήματος.

2.5 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Συγκεκριμένα, αναλύθηκαν διεθνείς και ελληνικές έρευνες που επικεντρώθηκαν στην **κατηγοριοποίηση των συνιστωσών του κόστους των οδικών ατυχημάτων** και στον υπολογισμό του με διάφορες μεθόδους όπως το **Ανθρώπινο Κεφάλαιο** και η **Πρόθεση να Πληρώσω**. Παράλληλα, αναπτύχθηκε η βιβλιογραφία που έχει ως αντικείμενο την **συσχέτιση του αριθμού των νεκρών και τραυματισμένων ενός οδικού ατυχήματος με κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες**. Και σε αυτό το πεδίο παρατηρήθηκε **ποικιλία μεθοδολογιών προσέγγισης**, όπως γραμμικά ή μη μοντέλα παλινδρόμησης και στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών.

Όσον αφορά στον υπολογισμό του κόστους των οδικών ατυχημάτων, οι μελέτες είναι περιορισμένες λόγω της **δυσκολίας συλλογής των απαραίτητων στοιχείων** για το σύνολο των συνιστωσών του κόστους. Επιπλέον, οι **διαφορετικοί ορισμοί**, που δίνουν τα κράτη σε στοιχεία του κόστους και στα επίπεδα σοβαρότητας των ατυχημάτων, δημιουργούν εμπόδια στη μεταξύ τους σύγκριση.

Ωστόσο, κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν εντοπίστηκε έρευνα στην οποία να αναλύεται το κόστος των οδικών ατυχημάτων σε συγκριτικό επίπεδο για τα μέλη της Ε.Ε. και τη συσχέτιση τους με κοινωνικούς οικονομικούς και συγκοινωνιακούς δείκτες. Κατά συνέπεια, προέκυψε η **ανάγκη εκπόνησης μίας τέτοιας έρευνας**,

προκειμένου να κατανοηθεί η σύνδεση αυτή και με βάση τα αποτελέσματα να προταθούν κατάλληλες πολιτικές.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίστηκε η στατιστική ανάλυση των στοιχείων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά παρατίθεται μία σύντομη περιγραφή βασικών εννοιών της επιστήμης της στατιστικής και στη συνέχεια πραγματοποιείται μία λεπτομερής ανάλυση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει τη σχέση μεταξύ του κόστους των οδικών ατυχημάτων με κοινωνικούς, οικονομικούς και συγκοινωνιακούς δείκτες στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι και τα κριτήρια αποδοχής του κάθε μοντέλου. Μεγάλο τμήμα των θεωρητικών αυτών στοιχείων έχει αναπτυχθεί και σε προηγούμενες διπλωματικές εργασίες.

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Ο όρος **πληθυσμός** (population) αναφέρεται στο σύνολο των παρατηρήσεων του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι πραγματικός ή θεωρητικός.

Ο όρος **δείγμα** (sample) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού συνήθως είναι αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς όμως να ισχύει και το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

Με τον όρο **μεταβλητές** (variables) εννοούνται τα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν να μετρηθούν και να καταγραφούν σε ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ποιοτικές μεταβλητές** (qualitative variables): Είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μίας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης.
- **Ποσοτικές μεταβλητές** (quantitative variables): Είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς που όμως έχουν την σημασία της μέτρησης. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις διακριτές και τις συνεχείς. Σε μία διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές είναι σταθερή ποσότητα. Αντίθετα σε μία συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να

διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μία μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

Μέτρα κεντρικής τάσης (measures of central tendency): Σε περίπτωση ανάλυσης ενός δείγματος $x_1, x_2, \dots, x_n$ η μέση τιμή υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i$$

Μέτρα διασποράς και μεταβλητότητας (measures of variability): Στην περίπτωση που τα δεδομένα αποτελούν ένα δείγμα η διακύμανση συμβολίζεται με s^2 και ορίζεται ως:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

όπου

$\bar{x}$ είναι ο **δειγματικός μέσος**, δηλαδή η μέση τιμή των παρατηρήσεων του δείγματος. Η μαθηματική σχέση που δίνει την τυπική απόκλιση του δείγματος είναι:

$$s = (s^2)^{1/2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Για την περίπτωση συμμετρικά κατανεμημένου δείγματος σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα, προκύπτει ότι:

- Το διάστημα $(-s, +s)$ περιέχει περίπου το 68% των δεδομένων
- Το διάστημα $(-2s, +2s)$ περιέχει περίπου το 95% των δεδομένων
- Το διάστημα $(-3s, +3s)$ περιέχει περίπου το 98% των δεδομένων

Συνδιακύμανση (covariance of the two variables): Αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων και δίνεται από τη σχέση

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Μέτρα αξιοπιστίας είναι:

- Το επίπεδο εμπιστοσύνης, που ορίζεται ως η αναλογία των περιπτώσεων που μια εκτίμηση θα είναι σωστή
- Το επίπεδο σημαντικότητας, που ορίζεται ως η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

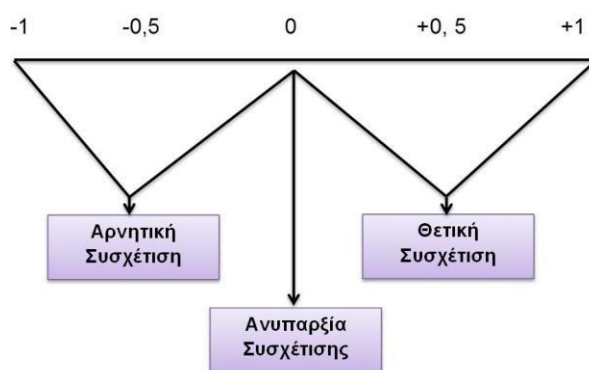
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Έστω x, y δύο τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές. Ο βαθμός γραμμικής συσχέτισης των δύο μεταβλητών x και y , οι οποίες έχουν διασπορά σ_x^2 και σ_y^2 αντίστοιχα και **συνδιασπορά** $\sigma_{xy} = \text{cov}(x, y)$ καθορίζεται με τον **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient) ρ , ο οποίος ορίζεται ως εξής:

$$\rho = \sigma_{xy} / (\sigma_x \sigma_y)$$

Ο συντελεστής συσχέτισης ρ εκφράζει τον βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται. Δεν εξαρτάται από την μονάδα μέτρησης των x και y και παίρνει τιμές στο διάστημα $[-1, 1]$. Τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, τιμές κοντά στο -1 δηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των x και y . Η εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης ρ γίνεται με την αντικατάσταση στην ανωτέρω εξίσωση της συνδιασποράς σ_{xy} και των διασπορών σ_x, σ_y , από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της **εκτιμήτριας r** . Η εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης ρ γίνεται με την αντικατάσταση στην ανωτέρω εξίσωση της συνδιασποράς σ_{xy} και των διασπορών σ_x και σ_y , από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της εκτιμήτριας r :

$$r(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \right] / \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}$$



Εικόνα 3.1 : Επεξήγηση πιθανών τιμών συντελεστή συσχέτισης (Πηγή: Σύγγραμμα «Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς»)

3.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής, για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η μορφή της κατανομής που ακολουθούν οι τιμές τους. Παρακάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση οδικών δεδομένων.

3.4.1 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Μία από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας για συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss. Η συνάρτηση πυκνότητας της κατανομής αυτής είναι:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2s^2}}$$

Όπου μ και σ είναι ίσες με την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση αντίστοιχα.

3.4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ POISSON

Είναι γνωστό ότι η πιο κατάλληλη κατανομή για την περιγραφή τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων είναι η κατανομή Poisson. Μια τυχαία μεταβλητή x (όπως π.χ. το πλήθος των ατυχημάτων ή των νεκρών από οδικά ατυχήματα) θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο μ ($\mu > 0$), και γράφεται $x \sim P(\mu)$, όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$f(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}$$

όπου $x = 0, 1, 2, 3, \dots$ και $x! = x \cdot (x-1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$

Η μέση τιμή και η διασπορά κατά Poisson είναι $E\{x\} = \mu$ και $\sigma^2\{x\} = \mu$ και είναι ίσες μεταξύ τους.

Η κατανομή Poisson αφορά στον αριθμό των “συμβάντων” σε ορισμένο χρονικό ή χωρικό διάστημα. Γενικά, ο αριθμός X των συμβάντων σε χρονικό (ή χωρικό) διάστημα t ακολουθεί την κατανομή Poisson αν (α) ο ρυθμός μ , έστω των συμβάντων είναι χρονικά σταθερός και (β) οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα αποτελούν ανεξάρτητα ενδεχόμενα (Κοκολάκης και Σπηλιώτης, 1999). Η κατανομή Poisson είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη μοντέλων που αφορούν φαινόμενα που εμφανίζονται σπάνια και των οποίων οι εμφανίσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή η εμφάνιση του φαινομένου μια φορά δεν επηρεάζει την επόμενη. Ο αριθμός των παθόντων είναι μία μεταβλητή, η οποία παρουσιάζει όμοιες ιδιότητες με την μεταβλητή του αριθμού των ατυχημάτων και γενικά υποστηρίζεται ότι τα **οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson ή κανονική κατανομή**.

3.4.3 ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΔΙΩΝΥΜΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Μία άλλη πολύ σημαντική κατανομή που χρησιμοποιείται στην οδική ασφάλεια είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η χρήση της κατανομής αυτής ενδείκνυται για περιπτώσεις όπου η **διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο**. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί σε φαινόμενα που εμφανίζουν περιοδικές μεταβολές (όπως για παράδειγμα αριθμός αφίξεων οχημάτων που αφορούν σε μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. 10 s) σε κάποιο σημείο μετά από φωτεινό σηματοδότη. Μια τυχαία μεταβλητή X θεωρείται ότι ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους k, p (k : θετικός ακέραιος, $0 < p < 1$), και γράφεται $X \sim NB(k, p)$, όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = \binom{x+k-1}{x} p^k (1-p)^x$$

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Με τον όρο **εξαρτημένη μεταβλητή** εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος **ανεξάρτητη μεταβλητή** αναφέρεται σε εκείνη την μεταβλητή, η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή αντίθετα, θεωρείται τυχαία και "καθοδηγείται" από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή ένας συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκαλεί τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων. Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην **ανάπτυξη εξισώσεων** που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει συνεχείς ή διακριτές τιμές. Στην περίπτωση που η **εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης**, της οποίας η πιο απλή περίπτωση είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (Simple Linear Regression). Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση υπάρχει μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή X και μία εξαρτημένη μεταβλητή Y , η οποία προσεγγίζεται ως μία γραμμική συνάρτηση του X . Η τιμή y_i της μεταβλητής Y , για κάθε τιμή της μεταβλητής X , δίνεται από την σχέση:

$$y_i = a + b \cdot x_i + \varepsilon_i$$

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων a και b που εκφράζουν όσο το δυνατόν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της εξαρτημένης μεταβλητής Y από την ανεξάρτητη μεταβλητή X . Κάθε ζεύγος τιμών (a , b) καθορίζει και μία διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή και οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- Ο **σταθερός όρος a** είναι η τιμή του y για $x=0$
- Ο **συντελεστής b** του x είναι η κλίση (slope) της ευθείας ή αλλιώς ο συντελεστής παλινδρόμησης (regression coefficient). Εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μία μονάδα.

Η **τυχαία μεταβλητή ε_i** λέγεται σφάλμα παλινδρόμησης (Regression Error) και ορίζεται ως η διαφορά της y_i από τη δεσμευμένη μέση τιμή $E(Y|X=x_i)$ όπου $E(Y|X=x_i) = a + b \cdot x_i$. Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι τιμές της χωρίς καμιά αμφιβολία.
- Η εξάρτηση της Y από τη X είναι γραμμική.
- Το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της X και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη X , δηλαδή $E(\varepsilon_i) = 0$ και $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$.

Οι παραπάνω υποθέσεις για γραμμική σχέση και σταθερή διασπορά αποτελούν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Συνήθως, λοιπόν, σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται η υπόθεση ότι η δεσμευμένη κατανομή της Y είναι κανονική.

Σε περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή Y εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές X ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) τότε γίνεται αναφορά στην **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση** (Multiple Linear Regression). Η εξίσωση η οποία αποτυπώνει τη σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει τη γενικότερη μορφή:

$$y_i = b_0 + b_1 \cdot x_{1i} + b_2 \cdot x_{2i} + \dots + b_n \cdot x_{ni} + \varepsilon_i$$

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή Y για κάθε τιμή της X) ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούριο στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική

παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η **μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών**, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει: $\rho(X_i, X_j) \neq 0$.

3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η λογαριθμική παλινδρόμηση (log-linear regression) αποτελεί ένα μετασχηματισμό της απλής γραμμικής παλινδρόμησης και χρησιμοποιείται σε ευρύ πεδίο εφαρμογών. Συγκεκριμένα στην οδική ασφάλεια, σε έρευνες όπου εξετάζεται η επιρροή διαφόρων παραμέτρων πάνω σε κάποιο δείκτη ατυχημάτων ή σοβαρότητας αποτελεί μία αρκετά συνήθη πρακτική. Η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει θετικές τιμές. Η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών δεν είναι γραμμική αλλά **εκθετική**. Η εξίσωση που περιγράφει τη σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι η εξής:

$$\ln y = b + \sum b_i x_i + \varepsilon$$

3.6 ΣΤΑΣΤΙΣΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Κάθε αναπτυσσόμενο μοντέλο, ούτως ώστε να θεωρείται αποδεκτό, είναι απαραίτητο να πληροί κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του μοντέλου μετά την διαμόρφωση του, αφορούν τα πρόσημα και τις τιμές των συντελεστών β_i της εξίσωσης, τη στατιστική σημαντικότητα, την ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

➤ Μη συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών

Βασική προϋπόθεση είναι η μη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να ισχύει $\rho(x_i, x_j) \neq 0$. Διαφορετικά δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα, καθώς εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

➤ Λογική ερμηνεία πρόσημων

Σημαντικό κριτήριο αποδοχής ενός μοντέλου μετά τη διαμόρφωσή του είναι οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών b . Πρέπει, φυσικά, να υπάρχει λογική ερμηνεία των πρόσημων τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής παράλληλα με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, το αρνητικό πρόσημο επιφέρει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης.

➤ **Στατιστική σημαντικότητα**

Πραγματοποιούνται πρώτα οι έλεγχοι των σταθερών επιδράσεων (test of fixe effects) για καθεμία από τις σταθερές επιδράσεις που ορίζονται στο μοντέλο. Πρόκειται για έναν έλεγχο τύπου ANOVA. Προκειμένου να γίνει αποδεκτό ότι οι μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά στο μοντέλο θα πρέπει η **τιμή σημαντικότητας (significance value)** να είναι $\text{sig} \leq 0,05$. Αυτό σημαίνει ότι η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική για το 95% τουλάχιστον των περιπτώσεων.

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων των μεταβλητών πραγματοποιείται μέσω του **ελέγχου t-test** (κριτήριο κατανομής Student). Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να διαπιστωθεί εάν οι παράμετροι που υπολογίστηκαν, διαφέρουν σημαντικά από το 0. Προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών και καθορίζεται ποιες από αυτές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται από τη σχέση:

$$t_{\text{stat}} = \frac{b_i}{s.e}$$

όπου s.e.: το τυπικό σφάλμα των σταθερών παραμέτρων

Βάσει της παραπάνω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο αυξάνεται η τιμή του t_{stat} και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t_{stat} τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα.

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο εμπιστοσύνης				
	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
80	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα για ένα δείγμα περί τα 80 και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι $t^* = 1,671$ και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι $t^* = 1,3$. Έτσι, για παράδειγμα μία μεταβλητή με $t^* = -3,8$, έχει απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από το 1,671 και επομένως είναι αποδεκτή και στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

➤ **Συντελεστής προσαρμογής R^2**

Μετά τον έλεγχο στατιστικής εμπιστοσύνης εξετάζεται η ποιότητα του μοντέλου, η οποία καθορίζεται με βάση τον συντελεστή προσαρμογής. Ο

συντελεστής R^2 χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από την σχέση:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Όπου n είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων, y_i είναι οι πραγματικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Y , $\bar{y}$ είναι η μέση τιμή της μεταβλητής Y και $\hat{y}_i$ είναι οι εκτιμημένες τιμές της Y . (Davis 2002).

Οι τιμές του συντελεστή προσδιορισμού R^2 κυμαίνονται από το 0 ως το 1 και προφανώς όσο η τιμή πλησιάζει το 1 τόσο καλύτερη προσαρμογή έχει το μοντέλο. Η ερμηνεία των παραπάνω ορίων έχει ως εξής:

- $R^2 = 1$: οι ερμηνευτικές μεταβλητές εξηγούν το 100% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής και άρα έχουμε ένα τέλειο μοντέλο.
- $R^2 = 0$: οι ερμηνευτικές μεταβλητές δεν εξηγούν καθόλου τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής.

Συμπερασματικά, καθίσταται σαφές ότι όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία κάτι το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή που να είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή R^2 . Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το X παίρνει καθορισμένες τιμές ή αν είναι τυχαία μεταβλητή.

➤ Ελαστικότητα

Η ελαστικότητα αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μίας εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Η ελαστικότητα για γραμμικά μοντέλα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i X_i}{\Delta X_i Y_i} = \beta_i \frac{X_i}{Y_i}$$

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του ειδικού στατιστικού λογισμικού SPSS. Χρησιμοποιείται η εντολή Analyze για αυτή την ανάλυση. Η εντολή περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

- **Descriptive statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, έχοντας κάνει ομαδοποίηση των δεδομένων, μέσω της επιλογής Cross tabs εμφανίζεται ένας πίνακας που δείχνει σε ποια ομάδα ανήκει η κάθε μεταβλητή. Αντίστοιχα, μέσω της εντολής Frequencies δημιουργείται ένας πίνακας που αποτυπώνεται πόσες μεταβλητές ανήκουν στην κάθε ομάδα και ορισμένα χαρακτηριστικά τους.
- **Correlate:** Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή Bivariate → correlations. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης Pearson, εάν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής Spearman για διακριτές μεταβλητές.
- **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Λόγω της φύσης των εξαρτημένων μεταβλητών επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές, με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independents (για συνεχείς). Τέλος, τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αφορά στην ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων τα οποία θα προσδιορίζουν τη συσχέτιση οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών με το κόστος των οδικών ατυχημάτων στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε συγκριτικό επίπεδο. Τη βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών με το αντικείμενο της εργασίας και την ανάλυση του θεωρητικού υποβάθρου, ακολούθησε η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων και η κατάλληλη επεξεργασία τους.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται η συλλογή και η επεξεργασία των απαραίτητων στοιχείων για την πραγματοποίηση της έρευνας, ώστε να δοθεί μία πλήρης εικόνα για την ποιότητα και την αξιοπιστία τους. Προσδιορίζεται η διαδικασία άντλησης των στοιχείων αυτών και η δημιουργία της αρχικής βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε. Η διαδικασία συλλογής δεν ήταν εφικτή με τη χρήση μόνο μίας βάσης δεδομένων, συνεπώς αναζητήθηκαν περισσότερες από μία βάσεις διεθνών οργανισμών, στις οποίες γίνεται λεπτομερής αναφορά στη συνέχεια. Παράλληλα, αναλύεται το στάδιο της επεξεργασίας και επισημαίνονται οι δυσκολίες οι οποίες προέκυψαν.

4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.2.1 ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων της Διπλωματικής Εργασίας προήλθε έπειτα από αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων της **Eurostat**, δηλαδή της στατιστικής υπηρεσίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Στις βάσεις αυτής της υπηρεσίας είναι δυνατή η εξεύρεση στοιχείων σχετικά με διάφορους τομείς δραστηριοτήτων, όπως επιστημονικού, οικονομικού και αναπτυξιακού ενδιαφέροντος. Αξίζει να σημειωθεί πως τα στοιχεία αυτά καλύπτουν μεγάλο χρονικό εύρος.

Συγκεκριμένα, για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αντλήθηκαν από τη Eurostat δεδομένα σχετικά με τον πληθυσμό των κρατών – μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., το ποσοστό ανεργίας της κάθε χώρας, τους θανάτους από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, τον αριθμό επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, τον αριθμό των επιχειρήσεων χερσαίων μεταφορών (επιβατικών και φορτίων), τα συγκοινωνιακά έξοδα ως ποσοστό των συνολικών εξόδων ενός νοικοκυριού, τα έξοδα ανά κεφάλι για συγκοινωνίες και τον κύκλο εργασιών για τις οδικές μεταφορές (φορτηγά καθώς και το άθροισμα των επιβατικών και φορτηγών). Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία αφορούν το έτος 2015.

Τα οικονομικά στοιχεία του κόστους των οδικών ατυχημάτων για κάθε κράτος λήφθηκαν από το SafetyCube. Το **SafetyCube** αποτελεί ένα ερευνητικό πρόγραμμα για τον κλάδο της οδικής ασφάλειας χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Στόχος του προγράμματος είναι η ανάπτυξη ενός καινοτόμου συστήματος λήψης αποφάσεων για την επιλογή και εφαρμογή κατάλληλων και οικονομικά αποδοτικών πολιτικών για την μείωση των οδικών ατυχημάτων τόσο στην Ευρώπη, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Ο διαδικτυακός ιστότοπος **Our World in Data**, αποτέλεσε μία πηγή στοιχείων για την συγκεκριμένη εργασία. Αναπτύχθηκε στο **Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης** και είναι ένα ηλεκτρονικό περιοδικό που παρουσιάζει εμπειρικές έρευνες και δεδομένα για τις συνθήκες διαβίωσης και τη μεταβολή τους σε διεθνές επίπεδο. Καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ακαδημαϊκών τομέων όπως η υγεία, τα δικαιώματα, η ανάπτυξη και κατανομή του εισοδήματος, η παροχή τροφίμων, η κατανάλωση ενέργειας, ο πολιτισμός και άλλα.

Από την ιστοσελίδα αυτή συλλέχθηκαν στοιχεία για τον δείκτη ικανοποίησης από τη ζωή, Life Satisfaction Index, ο οποίος σχετίζεται με την υγεία, την εκπαίδευση, το εισόδημα, την προσωπική ολοκλήρωση και τις κοινωνικές συνθήκες. Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση και σύγκριση της ποιότητας ζωής μεταξύ των χωρών.

Επιπλέον, μία ακόμα βάση δεδομένων που αξιοποιήθηκε προκειμένου να συλλεχθούν τα απαιτούμενα στοιχεία είναι εκείνη του **Προγράμματος Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP)**. Ο Οργανισμός αυτός αποτελεί ένα παγκόσμιο αναπτυξιακό δίκτυο του Ο.Η.Ε. που στοχεύει στην εξέλιξη μέσω της σύνδεσης των χωρών με τη γνώση, την εμπειρία και τις κατάλληλες πηγές που θα συμβάλλουν στην εξασφάλιση ενός βελτιωμένου βιοτικού επιπέδου. Το κύριο αντικείμενο του προγράμματος συνιστά η εξεύρεση λύσεων σε προκλήσεις, όπως η δημοκρατική διακυβέρνηση, η μείωση της φτώχειας, η καταπολέμηση του ιού AIDS, η ενέργεια και το περιβάλλον, η προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και η ενίσχυση της θέσης των γυναικών.

Στην παραπάνω βάση δεδομένων εντοπίστηκε ο δείκτης της ανθρώπινης ανάπτυξης (Human Development Index), για όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2015. Ο συγκεκριμένος δείκτης αποτελεί ένα σύνθετο μέτρο που αναπτύσσεται με βάση τρεις επιμέρους δείκτες, οι οποίοι σχετίζονται με το προσδόκιμο ζωής, τον βαθμό εκπαίδευσης και την ποιότητα ζωής. Αποτελεί το κριτήριο διαχωρισμού των χωρών σε υποανάπτυκτες, αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες και χρησιμοποιείται για την μέτρηση της επίδρασης οικονομικών πολιτικών στην ποιότητα ζωής.

Στη συνέχεια αναζητήθηκαν στοιχεία στον **Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O)**. Είναι αυτόνομος διεθνής διακρατικός οργανισμός, που αποτελεί εξειδικευμένη υπηρεσία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών και μέλος της Ομάδας Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP), και ασχολείται με τη διεθνή δημόσια υγεία. Οι τρέχουσες προτεραιότητές της περιλαμβάνουν την αντιμετώπιση των μεταδοτικών ασθενειών κυρίως του AIDS (HIV), του ιού της Έμπολα, της ελονοσίας και της φυματίωσης, τον περιορισμό των επιπτώσεων των μη μεταδοτικών ασθενειών, η σεξουαλική υγεία και η αναπαραγωγή, η ανάπτυξη και η γήρανση, η υγιεινή διατροφή και η ασφάλεια των τροφίμων.

Στη βάση δεδομένων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας αναζητήθηκαν οι αυτοκτονίες που έχουν καταγραφεί σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2015. Για να είναι συγκρίσιμα τα μεγέθη, οι συνολικές αυτοκτονίες του κάθε κράτους διαιρέθηκαν με τον πληθυσμό του, ώστε να προκύψει ο δείκτης των αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού.

Επόμενη βάση που χρησιμοποιήθηκε ως πηγή στοιχείων για την παρούσα έρευνα είναι το **Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο για την Ισότητα των δύο φύλων (European Institute for Gender Equality)**. Είναι ένας οργανισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχει στόχο την επίτευξη της ισότητας των δύο φύλων εντός και εκτός της ΕΕ. Εκπονεί σχετικές μελέτες, παρακολουθεί εάν η ΕΕ ανταποκρίνεται στις διεθνείς δεσμεύσεις για την ισότητα των δύο φύλων, ενώ παράλληλα εργάζεται για τη καταπολέμηση της βίας κατά των γυναικών.

Εύκολα γίνεται αντιληπτό πως από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο συγκεντρώθηκαν στοιχεία για το δείκτη Ισότητας των Φύλων (Gender Equality Index) για το έτος 2015. Αποτελεί έναν δείκτη που μετρά την ισότιμη αντιμετώπιση ανδρών και γυναικών σε τομείς όπως οι επαγγελματικές συνθήκες και εξέλιξη, η μισθοδοσία, ο ελεύθερος χρόνος, η υγεία και άλλα.

Τέλος, η **Economist Intelligence Unit** σε συνεργασία με το **πανεπιστήμιο Johns Hopkins** δημιούργησε την τελευταία βάση δεδομένων που αξιοποιήθηκε για την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων. Αποτελεί μία επιχείρηση της βρετανικής εφημερίδας The Economist και παρέχει συμβουλευτικές υπηρεσίες οικονομικού χαρακτήρα.

Από αυτή την βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης 'μιζέριας' (Misery Index). Ο δείκτης αυτός προκύπτει από το άθροισμα του ποσοστού ανεργίας, του ρυθμού πληθωρισμού και του επιτοκίου του δανεισμού μείον το ποσοστό μεταβολής του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούν στο έτος 2015.

4.2.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ

Λόγω της ύπαρξης διαφορετικών συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων των οδικών ατυχημάτων ανά χώρα, είναι δυνατό να παρουσιαστούν προβλήματα, τα οποία πιθανώς να οδηγήσουν στη διατύπωση εσφαλμένων συμπερασμάτων. Ένα τέτοιο πρόβλημα οφείλεται στους **διαφορετικούς ορισμούς** που έχουν τα κράτη για τα διάφορα επιμέρους στοιχεία. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τη χρήση στοιχείων από διεθνείς βάσεις δεδομένων, όπου τα στοιχεία που προέρχονται από την κάθε χώρα έχουν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να γίνουν ομοιόμορφα και συγκρίσιμα.

Το μοναδικό πρόβλημα που παρουσιάστηκε κατά την συλλογή των δεδομένων ήταν η **μη ύπαρξη όλων των στοιχείων για το περασμένο έτος**. Για να αποφευχθεί η αστοχία χρήσης στοιχείων διαφορετικών ετών, προτιμήθηκε η αξιοποίηση ελαφρώς παλιότερων δεδομένων, δηλαδή του 2015. Το έτος αυτό είναι το πιο πρόσφατο στο οποίο δεν παρατηρείται καμία έλλειψη των απαραίτητων για την έρευνα δεδομένων για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μοναδικές εξαιρέσεις αποτελούν η Ρουμανία και το Λουξεμβούργο, όπου δεν έχει υπολογιστεί το κόστος των ατυχημάτων από την έρευνα SafetyCube.

Για τον λόγο αυτό τα δύο προαναφερθέντα κράτη δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων στο πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας.

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Για την επεξεργασία των δεδομένων απαιτήθηκε σε πρώτη φάση η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων με τη χρήση του προγράμματος EXCEL. Η βάση αυτή περιείχε για κάθε κράτος τα αντίστοιχα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τις παραπάνω βάσεις δεδομένων. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η μορφή με την οποία εισήχθησαν τα διάφορα στοιχεία στη **βάση δεδομένων**.

	Population	GDP per capita (euro)	Road fatalities per million population
COUNTRIES	2015	2015	2015
ROMANIA	19.861.400	8.100	95
LUXEMBOURG	563.000	91.900	64
MALTA	429.300	19.300	26
NETHERLANDS	16.900.700	40.400	31
UNITED KINGDOM	64.767.100	39.600	28
SWEDEN	9.747.400	45.600	27
DENMARK	5.659.700	47.800	31
SPAIN	46.439.900	23.200	36
FINLAND	5.471.800	38.200	49
GERMANY	81.174.000	37.100	43
IRELAND	4.625.900	55.100	36
AUSTRIA	8.584.900	39.400	56
SLOVENIA	2.062.900	18.700	58
ITALY	60.795.600	27.100	56
CYPRUS	847.000	20.800	67
FRANCE	66.352.500	33.000	54
SLOVAKIA	5.421.300	14.500	51
PORTUGAL	10.374.800	17.300	57
ESTONIA	1.313.300	15.400	51
CZECH REPUBLIC	10.538.300	16.000	70
HUNGARY	9.849.000	11.100	65
BELGIUM	11.258.400	36.600	65
GREECE	10.812.500	16.200	74
POLAND	38.005.600	11.200	77
CROATIA	4.225.300	10.500	82
LITHUANIA	2.921.300	12.900	83
BULGARIA	7.202.200	6.300	98
LATVIA	1.986.100	12.300	95
AVERAGE	18.149.686	25.600	58
source	eurostat	eurostat	european commission

Πίνακας 4.1 : Βάση δεδομένων (εικόνα 1/5)

	Human Development Index	Unemployment Rate %	Suicides per 100.000 population
COUNTRIES	2015	2015	2015
ROMANIA	0,802	6,8	9,2
LUXEMBOURG	0,898	6,5	8,5
MALTA	0,856	5,4	5
NETHERLANDS	0,924	6,9	9,4
UNITED KINGDOM	0,909	5,3	7,4
SWEDEN	0,913	7,4	12,7
DENMARK	0,925	6,2	9,1
SPAIN	0,884	22,1	6
FINLAND	0,895	9,4	14,2
GERMANY	0,926	4,6	9,1
IRELAND	0,923	10	11,1
AUSTRIA	0,893	5,7	11,7
SLOVENIA	0,890	9	15
ITALY	0,887	11,9	5,4
CYPRUS	0,856	15	3,9
FRANCE	0,897	10,4	12,3
SLOVAKIA	0,845	11,5	9,9
PORTUGAL	0,843	12,6	8,5
ESTONIA	0,865	6,2	14,9
CZECH REPUBLIC	0,878	5,1	10,6
HUNGARY	0,836	6,8	15,7
BELGIUM	0,896	8,5	16,1
GREECE	0,866	24,9	3,2
POLAND	0,855	7,5	18,5
CROATIA	0,827	16,1	12,1
LITHUANIA	0,848	9,1	26,1
BULGARIA	0,794	9,2	11,2
LATVIA	0,830	9,9	17,4
AVERAGE	0,874		11,22
source	undp	eurostat	W.H.O

Πίνακας 4.2 : Βάση δεδομένων (εικόνα 2/5)

	Misery Index	Gender Equality Index	split mode on transportation, car %	Life Satisfaction Index
COUNTRIES	2015	2015	2015	2015
ROMANIA	7,1	52,4	-	5,777
LUXEMBOURG	-	69	82,9	6,702
MALTA	8,8	60,1	82,3	6,613
NETHERLANDS	5,2	72,9	85,7	7,324
UNITED KINGDOM	7,1	71,5	84,5	6,515
SWEDEN	6,3	82,6	81,7	7,289
DENMARK	6,5	76,8	80,5	7,514
SPAIN	25,8	68,3	79,9	6,381
FINLAND	10	73	84,5	7,448
GERMANY	5,2	65,5	84,3	7,037
IRELAND	5,9	69,5	80,1	6,830
AUSTRIA	6,5	63,3	72,6	7,076
SLOVENIA	12,6	68,4	86,1	5,741
ITALY	14,9	62,1	80,7	5,847
CYPRUS	16,8	55,1	81,3	5,439
FRANCE	9,9	72,6	80,5	6,358
SLOVAKIA	9,1	52,4	75,3	6,162
PORTUGAL	15,3	56	88,5	5,081
ESTONIA	8,2	56,7	77,4	5,629
CZECH REPUBLIC	5,8	53,6	67,1	6,608
HUNGARY	5,2	50,8	65,8	5,344
BELGIUM	9,9	70,5	80	6,904
GREECE	29	50	80,3	5,623
POLAND	10,3	56,8	77,3	6,007
CROATIA	22,4	53,1	84,3	5,205
LITHUANIA	7,4	56,8	89,2	5,711
BULGARIA	11,8	58	79,3	4,865
LATVIA	7,1	57,9	81,7	5,881
AVERAGE	10,88	62,7	80,5	6,247
source	E.I. Unit	European Institut	European Commission / Eurostat	Our World in Data

Πίνακας 4.3 : Βάση δεδομένων (εικόνα 3/5)

	Enterprises(passengers)	Enterprises (freight)	Passenger cars per million
COUNTRIES	2015	2015	2015
ROMANIA	10448	24953	4,5
LUXEMBOURG	206	447	13
MALTA	602	361	5,8
NETHERLANDS	6950	11268	8,2
UNITED KINGDOM	11408	38376	10,2
SWEDEN	8759	15021	11,5
DENMARK	2881	4928	10
SPAIN	61642	102535	6,8
FINLAND	8874	9986	12,1
GERMANY	22944	31019	11,4
IRELAND	15533	4503	11,2
AUSTRIA	5405	6767	9,1
SLOVENIA	1003	5477	12,6
ITALY	29634	69121	11,2
CYPRUS	1161	831	7,3
FRANCE	52692	34773	10,9
SLOVAKIA	4189	6282	5,1
PORTUGAL	10860	7995	8,1
ESTONIA	460	2889	9,4
CZECH REPUBLIC	3250	30623	6,6
HUNGARY	7404	13812	5,5
BELGIUM	2700	7875	9,5
GREECE	35009	19359	9,1
POLAND	45877	79062	5,3
CROATIA	1123	5475	6,2
LITHUANIA	3521	5254	8,5
BULGARIA	5792	11233	7,9
LATVIA	3521	3378	6,8
AVERAGE	12994,6	19771,5	8,7
source	E.C /Eurostat	Eurostat	Eurostat

Πίνακας 4.4 : Βάση δεδομένων (εικόνα 4/5)

	Cost per Casualty (euro 2015)		
COUNTRIES	Fatality	Serious Injury	Slight Injury
ROMANIA	-	-	-
LUXEMBOURG	-	-	-
MALTA	1.597.160	203.913	15.159
NETHERLANDS	2.504.928	269.149	6.031
UNITED KINGDOM	2.028.793	227.979	17.575
SWEDEN	2.160.235	214.023	9.428
DENMARK	2.011.006	344.536	51.898
SPAIN	1.592.359	254.777	6.938
FINLAND	2.340.452	671.383	29.111
GERMANY	1.177.194	119.480	4.954
IRELAND	1.965.163	225.511	20.860
AUSTRIA	3.014.655	381.285	26.880
SLOVENIA	2.118.429	247.550	24.412
ITALY	1.615.566	211.860	18.245
CYPRUS	1.027.088	135.535	9.921
FRANCE	2.944.662	368.029	14.070
SLOVAKIA	625.238	141.504	20.797
PORTUGAL	838.109	136.365	35.391
ESTONIA	2.819.426	959.011	36.802
CZECH REPUBLIC	1.210.198	295.199	24.922
HUNGARY	2.147.976	501.194	553
BELGIUM	2.021.091	307.364	19.766
GREECE	2.171.344	252.277	41.971
POLAND	814.504	975.074	11.536
CROATIA	2.230.967	290.042	22.259
LITHUANIA	988.981	89.804	-
BULGARIA	1.355.315	220.390	57.267
LATVIA	1.141.935	28.205	296
AVERAGE	1.787.030	310.440	21.567
source	SafetyCube	SafetyCube	SafetyCube

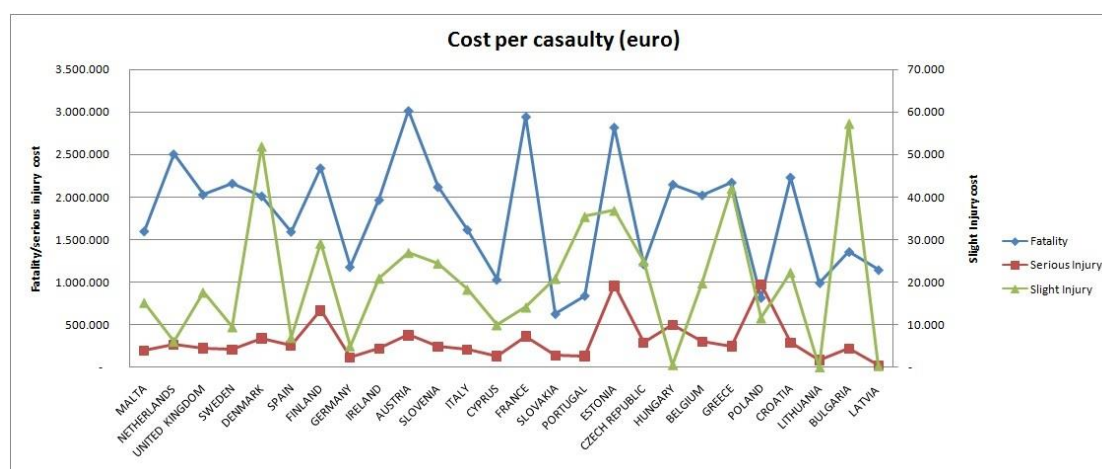
Πίνακας 4.5 : Βάση δεδομένων (εικόνα 5/5)

Από τους παραπάνω πίνακες γίνεται εύκολα αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο δημιουργήθηκε η **βάση δεδομένων**. Στην αρχική στήλη τοποθετήθηκαν τα 28 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ στις επόμενες στήλες οι τιμές των διάφορων κατηγοριών των στοιχείων. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κελί της κάθε στήλης αναγράφεται η πληροφορία στην οποία αναφέρονται οι τιμές, π.χ. πληθυσμός, στο δεύτερο κελί προσδιορίζεται το έτος στο οποίο αναφέρονται τα δεδομένα, ενώ τα δύο τελευταία κελιά της κάθε στήλης περιέχουν τον μέσο όρο της εκάστοτε τιμής για το σύνολο των κρατών της Ε.Ε και την πηγή των στοιχείων.

Οι μέσοι όροι των παραπάνω μεταβλητών, που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με το βιοτικό επίπεδο, αποδεικνύουν την εμφανέστατη επίδραση της οικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με οποιονδήποτε κοινωνικό ή οικονομικό δείκτη, που έχει συμπεριληφθεί στην παρούσα έρευνα, η Ελλάδα βρίσκεται σε πολύ πιο δυσμενή θέση από το μέσο κράτος - μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μοναδική, αλλά αξιοσημείωτη εξαίρεση αποτελεί ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, όπου στην Ελλάδα καταγράφονται οι λιγότερες αυτοκτονίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

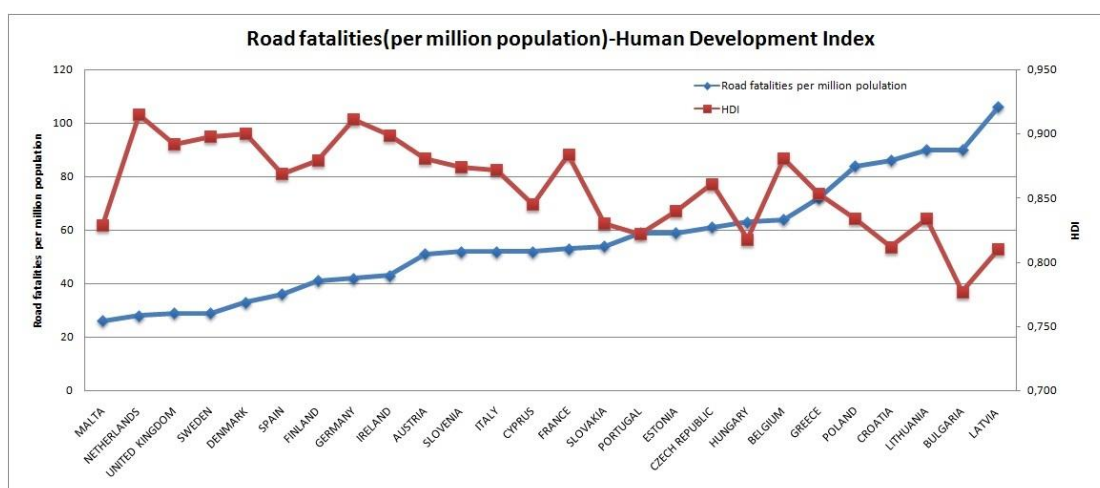
Στη συνέχεια, σχεδιάστηκαν μέσω του προγράμματος EXCEL **διαγράμματα** που παρουσίαζαν την αλληλεπίδραση μεταξύ διάφορων συνδυασμών των παραπάνω μεταβλητών. Παραδείγματα τέτοιων γραφημάτων παρουσιάζονται παρακάτω.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί αποτυπώνεται η σχέση μεταξύ του κόστους των ατυχημάτων με νεκρό, σοβαρά τραυματισμένο και ελαφρά τραυματισμένο. Είναι εμφανές πως στη συντριπτική πλειοψηφία των κρατών τα κόστη ατυχήματος με νεκρό (μπλε) και ατυχήματος με σοβαρά τραυματία (κόκκινο) ακολουθούν παρόμοια πορεία παρά την μεγάλη ποσοτική διαφορά των μεγεθών, σε αντίθεση με το κόστος ελαφρών τραυματισμών (πράσινο) ακολουθεί μία πορεία πιο ανεξάρτητη σε σχέση με τις άλλες δύο μεταβλητές. Τέλος, το κόστος ελαφρού τραυματισμού και νεκρού παρουσιάζουν έντονες αποκλίσεις τιμών μεταξύ των χωρών.



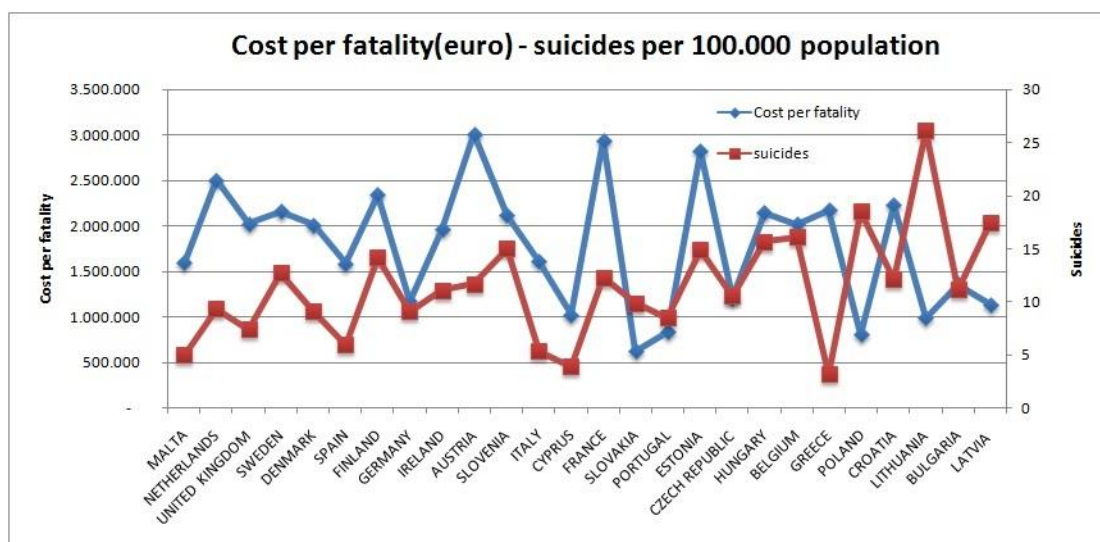
Διάγραμμα 4.1 : Οικονομικό κόστος ατυχήματος με νεκρό, σοβαρό τραυματισμό και ελαφρύ τραυματισμό στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: SafetyCube, 2017)

Αντίστοιχα, στο παρακάτω γράφημα, φαίνεται η συσχέτιση του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (Human development Index) και των νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Όπως μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό η μείωση του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης στις περισσότερες περιπτώσεις συνεπάγεται την αύξηση των νεκρών των οδικών ατυχημάτων.

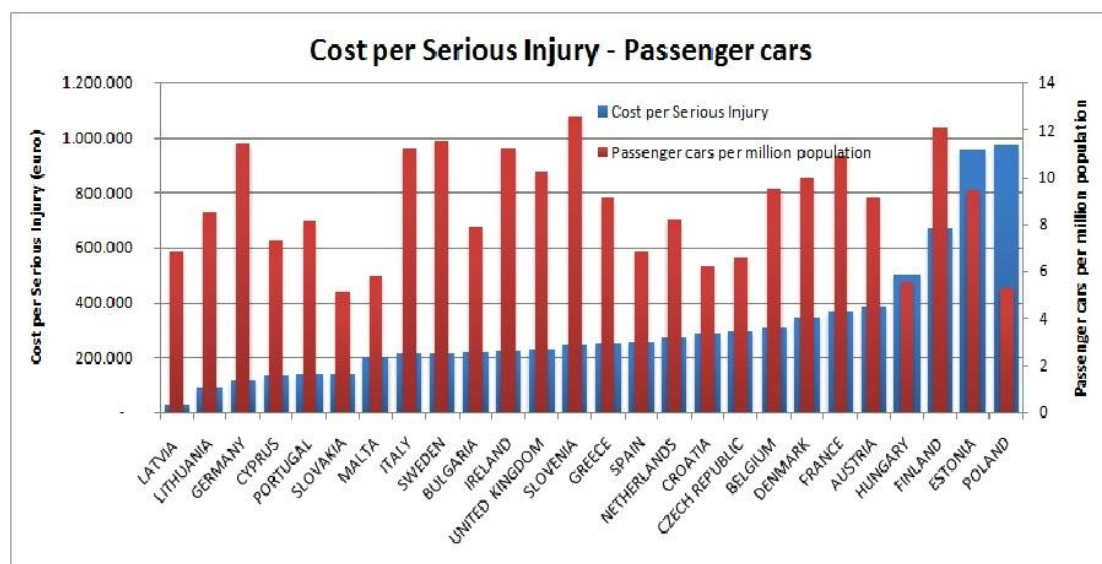


Διάγραμμα 4.2 : Συσχέτιση του αριθμού νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού με το Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: Eurostat, 2018, U.N.D.P, 2018)

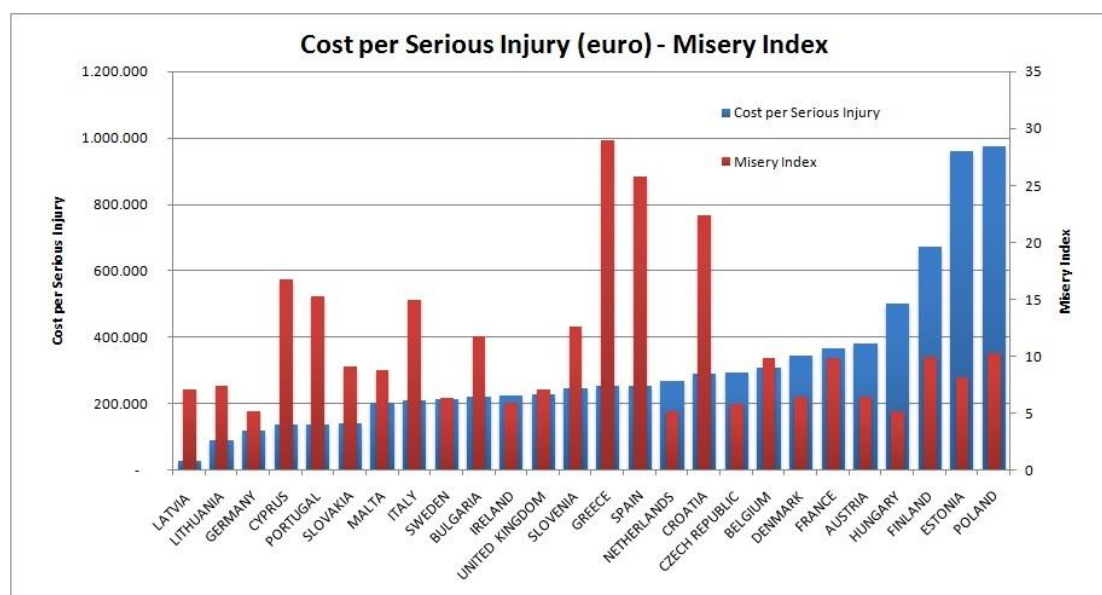
Αντίστοιχα ερμηνεύονται και τα υπόλοιπα γραφήματα, ορισμένα εκ των οποίων βρίσκονται στο πρώτο κεφάλαιο και άλλα παρατίθενται εδώ.



Διάγραμμα 4.3 : Το κόστος ατυχήματος με νεκρό (ευρώ) σε συνδυασμό με τον αριθμό αυτοκτονιών ανά 100.000 πληθυσμού για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: SafetyCube 2017, W.H.O., 2018)



Διάγραμμα 4.4 : Το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό (ευρώ) σε συνδυασμό με τον αριθμό των επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις χώρες της Ε.Ε. (Πηγή: SafetyCube 2017, Eurostat, 2018)



Διάγραμμα 4.5 : Το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό (ευρώ) σε συνδυασμό με τον οικονομικό δείκτη Misery Index για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: SafetyCube 2017, Economist Intelligence Unit, 2018)

Επιπλέον, κατά την επεξεργασία των στοιχείων θεωρήθηκε ενδιαφέρον να εξεταστεί εάν υπάρχει κάποια **σχέση μεταξύ των αυτοκτονιών και των θανάτων από οδικά ατυχήματα**. Με αφορμή αυτό, δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας που περιέχει τις αυτοκτονίες και τους νεκρούς από οδικά ατυχήματα, καθώς και το άθροισμα τους για κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κρίθηκε σκόπιμο, να

χωριστούν τα κράτη σε τρεις ομάδες, τα μέλη των οποίων πέρα από τη γεωγραφική θέση παρουσιάζουν και άλλα οικονομικά και κοινωνικά κοινά χαρακτηριστικά.

ΚΡΑΤΗ	Αυτοκτονίες ανά 100.000 πληθυσμού	ΚΡΑΤΗ	Νεκροί οδικών ατυχημάτων ανά 100.000	ΚΡΑΤΗ	Σύνολο νεκρών ανά 100.000 πληθυσμού
ΕΛΛΑΔΑ	3,2	ΜΑΛΤΑ	2,6	ΜΑΛΤΑ	7,6
ΚΥΠΡΟΣ	3,9	ΣΟΥΗΔΙΑ	2,7	ΙΣΠΑΝΙΑ	9,6
ΜΑΛΤΑ	5	ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ	2,8	ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ	10,2
ΙΤΑΛΙΑ	5,4	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	3,1	ΚΥΠΡΟΣ	10,6
ΙΣΠΑΝΙΑ	6	ΔΑΝΙΑ	3,1	ΕΛΛΑΔΑ	10,6
ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ	7,4	ΙΣΠΑΝΙΑ	3,6	ΙΤΑΛΙΑ	11
ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	8,5	ΙΡΛΑΝΔΙΑ	3,6	ΔΑΝΙΑ	12,2
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	8,5	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	4,3	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	12,5
ΔΑΝΙΑ	9,1	ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	4,9	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	13,4
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	9,1	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	5,1	ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	14,2
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	9,2	ΕΣΘΟΝΙΑ	5,1	ΙΡΛΑΝΔΙΑ	14,7
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	9,4	ΓΑΛΛΙΑ	5,4	ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	14,9
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	9,9	ΑΥΣΤΡΙΑ	5,6	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	15
ΤΣΕΧΙΑ	10,6	ΙΤΑΛΙΑ	5,6	ΣΟΥΗΔΙΑ	15,4
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	11,1	ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	5,7	ΑΥΣΤΡΙΑ	17,3
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	11,2	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	5,8	ΤΣΕΧΙΑ	17,6
ΑΥΣΤΡΙΑ	11,7	ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	6,4	ΓΑΛΛΙΑ	17,7
ΚΡΟΑΤΙΑ	12,1	ΟΥΓΓΑΡΙΑ	6,5	ΡΟΥΜΑΝΙΑ	18,7
ΓΑΛΛΙΑ	12,3	ΒΕΛΓΙΟ	6,5	ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	19,1
ΣΟΥΗΔΙΑ	12,7	ΚΥΠΡΟΣ	6,7	ΕΣΘΟΝΙΑ	20
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	14,2	ΤΣΕΧΙΑ	7,0	ΚΡΟΑΤΙΑ	20,3
ΕΣΘΟΝΙΑ	14,9	ΕΛΛΑΔΑ	7,4	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	20,8
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	15	ΠΟΛΩΝΙΑ	7,7	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	21
ΟΥΓΓΑΡΙΑ	15,7	ΚΡΟΑΤΙΑ	8,2	ΟΥΓΓΑΡΙΑ	22,2
ΒΕΛΓΙΟ	16,1	ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	8,3	ΒΕΛΓΙΟ	22,6
ΛΕΤΟΝΙΑ	17,4	ΡΟΥΜΑΝΙΑ	9,5	ΠΟΛΩΝΙΑ	26,2
ΠΟΛΩΝΙΑ	18,5	ΛΕΤΟΝΙΑ	9,5	ΛΕΤΟΝΙΑ	26,9
ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	26,1	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	9,8	ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	34,4

ΥΠΟΜΝΗΜΑ :

ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΚΡΑΤΗ

ΒΟΡΕΙΑ-ΔΥΤΙΚΑ ΚΡΑΤΗ

ΝΟΤΙΑ ΚΡΑΤΗ

Πίνακας 4.6 : Κατάταξη των κρατών της Ε.Ε κατά φθίνουσα σειρά με βάση τον αριθμό των αυτοκτονιών και των θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά 100.000 πληθυσμού καθώς και το άθροισμα των δύο αυτών (Πηγή: W.H.O., 2018, Eurostat, 2018)

Στον πίνακα, με κόκκινο χρώμα σημειώνονται τα κράτη της νότιας Ευρώπης, με μπλε τα βορειοδυτικά κράτη και με πράσινο οι ανατολικές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Είναι ευρέως αποδεκτό πως η πλειοψηφία των ανατολικών κρατών αντιμετωπίζει πλήθος οικονομικών και κοινωνικών προβλημάτων, με άμεση συνέπεια τον υψηλό

αριθμό αυτοκτονιών, αλλά και τις υποδομές χαμηλής ποιότητας που συνεπάγονται πληθώρα οδικών ατυχημάτων. Αυτό αποτυπώνεται και στον παραπάνω πίνακα, με συγκεκριμένες χώρες να κατατάσσονται πρώτες και στις δύο κατηγορίες θανάτων.

Όσον αφορά τις χώρες της Μεσογείου, παρά την ύπαρξη σημαντικών προβλημάτων, που αποτελούν απόρροια της πρόσφατης οικονομικής κρίσης, τα ποσοστά των αυτοκτονιών είναι τα χαμηλότερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το φαινόμενο αυτό συχνά αποδίδεται στο κλίμα και τις καιρικές συνθήκες, καθώς και σε θεσμούς της κάθε κοινωνίας, όπως οι οικογενειακοί δεσμοί. Σχετικά με τους νεκρούς από οδικά ατυχήματα, οι χώρες αυτές καταλαμβάνουν τις μεσαίες θέσεις της λίστας, γεγονός αναμενόμενο καθώς οι οικονομικές δυσκολίες εμποδίζουν την αποτελεσματική συντήρηση των συγκοινωνιακών υποδομών.

Η τρίτη κατηγορία αποτελείται από τα βορειοδυτικά κράτη, τα οποία κατά γενική ομολογία χαρακτηρίζονται από οικονομική ευμάρεια και υψηλές κοινωνικές παροχές. Αυτό αντικατοπτρίζεται στον μικρό αριθμό θυμάτων από τροχαία ατυχήματα, συγκριτικά με τα υπόλοιπα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που υποδεικνύει την ύπαρξη συγκοινωνιακών υποδομών υψηλού επιπέδου και τη συχνή χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς. Ωστόσο, άλλοι παράγοντες, που πιθανώς παίζουν καταλυτικό ρόλο στην ψυχική ισορροπία του ατόμου παρά την οικονομική και κοινωνική ευημερία, επηρεάζουν τον αριθμό των αυτοκτονιών με αποτέλεσμα στις 'πλούσιες' χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να παρατηρούνται σχετικά υψηλά ποσοστά αυτοκτονιών.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας δημιουργίας των παραπάνω γραφημάτων και πινάκων ήταν ιδιαίτερα χρήσιμα και κατέστησαν σκόπιμο να διερευνηθεί στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η συσχέτιση όλων αυτών των δεικτών με το κόστος των ατυχημάτων μέσω της δημιουργίας ενός μαθηματικού μοντέλου που θα περιελάμβανε όσο το δυνατόν περισσότερους από αυτούς.

5. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας. Μετά την συλλογή και την επεξεργασία των στοιχείων στο πρόγραμμα EXCEL, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης με την αξιοποίηση ειδικού στατιστικού λογισμικού.

Περιγράφονται, επομένως, αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την **εφαρμογή της μεθοδολογίας** και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Επιπλέον, αναπόσπαστο κομμάτι των αποτελεσμάτων αποτελούν οι στατιστικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

Τέλος, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και περιγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία και πραγματοποιείται προσπάθεια εξήγησης τους με βάση τη λογική, την εμπειρία και στοιχεία από τη σχετική βιβλιογραφία. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων διακρίνεται σε τρεις φάσεις:

- Παρουσίαση των εξαγόμενων στοιχείων
- Περιγραφή των αποτελεσμάτων
- Εξήγηση των αποτελεσμάτων

5.2 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΚΡΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΕ

5.2.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα απαιτούμενα στοιχεία δεν ήταν πλήρη για ορισμένα κράτη και κατά συνέπεια δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση. Συγκεκριμένα, τα κράτη αυτά είναι το Λουξεμβούργο και η Ρουμανία.

Για την πραγματοποίηση της παλινδρόμησης δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων που περιελάμβανε για κάθε κράτος το κόστος ατυχήματος με νεκρό και σοβαρό τραυματία, τον πληθυσμό, το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν, τους θανάτους από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό ανεργίας, τον αριθμό επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, τον αριθμό των επιχειρήσεων μεταφορών (επιβατικών και φορτίων), το δείκτη ισότητας των φύλων (Gender Equality Index), τον δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (Human Development Index), τις αυτοκτονίες ανά εκατό χιλιάδες

πληθυσμού, τον δείκτη Ικανοποίησης από τη ζωή (Life Satisfaction Index) και τον οικονομικό δείκτη Misery Index.

Λόγω δυσκολίας συσχέτισης των παραπάνω μεταβλητών για την εξαγωγή μοντέλων που ικανοποιούσαν τους στατιστικούς ελέγχους, η βάση δεδομένων ανανεωνόταν διαρκώς με στόχο την εύρεση κάποιας κατάλληλης μορφής των μεταβλητών που θα συσχετιζόνταν γραμμικά μεταξύ τους. Έτσι η **τελική βάση δεδομένων** περιελάμβανε τον φυσικό λογάριθμο και τα τετράγωνα όλων των παραπάνω στοιχείων καθώς και τον λόγο των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού προς τους θανάτους από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Σημειώνεται ότι πραγματοποιήθηκε μετατροπή των αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού σε αριθμό αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ώστε ο αριθμητής να είναι ίδιας κλίμακας με τον παρονομαστή.

	COUNTRIES	POPULATI...	GDP	ROAD_FATA LITIES	HDI	UNEMPLOY MENT	TSC_7824	Fatality_Cost	SI_Cost	Suicides	Misery_index	LSI	Gender_equa lity	CLUSTER_1	CLUSTER_2	CLUSTER_3	log_populatio n	log_...
1	MALTA	429300.00	19300.00	26.00	.86	5.40	2	1597160.00	203913.00	5.00	8.80	6.61	60.10	.00	1.00	.00	5.63	
2	NETHERLANDS	16900700.00	40400.00	31.00	.92	6.90	1	2504928.00	269149.00	9.40	5.20	7.32	72.90	1.00	.00	.00	7.23	
3	UNITED KINGDOM	64767100.00	39600.00	28.00	.91	5.30	3	2028793.00	227979.00	7.40	7.10	6.52	71.50	.00	.00	1.00	7.81	
4	SWEDEN	9747400.00	45600.00	27.00	.91	7.40	1	2160235.00	214023.00	12.70	6.30	7.29	82.60	1.00	.00	.00	6.99	
5	DENMARK	5659700.00	47800.00	31.00	.93	6.20	1	2011006.00	344536.00	9.10	6.50	7.51	76.80	1.00	.00	.00	6.75	
6	SPAIN	46439900.00	23200.00	36.00	.88	22.10	3	1592359.00	254777.00	6.00	25.80	6.38	68.30	.00	.00	1.00	7.67	
7	FINLAND	5471800.00	38200.00	49.00	.90	9.40	1	2340452.00	671383.00	14.20	10.00	7.45	73.00	1.00	.00	.00	6.74	
8	GERMANY	81174000.00	37100.00	43.00	.93	4.60	3	1177194.00	119480.00	9.10	5.20	7.04	65.50	.00	.00	1.00	7.91	
9	IRELAND	4625900.00	55100.00	36.00	.92	10.00	1	1965163.00	225511.00	11.10	5.90	6.83	69.50	1.00	.00	.00	6.67	
10	AUSTRIA	8584900.00	39400.00	56.00	.89	5.70	1	3014655.00	381285.00	11.70	6.50	7.08	63.30	1.00	.00	.00	6.93	
11	SLOVENIA	2062900.00	18700.00	58.00	.89	9.00	2	2118429.00	247550.00	15.00	12.60	5.74	68.40	.00	1.00	.00	6.31	
12	ITALY	60795600.00	27100.00	56.00	.89	11.90	3	1615566.00	211860.00	5.40	14.90	5.85	62.10	.00	.00	1.00	7.78	
13	CYPRUS	847000.00	20800.00	67.00	.86	15.00	2	1027088.00	135535.00	3.90	16.80	5.44	55.10	.00	1.00	.00	5.93	
14	FRANCE	66352500.00	33000.00	54.00	.90	10.40	3	2944662.00	368029.00	12.30	9.90	6.36	72.60	.00	.00	1.00	7.82	
15	SLOVAKIA	5421300.00	14500.00	51.00	.85	11.50	2	625238.00	141504.00	9.90	9.10	6.16	52.40	.00	1.00	.00	6.73	
16	PORTUGAL	10374800.00	17300.00	57.00	.84	12.60	2	838109.00	136365.00	8.50	15.30	5.08	56.00	.00	1.00	.00	7.02	
17	ESTONIA	1313300.00	15400.00	51.00	.87	6.20	2	2819426.00	559011.00	14.90	8.20	5.63	56.70	.00	1.00	.00	6.12	
18	CZECH REPUBLIC	10538300.00	16000.00	70.00	.88	5.10	2	1210198.00	295199.00	10.60	5.80	6.61	53.60	.00	1.00	.00	7.02	
19	HUNGARY	9849000.00	11100.00	65.00	.84	6.80	2	2147976.00	501194.00	15.70	5.20	5.34	50.80	.00	1.00	.00	6.99	
20	BELGIUM	11258400.00	36600.00	65.00	.90	8.50	1	2021091.00	307364.00	16.10	9.90	6.90	70.50	1.00	.00	.00	7.05	
21	GREECE	10812500.00	16200.00	74.00	.87	24.90	2	2171344.00	252277.00	3.20	29.00	5.62	50.00	.00	1.00	.00	7.03	
22	POLAND	38005600.00	11200.00	77.00	.86	7.50	2	814504.00	975074.00	18.50	10.30	6.01	56.80	.00	1.00	.00	7.58	
23	CROATIA	4225300.00	10500.00	82.00	.83	16.10	2	2230967.00	290042.00	12.10	22.40	5.21	53.10	.00	1.00	.00	6.63	
24	LITHUANIA	2921300.00	12900.00	83.00	.85	9.10	2	988981.00	89804.00	26.10	7.40	5.71	56.80	.00	1.00	.00	6.47	
25	BULGARIA	7202200.00	6300.00	98.00	.79	9.20	2	1355315.00	220390.00	11.20	11.80	4.87	58.00	.00	1.00	.00	6.86	
26	LATVIA	1986100.00	12300.00	95.00	.83	9.90	2	1141935.00	28205.00	17.40	7.10	5.88	57.90	.00	1.00	.00	6.30	
27																		

Εικόνα 5.1 : Μέρος της βάσης δεδομένων για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο στατιστικό λογισμικό SPSS

5.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης** με σκοπό την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου. Η μέθοδος αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη με αποτέλεσμα να περιλαμβάνεται στην πλειοψηφία των στατιστικών λογισμικών που υπάρχουν στη διεθνή αγορά. Για τους σκοπούς και τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης έρευνας θεωρήθηκε πως το πιο πλήρες λογισμικό ήταν το SPSS.

Για τη λειτουργία του προγράμματος απαιτείται ο καθορισμός τριών αρχείων, του αρχείου δεδομένων εισόδου, του αρχείου ελέγχου και του αρχείου αποτελεσμάτων. Από τα παραπάνω τα δύο πρώτα είναι αρχεία που περιέχουν

στοιχεία, ενώ το τελευταίο είναι κενό και καταχωρούνται σε αυτό τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

Πιο συγκεκριμένα, στο **αρχείο εισόδου** εισάγονται τα στοιχεία της τελικής βάσης δεδομένων, όπως αυτά παρουσιάστηκαν παραπάνω. Το **αρχείο ελέγχου** είναι εκείνο στο οποίο καθορίζονται από τον χρήστη οι μεταβλητές που περιέχονται στο αρχείο εισόδου, δηλαδή επιλέγεται ποια από τις μεταβλητές θα είναι εξαρτημένη και ποιες ανεξάρτητες καθώς και η μέθοδος της παλινδρόμησης που θα χρησιμοποιηθεί για την στατιστική επεξεργασία. Θα μπορούσε να το χαρακτηρίσει κανείς ως κώδικα επικοινωνίας μεταξύ τους χρήστη και του λογισμικού. Περιέχει, δηλαδή, μία σειρά από χρήσιμες πληροφορίες προκειμένου το πρόγραμμα να ολοκληρώσει με επιτυχία τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων που περιέχονται στο αρχείο δεδομένων εισόδου.

Στο αρχείο ελέγχου καθορίζονται με τη χρήση της επιλογής της γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression), τα πιθανά μοντέλα συσχέτισης των μεταβλητών. Ως εξαρτημένη μεταβλητή επιλέγεται αρχικά το κόστος ατυχήματος με νεκρό (Fatality Cost), ενώ στη συνέχεια το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό (Serious Injury Cost). Ως ανεξάρτητες μεταβλητές επιλέγονται και στις δύο περιπτώσεις ο πληθυσμός, το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν, οι θάνατοι από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό ανεργίας, ο αριθμός επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού, το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, ο αριθμός των επιχειρήσεων μεταφορών (επιβατικών και φορτίων), ο δείκτης ισότητας των φύλων (Gender Equality Index), ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (Human Development Index), οι αυτοκτονίες ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, ο δείκτης Ικανοποίησης από τη ζωή (Life Satisfaction Index) και ο οικονομικός δείκτης Misery Index. Τα πιθανά μοντέλα προκύπτουν από συνδυασμούς μεταξύ των παραπάνω ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών.

Επόμενο βήμα είναι ο στατιστικός έλεγχος των μοντέλων με σκοπό την επιλογή εκείνου που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Το πρόγραμμα αυτό κάνει εύκολο τον στατιστικό έλεγχο μεταξύ των μοντέλων, παρέχοντας ορισμένες πληροφορίες κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων (**αρχείο αποτελεσμάτων**). Οι πληροφορίες δίνονται με τη μορφή δύο δεικτών, του **συντελεστή συσχέτισης R^2** και του **δείκτη t (student)**. Όπως αναφέρεται και στο υποκεφάλαιο 3.6 ο πρώτος συντελεστής δέχεται τιμές μεταξύ του 0 και του 1, με καλύτερη δυνατή αυτή του 1, ενώ ο δεύτερος πρέπει να έχει τιμή μεγαλύτερη του 1,645 ή η σημαντικότητα της συγκεκριμένης μεταβλητής να είναι **$\text{sig} \leq 0,05$** . Όσο μεγαλύτερη η τιμή του δείκτη αυτού, τόσο μεγαλύτερη η επιρροή της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής στην τιμή της εξαρτημένης.

Μετά τον έλεγχο των μοντέλων βάσει των ανωτέρων κριτηρίων, ο έλεγχος συνεχίζεται, εξετάζοντας το μέγεθος επιρροής του σταθερού όρου. Φυσικά πρέπει να εξεταστεί εάν τα αποτελέσματα του μοντέλου οδηγούν σε λογικά συμπεράσματα και εάν μπορούν να ερμηνευτούν με βάση τις επικρατούσες συνθήκες και αντιλήψεις.

5.2.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Να σημειωθεί πως για να επιλεγθούν οι διάφοροι συνδυασμοί ανεξάρτητων μεταβλητών που θα δοκιμαστούν στα μοντέλα, πρέπει να διερευνηθεί ο **βαθμός συσχέτισης** ανά δύο μεταξύ τους, ώστε τα αποτελέσματα να είναι στατιστικά αξιόπιστα. Η διαδικασία διερεύνησης αυτής της συσχέτισης, μέσω του λογισμικού SPSS, πραγματοποιείται με την εντολή `analyze → correlate → bivariate`. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πεδίο `variables`.

Ο **συντελεστής Pearson** αποτελεί το κριτήριο συσχέτισης δύο μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκε. Απόλυτη τιμή του συντελεστή κοντά στη μονάδα αποδεικνύει ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Θετικό πρόσημο της εκάστοτε τιμής δηλώνει ότι με την αύξηση της μίας ανεξάρτητης μεταβλητής υπάρχει ομόσημη αύξηση της δεύτερης ανεξάρτητης, ενώ αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται την ετερόσημη αύξηση των μεταβλητών. Όπως έχει ήδη επισημανθεί στο κεφάλαιο 3, τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, κοντά στο -1 ισχυρή αρνητική συσχέτιση, ενώ κοντά στο μηδέν υποδηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των δύο μεταβλητών. Στην προκειμένη περίπτωση η εξέταση των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με το **εμπειρικό όριο του 0,6**.

Παρακάτω παρατίθενται δύο πίνακες με τον έλεγχο που περιγράφηκε, ένας για το κάθε μοντέλο, με τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για το καθένα.

Correlations

		misery_tetrag	split_tetrag	carspermillion	suic_roadfat
misery_tetrag	Pearson Correlation	1	,125	-,147	-,583**
	Sig. (2-tailed)		,542	,475	,002
	N	26	26	26	26
split_tetrag	Pearson Correlation	,125	1	,402*	,145
	Sig. (2-tailed)	,542		,042	,481
	N	26	26	26	26
carspermillion	Pearson Correlation	-,147	,402*	1	,379
	Sig. (2-tailed)	,475	,042		,057
	N	26	26	26	26
suic_roadfat	Pearson Correlation	-,583**	,145	,379	1
	Sig. (2-tailed)	,002	,481	,057	
	N	26	26	26	26

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας 5.1 : Έλεγχος συσχέτισης των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο για το κόστος ατυχήματος με νεκρό για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Correlations

		ROAD_FATALITIES	Misery_index	log_suicid	split_transport_road_percentage
ROAD_FATALITIES	Pearson Correlation	1	,244	,313	-,133
	Sig. (2-tailed)		,230	,120	,518
	N	26	26	26	26
Misery_index	Pearson Correlation	,244	1	-,546**	,197
	Sig. (2-tailed)	,230		,004	,336
	N	26	26	26	26
log_suicid	Pearson Correlation	,313	-,546**	1	-,052
	Sig. (2-tailed)	,120	,004		,801
	N	26	26	26	26
split_transport_road_percentage	Pearson Correlation	-,133	,197	-,052	1
	Sig. (2-tailed)	,518	,336	,801	
	N	26	26	26	26

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 5.2 : Έλεγχος συσχέτισης των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο για το κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό για το σύνολο των κρατών της Ε.Ε.

Όπως φαίνεται από τις τιμές των πινάκων, οι μεταβλητές που αξιοποιήθηκαν για τα τελικά μοντέλα, ικανοποιούν το εμπειρικό κριτήριο του δείκτη Pearson $\leq 0,6$. Επομένως, συμπεραίνεται πως ορθώς εισήχθησαν ταυτόχρονα κατά την ανάπτυξη των μοντέλων.

5.2.4 ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

5.2.4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Αφού πραγματοποιήθηκαν αρκετές δοκιμές με διαφορετικό κάθε φορά συνδυασμό μεταβλητών το μοντέλο που προέκυψε στατιστικά αποδεκτό και καλύτερα προσαρμοσμένο στα δεδομένα ήταν αυτό που περιελάμβανε ως εξαρτημένη μεταβλητή το κόστος ατυχήματος με νεκρό και ως ανεξάρτητες τον οικονομικό δείκτη Misery Index υψωμένος στο τετράγωνο, το ποσοστό χρήσης των τετράτροχων επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς υψωμένο στο τετράγωνο, τον λόγο των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού προς τους θανάτους από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού και τον αριθμό επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού.

Οι υπόλοιπες μεταβλητές που έχουν ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια προέκυψαν στατιστικά ασήμαντες και δεν εντάχθηκαν στο τελικό μοντέλο.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου φαίνονται παρακάτω.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,644 ^a	,414	,303	565764,3171

a. Predictors: (Constant), split_tetrag, misery_tetrag, carspermillion, suic_roadfat

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4,753E+12	4	1,188E+12	3,712	,019 ^b
	Residual	6,722E+12	21	3,201E+11		
	Total	1,147E+13	25			

a. Dependent Variable: Fatality_Cost

b. Predictors: (Constant), split_tetrag, misery_tetrag, carspermillion, suic_roadfat

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1700207,072	876674,770		1,939	,066
	carspermillion	159217,002	58318,102	,532	2,730	,013
	misery_tetrag	1174,177	700,960	,357	1,675	,109
	suic_roadfat	28890854,53	16410777,15	,392	1,760	,093
	split_tetrag	-325,614	147,480	-,415	-2,208	,039

a. Dependent Variable: Fatality_Cost

Πίνακας 5.3 : Σύνοψη για το μοντέλο του κόστους ατυχήματος με νεκρό

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, ο **συντελεστής συσχέτισης** $R^2 = 0,414$. Η τιμή αυτή είναι ικανοποιητική, αφού το μικρότερο αποδεκτό όριο ισούται με 0,3. Επιπλέον, όλες οι τιμές **του δείκτη t (student)**, τόσο του σταθερού όρου όσο και των ανεξάρτητων μεταβλητών, είναι μεγαλύτερες από το 1,645, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως το συγκεκριμένο μοντέλο που δείχνει την σχέση του κόστους ατυχήματος με νεκρό και διάφορων κοινωνικών, οικονομικών και συγκοινωνιακών δεικτών είναι αποδεκτό από στατιστικής άποψης.

5.2.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Από τα αποτελέσματα του μαθηματικού μοντέλου που αναπτύχθηκε για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εξαίρεση το Λουξεμβούργο και τη Ρουμανία, για το έτος 2015, προέκυψε η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Cost per fatal accident} = & 159217,002 * (\text{cars per million}) - 325,614 * (\text{modal split})^2 + \\ & + 1174,177 * (\text{Misery Index})^2 + \\ & + 28890854,53 * \frac{\text{Suicides per million population}}{\text{Road Fatalities per million population}} + 1700207,072 \end{aligned}$$

όπου,

Cost per fatal accident: κόστος ατυχήματος με νεκρό

Cars per million: ο αριθμός τετράτροχων επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού

Misery Index: ο οικονομικός δείκτης «μιζέριας»

Suicides per million population: ο αριθμός αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού

Road fatalities per million population: ο αριθμός νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού

Modal split: το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς

Αρχικά, παρατηρείται πως η μαθηματική σχέση δεν αποτελείται από πρωτοβάθμιους όρους, αλλά έχει πιο σύνθετη μορφή. Συγκεκριμένα ο όρος του Misery Index και του Modal split έχουν εκθετική επίδραση στην εξαρτημένη

μεταβλητή. Ο πρώτος καθώς αυξάνεται, έχοντας θετικό συντελεστή, αυξάνεται και το κόστος του θανατηφόρου ατυχήματος. Αντίθετα, το αρνητικό πρόσημο στο συντελεστή του modal split υποδηλώνει μία αρνητική σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής. Ακολουθώντας την ίδια λογική προκύπτει πως η αύξηση των επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού συνεπάγεται την ομόσημη μεταβολή του κόστους του ατυχήματος με νεκρό. Στον όρο που περιέχει το κλάσμα, η αύξηση του αριθμητή, δηλαδή του αριθμού των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού μεταβάλλει όμοια στην εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ αντίθετα η αύξηση του παρονομαστή (αριθμός θανάτων από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού) επιφέρει μείωση του κόστους.

Πέρα από τις μαθηματικές εξηγήσεις, κρίνεται απαραίτητη η βαθύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, ώστε να γίνει αντιληπτός ο τρόπος αλληλεπίδρασης των παραπάνω παραγόντων με το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος.

Από την παράσταση που προέκυψε από την στατιστική ανάλυση, συμπεραίνουμε πως **το κόστος ενός οδικού ατυχήματος με νεκρό συσχετίζεται θετικά με τον αριθμό των επιβατικών οχημάτων**. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να τεκμηριωθεί στην βάση της οικονομικής ευρωστίας που συνεπάγεται η αύξηση των επιβατικών οχημάτων σε μία χώρα, και κατ' επέκταση της δυνατότητας και θέλησης των πολιτών αλλά και των αρχών να διαθέσουν μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για να εξασφαλίσουν αρτιότερη αντιμετώπιση ενός οδικού δυστυχήματος.

Σύμφωνα με το μαθηματικό μοντέλο που προέκυψε, **όσο μειώνεται το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, τόσο αυξάνεται το κόστος θανατηφόρου οχήματος**. Η χαμηλή χρήση των επιβατικών οχημάτων και κατά συνέπεια η σημαντική αξιοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς, ενδεχομένως, φανερώνει την ύπαρξη άρτιων υποδομών και την αποτελεσματική τους λειτουργία. Οι συνθήκες αυτές συναντώνται συνήθως σε κράτη με εύρωστες οικονομίες και αναπτυγμένες κοινωνικές δομές, όπου η ανθρώπινη ζωή εκτιμάται περισσότερο. Επομένως, στις χώρες αυτές το κόστος ενός οδικού ατυχήματος, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η αποκατάσταση του ασθενή και των συγγενών, είναι λογικό να ταυτίζεται με υψηλά οικονομικά ποσά.

Επιπλέον, **η αύξηση του οικονομικού δείκτη μισθών ταυτίζεται με την αύξηση του κόστους ατυχήματος**. Μία πιθανή εξήγηση αποτελεί το γεγονός πως η πιο σημαντική συνιστώσα του δείκτη είναι η ανεργία, η οποία μπορεί να επηρεάζει και τους εργασιακούς κλάδους της υγείας, των δικηγορικών και ασφαλιστικών εταιρειών, της αστυνομίας και γενικότερα όλες τις υπηρεσίες που επιστρατεύονται για την αντιμετώπιση ενός οδικού ατυχήματος και των κάθε μορφής συνεπειών του. Καθώς η ζήτηση για το σύνολο των υπηρεσιών αυτών παραμένει υψηλή, ενώ παράλληλα μειώνονται οι πάροχοι τους, είναι πιθανό να αυξάνονται οι τιμές τους και κατ' επέκταση το κόστος ατυχήματος.

Παρατηρείται πως η **σχέση μεταξύ των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού και του οικονομικού κόστους ενός θανατηφόρου ατυχήματος είναι θετική**, δηλαδή παρουσιάζουν ομόσημη μεταβολή. Η εξήγηση αυτού του φαινομένου δεν είναι δυνατή χωρίς να έχουν διαχωριστεί οι επιμέρους ομάδες κρατών.

Ακόμα, η **αύξηση του αριθμού θανάτων σε οδικά ατυχήματα, συνδέεται με τη μείωση του κόστους**. Τα υψηλά ποσοστά νεκρών σε οδικά ατυχήματα εντοπίζονται, συνήθως, σε κράτη οικονομικά αδύναμα, όπου τα μέσα μαζικής μεταφοράς, λόγω του χαμηλού επιπέδου των προσφερόμενων υπηρεσιών, δεν προτιμώνται από τους πολίτες. Τα κράτη αυτά κατά γενική ομολογία αντιμετωπίζουν πληθώρα οικονομικών και κοινωνικών προβλημάτων και η αξία της ανθρώπινης ζωής υποεκτιμάται, με πιθανή συνέπεια το χαμηλό κόστος των οδικών ατυχημάτων.

5.2.4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η **ελαστικότητα** αποτελεί ένα μέτρο της σχετικής επιρροής μίας ανεξάρτητης μεταβλητής στην αντίστοιχη εξαρτημένη. Η σχέση η οποία δίνει την ελαστικότητα για τα γραμμικά μοντέλα είναι:

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

όπου β_i ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, X_i η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής και Y_i η τιμή της εξαρτημένης.

Εφαρμόζοντας την παραπάνω σχέση προέκυψαν οι παρακάτω τιμές:

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστής β	Ελαστικότητα ε	Σχετική Ελαστικότητα ε
Αριθμός Επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού	159217,002	0,788407369	7,156972
Οικονομικός δείκτης Misery Index	1174,177	0,110159348	1
Ποσοστό χρήσης επιβατικών οχημάτων στα χερσαία μέσα	-325,614	-1,269735956	-11,5264
Λόγος αυτοκτονιών προς νεκρούς σε οδικά ατυχήματα ανά εκ. πληθ.	28890854,53	0,357887582	3,248817

Πίνακας 5.4: Τιμές ελαστικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών

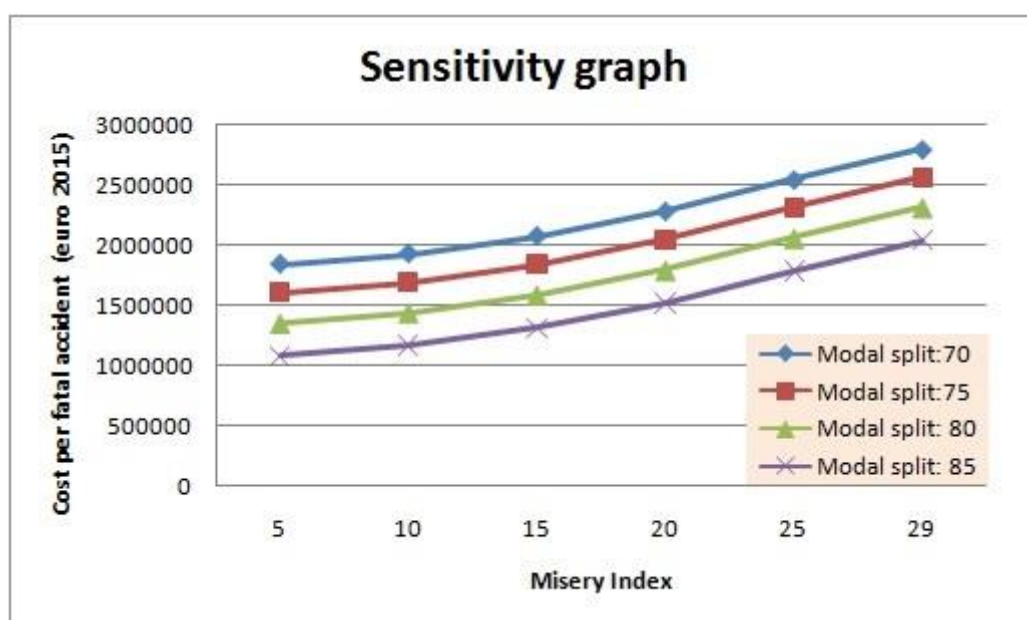
Από τον πίνακα γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι την μεγαλύτερη επιρροή στο κόστος των θανατηφόρων ατυχημάτων παρουσιάζει το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, ενώ ο οικονομικός δείκτης Misery Index έχει την μικρότερη επιρροή. Συγκεκριμένα, **το ποσοστό χρήσης**

επιβατικών οχημάτων επηρεάζει περίπου 11 φορές περισσότερο το κόστος ατυχημάτων σε σύγκριση με το Misery Index.

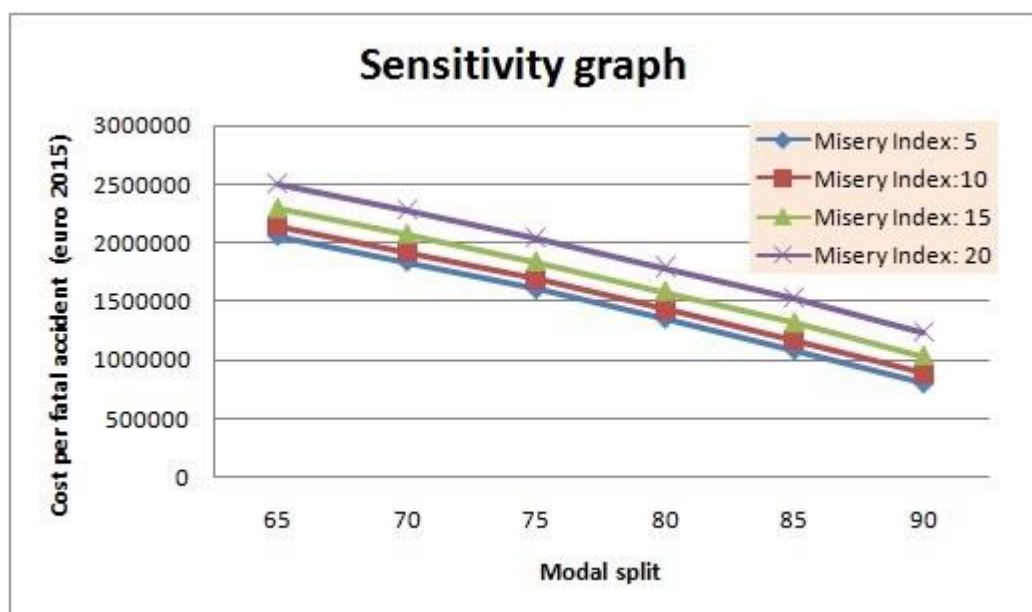
5.2.4.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη.

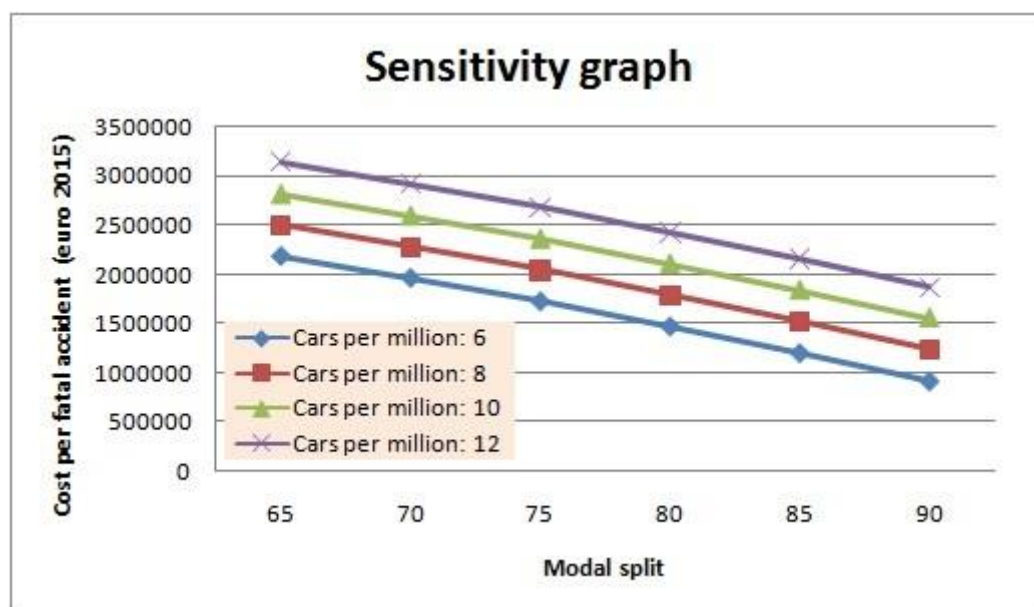
Τα διαγράμματα αυτά προκύπτουν εάν στην τελική εξίσωση του μοντέλου, για διάφορες τιμές της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, κρατήσουμε σταθερές τις τιμές των υπόλοιπων ανεξάρτητων μεταβλητών. Συγκεκριμένα, ως σταθερές δόθηκαν οι τυπικές τιμές των μεταβλητών.



Διάγραμμα 5.1: Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του ποσοστού χρήσης επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς, στο κόστος θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.



Διάγραμμα 5.2: Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του *Misery Index* στο κόστος θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.



Διάγραμμα 5.3: Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του αριθμού των επιβατικών οχημάτων ανά εκατομμύριο πληθυσμού στο κόστος θανατηφόρου οδικού ατυχήματος.

Από τα διαγράμματα ευαισθησίας επαληθεύονται οι τάσεις και η επιρροή των μεταβλητών στο κόστος ατυχήματος, όπως έχουν αναλυθεί εκτενώς σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.

5.2.5 ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΟΒΑΡΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ

5.2.5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Μετά από τη διενέργεια πλήθους δοκιμών γραμμικής παλινδρόμησης με διάφορους συνδυασμούς ανεξάρτητων μεταβλητών, αναπτύχθηκε μοντέλο που ικανοποιούσε τους απαιτούμενους στατιστικούς ελέγχους και ταυτόχρονα υπήρχε λογική ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Το μοντέλο αυτό υποδεικνύει τη σχέση μεταξύ του φυσικού λογάριθμου του κόστους ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό και των φυσικών λογαρίθμων του αριθμού των αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού και του οικονομικού δείκτη Misery Index, καθώς και τα τετράγωνα των νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού και του ποσοστού χρήσης των επιβατικών οχημάτων από το σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς.

Οι υπόλοιπες μεταβλητές που έχουν ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια προέκυψαν στατιστικά ασήμαντες και δεν εντάχθηκαν στο τελικό μοντέλο.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου φαίνονται παρακάτω.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,623 ^a	,388	,271	,26980

a. Predictors: (Constant), log_suicid, split_transport_road_percentage, ROAD_FATALITIES, Misery_index

b. Dependent Variable: log_si_cost

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,968	4	,242	3,325	,029 ^b
	Residual	1,529	21	,073		
	Total	2,497	25			

a. Dependent Variable: log_si_cost

b. Predictors: (Constant), log_suicid, split_transport_road_percentage, ROAD_FATALITIES, Misery_index

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,151	,854		8,378	,000
	ROAD_FATALITIES	-,009	,003	-,604	-2,760	,012
	Misery_index	,028	,012	,568	2,259	,035
	split_transport_road_percentage	-,030	,010	-,529	-2,917	,008
	log_suicid	,860	,367	,584	2,346	,029

a. Dependent Variable: log_si_cost

Πίνακας 5.5 : Σύνοψη για το μοντέλο το κόστους ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό

Παρατηρώντας τους πίνακες, προκύπτει πως το μοντέλο που αναπτύχθηκε ικανοποιεί τους απαιτούμενους στατιστικούς ελέγχους. Πιο αναλυτικά, ο συντελεστής συσχέτισης R^2 **ισούται με 0,388**, τιμή επαρκώς μεγαλύτερη από το όριο του 0,3. Επιπλέον, όσον αφορά τις ανεξάρτητες μεταβλητές, οι **τιμές τόσο του t όσο και του sig καλύπτουν τα αντίστοιχα όρια του 1,645 και 0,05**. Επομένως, το συγκεκριμένο μοντέλο που παρουσιάζει την σχέση ανάμεσα στον φυσικό λογάριθμο του κόστους ατυχήματος με σοβαρά τραυματισμένο και διάφορων οικονομικών, κοινωνικών και συγκοινωνιακών δεικτών είναι στατιστικά αποδεκτό και λογικά ερμηνεύσιμο.

5.2.5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Από τα αποτελέσματα του μαθηματικού μοντέλου που αναπτύχθηκε για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εξαίρεση το Λουξεμβούργο και τη Ρουμανία, προέκυψε η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log (Cost per Accident with Serious Injury)} =$$

$$7,151 - 0,009 * (\text{Road Fatalities per million population}) + 0,28 * (\text{Misery Index}) - 0,030 * (\text{Modal Split}) + 0,860 * \text{Log}(\text{suicides per 100.000 population})$$

όπου,

Log(Cost per accident with serious injury): ο φυσικός λογάριθμος του κόστους ατυχήματος με σοβαρά τραυματισμένο

Road fatalities per million population: ο αριθμός νεκρών από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού

Misery Index: ο οικονομικός δείκτης «μιζέριας»

Modal split: το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς

Suicides per 100.000 population: ο αριθμός αυτοκτονιών ανά 100.000 πληθυσμού

Από την μαθηματική σχέση που προέκυψε κατά την ανάπτυξη του στατιστικού μοντέλου, διαπιστώθηκε ότι ο φυσικός λογάριθμος του κόστους ατυχήματος με σοβαρά τραυματισμένο συσχετίζεται γραμμικά με τις παραπάνω ανεξάρτητες μεταβλητές. Συγκεκριμένα, λόγω του θετικού πρόσημου των αριθμητικών συντελεστών των όρων που περιέχουν το Misery Index και τον φυσικό λογάριθμο του αριθμού των αυτοκτονιών, υπάρχει θετική σχέση μεταξύ των

προαναφερθεισών και της εξαρτημένης μεταβλητής. Δηλαδή, η αύξηση της τιμής των ανεξάρτητων αυτών μεταβλητών συνεπάγεται την αύξηση της τιμής της εξαρτημένης. Αντίστοιχα, το αρνητικό πρόσημο των συντελεστών των Road fatalities και Modal Split υποδεικνύουν αρνητική σχέση ανάμεσα σε ανεξάρτητες και εξαρτημένης, με συνέπεια η πιθανή αύξηση των πρώτων να οδηγεί σε μείωση του φυσικού λογαρίθμου του κόστους με σοβαρά τραυματισμένο.

Όσον αφορά στην πιο ουσιαστική ερμηνεία των αποτελεσμάτων, αρκεί να αναφερθεί πως **οι πιθανές αιτιολογήσεις για την συσχέτιση του κόστους ατυχήματος με σοβαρά τραυματία ταυτίζονται με αυτές που αναλύθηκαν προηγουμένως για το μοντέλο με το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος.** Η δυνατότητα αυτή δίνεται από τον όμοια συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών στα δύο μοντέλα. Ο αριθμός των αυτοκτονιών, ο οικονομικός δείκτης Misery Index και το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων συνοδεύονται από ίδια πρόσημα και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Ο αριθμός των νεκρών επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο και τις δύο μορφές κόστους, με την μόνη ιδιαιτερότητα ότι στην πρώτη περίπτωση βρίσκεται στον παρονομαστή ενός κλάσματος, ενώ στη δεύτερη έχει αρνητικό πρόσημο.

5.3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΡΑΤΩΝ ΤΗΣ Ε.Ε

Δεδομένων των κοινών χαρακτηριστικών που παρατηρούνται ανάμεσα σε διάφορα κράτη, κρίθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθεί ο διαχωρισμός τους σε ομάδες μέσω ενός στατιστικού μοντέλου με τη χρήση του λογισμικού SPSS.

5.3.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για το συγκεκριμένο μοντέλο αξιοποιήθηκε η βάση δεδομένων που είχε δημιουργηθεί για την ανάπτυξη των στατιστικών μοντέλων που αναλύθηκαν προηγουμένως. Όπως έχει ήδη αναφερθεί το Λουξεμβούργο και η Ρουμανία δεν συμπεριλήφθησαν στην μελέτη, καθώς τα στοιχεία ήταν ελλιπή.

5.3.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Για την πραγματοποίηση της διαίρεσης των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε κλάσεις, χρησιμοποιήθηκε η εντολή Analyze→Classify→**Two-step Cluster**. Η εντολή αυτή αποτελεί ένα εργαλείο για την αποκάλυψη ομάδων μέσα σε ένα σύνολο δεδομένων, που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να διακριθούν. Στο πεδίο Continuous Variables τοποθετήθηκαν οι ανεξάρτητες μεταβλητές βάσει των οποίων θα πραγματοποιούνταν η κατάταξη της κάθε χώρας σε μία ομάδα. Για τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου εμφανίζεται στο αρχείο που παράγεται με την παραπάνω διαδικασία, μία κλίμακα που υποδηλώνει την ποιότητα του. Οι ακραίες τιμές της είναι το -1 και το 1. Για τιμές μεγαλύτερες του 0,5 το μοντέλο είναι

ποιοτικά καλό, για τιμές ανάμεσα στο 0,2 και το 0,5 το μοντέλο είναι αποδεκτό, ενώ για μικρότερες του 0,2 δεν θεωρείται στατιστικά αξιόπιστο.

Επιπλέον, επιλέχθηκε να δημιουργηθεί μία ακόμα μεταβλητή που θα δείχνει την κλάση στην οποία ανήκει το κάθε κράτος. Για διευκόλυνση της κατανόησης των μελών των ομάδων, παράγεται ένα πίνακας με στήλες τις ομάδες και γραμμές τις χώρες, με την εντολή Analyze → Descriptive Statistics → Crosstabs. Συγκεκριμένα, στο πεδίο Row(s) τοποθετούνται τα κράτη, ενώ στο Column(s) η μεταβλητή που αναφέρθηκε προηγουμένως. Παράλληλα, εμφανίζονται και στατιστικά στοιχεία, όπως η μέση τιμή, το μέγιστο και το ελάχιστο των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την ομαδοποίηση.

5.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Μετά την διενέργεια πλήθους δοκιμών με διαφορετικούς συνδυασμούς ανεξάρτητων μεταβλητών προέκυψε ένα μοντέλο ικανοποιητικό από άποψη στατιστικής ποιότητας, ενώ τα αποτελέσματα του ερμηνεύονται με βάση τις επικρατούσες αντιλήψεις. Τα χαρακτηριστικά του μοντέλου παρουσιάζονται παρακάτω.

Cluster Distribution

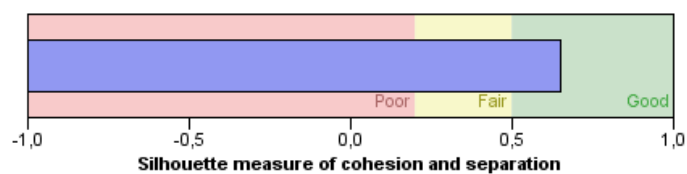
	N	% of Combined	% of Total
Cluster 1	7	26,9%	26,9%
2	14	53,8%	53,8%
3	5	19,2%	19,2%
Combined	26	100,0%	100,0%
Total	26		100,0%

Centroids

	POPULATION		ROAD_FATALITIES		GDP	
	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation
Cluster 1	8892685,714	4299424,021	42,1429	14,58799	43300,0000	6573,93844
2	7570635,714	9580041,052	68,1429	19,10238	14464,2857	3992,60993
3	63905820,00	12446384,18	43,4000	11,86592	32000,0000	6823,12245
Combined	18760261,54	24123650,14	56,3846	20,76743	25600,0000	13837,10952

Model Summary

Algorithm	TwoStep
Inputs	3
Clusters	3

Cluster Quality**Πίνακας 5.6 : Σύνοψη για το μοντέλο ομαδοποίησης των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης**

COUNTRIES * TwoStep Cluster Number Crosstabulation

Count

		TwoStep Cluster Number			Total
		1	2	3	
COUNTRIES	AUSTRIA	1	0	0	1
	BELGIUM	1	0	0	1
	BULGARIA	0	1	0	1
	CROATIA	0	1	0	1
	CYPRUS	0	1	0	1
	CZECH REPUBLIC	0	1	0	1
	DENMARK	1	0	0	1
	ESTONIA	0	1	0	1
	FINLAND	1	0	0	1
	FRANCE	0	0	1	1
	GERMANY	0	0	1	1
	GREECE	0	1	0	1
	HUNGARY	0	1	0	1
	IRELAND	1	0	0	1
	ITALY	0	0	1	1
	LATVIA	0	1	0	1
	LITHUANIA	0	1	0	1
	MALTA	0	1	0	1
	NETHERLANDS	1	0	0	1
	POLAND	0	1	0	1
	PORTUGAL	0	1	0	1
	SLOVAKIA	0	1	0	1
	SLOVENIA	0	1	0	1
	SPAIN	0	0	1	1
	SWEDEN	1	0	0	1
	UNITED KINGDOM	0	0	1	1
Total		7	14	5	26

Πίνακας 5.7 : Διαχωρισμός των κρατών της Ε.Ε. στις τρεις ομάδες που δημιουργήθηκαν

Όπως φαίνεται στην κλίμακα ποιότητας της ομαδοποίησης, το μοντέλο είναι **ποιοτικά καλό** με τον αντίστοιχο δείκτη να προσεγγίζει το 0,7. Προέκυψαν **τρεις** κλάσεις με **7, 14 και 5 μέλη** της Ευρωπαϊκής Ένωσης η καθεμία.

5.3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στην **πρώτη κλάση** ανήκουν η Αυστρία, το Βέλγιο, η Δανία, η Φιλανδία, η Ιρλανδία, η Ολλανδία και η Σουηδία.

Στην **δεύτερη κλάση** κατατάχθηκαν η Βουλγαρία, η Κροατία, η Κύπρος, η Τσεχία, η Εσθονία, η Ελλάδα, η Ουγγαρία, η Λετονία, η Λιθουανία, η Μάλτα, η Πολωνία, η Πορτογαλία, η Σλοβενία και η Σλοβακία.

Στην **τρίτη κλάση** συμπεριλήφθηκαν η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Είναι προφανές, ωστόσο επαληθεύεται και από τις μέσες τιμές του πληθυσμού, του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος και των θανάτων από οδικά ατυχήματα για την κάθε ομάδα, πως η διάσπαση που πραγματοποιήθηκε χώρισε τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε:

1. Οικονομικά ισχυρές
2. Οικονομικά αδύναμες
3. Πληθυσμιακά μεγάλες

Παρατηρώντας την μέση τιμή του πληθυσμού των χωρών της κάθε κλάσης, συμπεραίνουμε πως η τρίτη ομάδα έχει μέσο πληθυσμό που προσεγγίζει τα 63 εκατομμύρια, ενώ οι άλλες δύο ομάδες έχουν 8,8 και 7,5 εκατομμύρια αντίστοιχα. Εύλογα, επομένως, αυτά τα πέντε κράτη συνιστούν μία κατηγορία μόνα τους, καθώς τα όποια προβλήματα αντιμετωπίζουν είναι διαφορετικού μεγέθους συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες.

Ωστόσο, **τα πληθυσμιακά μικρότερα κράτη παρουσιάζουν έντονες διαφορές στα κοινωνικά και οικονομικά τους χαρακτηριστικά.** Αυτό αντικατοπτρίζεται με σαφήνεια στους μέσους όρους τόσο του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., όσο και των θανάτων από οδικά ατυχήματα. Αυτά τα δύο μεγέθη, όπως έχει γίνει αντιληπτό από την συγκεκριμένη μελέτη αλλά και από άλλες σχετικές επιστημονικές έρευνες, λειτουργούν ως αντιστρόφως ανάλογα. Συγκεκριμένα, όσο υψηλότερο το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν μίας χώρας, τόσο μικρότερο το ποσοστό νεκρών από οδικά ατυχήματα. Η θεωρία αυτή επιβεβαιώνεται από τα στοιχεία του μοντέλου ομαδοποίησης. Τα οικονομικά ισχυρά κράτη εμφανίζουν μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. 43.300 ευρώ και 42 νεκρούς ανά εκατομμύριο πληθυσμού από οδικά ατυχήματα, σε αντίθεση με την δεύτερη κλάση στην οποία το μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π δεν υπερβαίνει τις 15.000 ευρώ ενώ οι νεκροί ανέρχονται στους 68 ανά εκατομμύριο πληθυσμού.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως στα πληθυσμιακά μεγάλα κράτη οι τιμές του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και των θανάσιμων ατυχημάτων βρίσκονται ενδιάμεσα στις

αντίστοιχες των δύο άλλων ομάδων, γεγονός που επικυρώνει τον επιτυχημένο διαχωρισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις τρεις κλάσεις.

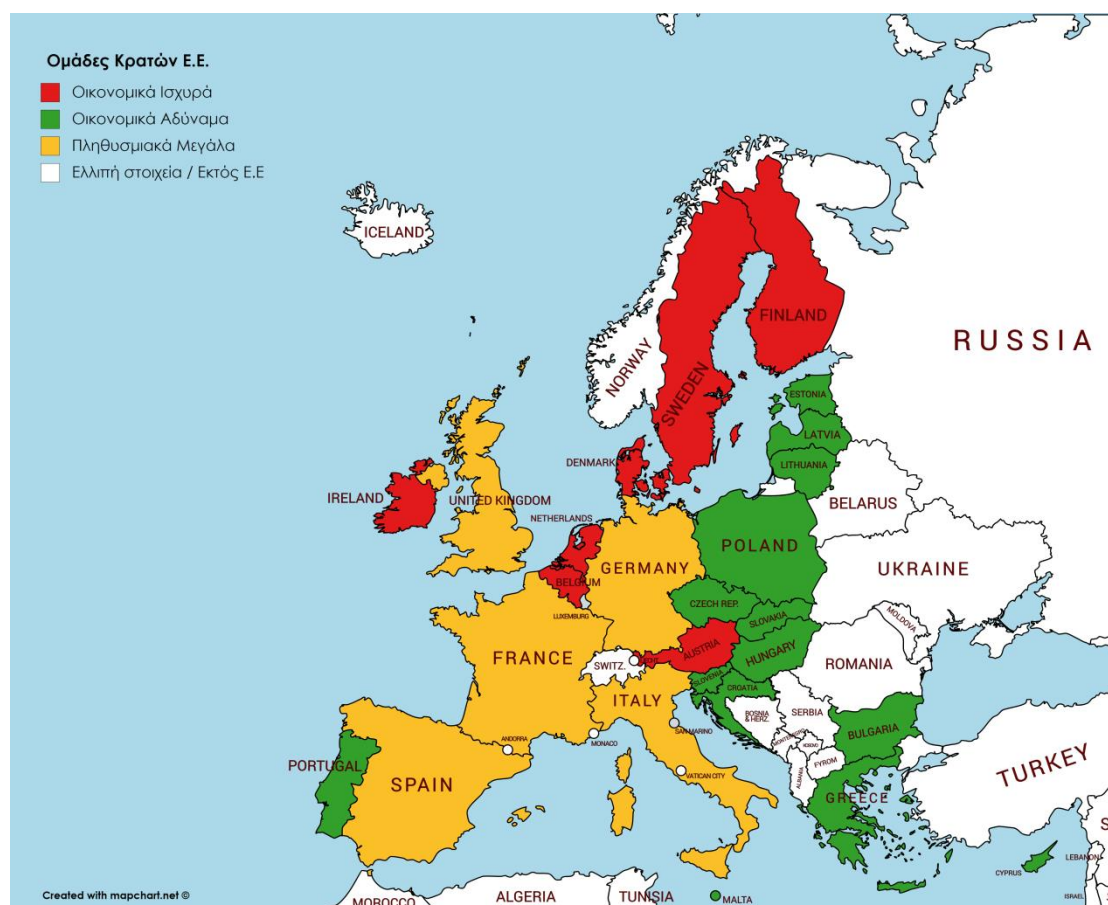
Στον επόμενο πίνακα αποτυπώνεται η **αντίθετη φορά της ανοδικής τάσης** των δύο αυτών μεγεθών για τις τρεις ομάδες κρατών.

Ομάδες Κρατών	Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ (ευρώ)	Νεκροί από Οδικά Ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού
Οικονομικά Ισχυρά	43300 	42 
Πληθυσμιακά μεγάλα	32000	43
Οικονομικά Αδύναμα	14464 	68 

Πίνακας 5.8 : Η τάση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και του αριθμού νεκρών από οδικά ατυχήματα για τις τρεις ομάδες κρατών

Για την αποτελεσματικότερη κατανόηση των κλάσεων που παράχθηκαν, δημιουργήθηκε ένας **χάρτης**, όπου τα μέλη της κάθε ομάδας σημειώθηκαν με συγκεκριμένο χρώμα. Η πρώτη ομάδα, δηλαδή τα οικονομικά ισχυρά κράτη χρωματίστηκαν με κόκκινο, οι οικονομικά αδύναμες χώρες με πράσινο και οι πληθυσμιακά μεγάλες με πορτοκαλί.

Πέρα από την ομαδοποίηση που προέκυψε μέσω του στατιστικού λογισμικού, στο χάρτη διαφαίνεται και ένας **γεωγραφικός διαχωρισμός**, που ωστόσο δεν είναι τόσο σαφής. Οι πληθυσμιακά μεγάλες χώρες ταυτίζονται με αυτές της κεντρικής Ευρώπης, οι οικονομικά αδύναμες απαρτίζονται ως επί το πλείστον από ανατολικά κράτη, ενώ οι εύρωστες οικονομίες συναντώνται κυρίως στην βορειοδυτική Ευρώπη.



Εικόνα 5.2 : Αποτύπωση των τριών ομάδων κρατών σε χάρτη της Ευρώπης

5.4 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ ΚΡΑΤΩΝ ΤΗΣ Ε.Ε

5.4.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η βάση δεδομένων για το συγκεκριμένο μοντέλο ταυτίζεται με αυτή των προηγούμενων, προσθέτοντας τρεις ακόμα μεταβλητές. Η καθεμία από αυτές αναλογεί σε μία ομάδα χωρών (πληθυσμιακά μεγάλες, οικονομικά ισχυρές, οικονομικά αδύναμες) και για κάθε κράτος σημειώνεται 1 στην αντίστοιχη μεταβλητή που συμβολίζει την ομάδα που ανήκει και 0 στις άλλες δύο.

Ωστόσο, οι προσπάθειες για την επίτευξη ενός ικανοποιητικού συνδυασμού με τις μεταβλητές που είχαν ήδη χρησιμοποιηθεί, αποδείχθηκαν άκαρπες. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού, επιχειρήθηκε η **εισαγωγή νέων μεταβλητών**. Η αναζήτηση τους πραγματοποιήθηκε στην ευρύτατη βάση της Eurostat, η οποία έχει ήδη αναφερθεί στο τέταρτο κεφάλαιο. Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν στοιχεία για τα συγκοινωνιακά έξοδα σαν ποσοστό των συνολικών εξόδων ενός νοικοκυριού, τα έξοδα ανά κεφάλι για συγκοινωνίες και τον κύκλο εργασιών για τις οδικές μεταφορές (φορτηγά καθώς και το άθροισμα των επιβατικών και φορτηγών). Όπως και στα προηγούμενα μοντέλα, χρειάστηκαν διάφορες μορφές των μεταβλητών

(φυσικός λογάριθμος, μεταβλητή υψωμένη στη δεύτερη δύναμη κτλ) ώστε να εξαχθεί κατάλληλο μοντέλο που ικανοποιεί τα απαιτούμενα στατιστικά κριτήρια. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν ο λόγος του αριθμού των επιχειρήσεων επιβατικών μεταφορών προς το σύνολο των επιχειρήσεων μεταφορών (επιβατικών και φορτηγών), και ο αντίστοιχος με αριθμητή τις επιχειρήσεις φορτηγών, αφού είχαν ήδη συλλεχθεί τα απαραίτητα στοιχεία σε προηγούμενη διαδικασία.

Παρακάτω παρουσιάζεται η **προσθήκη** στην ήδη υπάρχουσα βάση δεδομένων.

	% of total consumption of households	Expenditure per head	Turnover (total)	Turnover (freight)
COUNTRIES	2015	2015	2015	2015
ROMANIA	11,3	600	14134,8	6854
LUXEMBOURG	15,8	4900	5495,5	1211,2
MALTA	11,9	1500	1227,2	74,36
NETHERLANDS	12,6	2200	77995,5	19457,1
UNITED KINGDOM	14,0	3400	203322,8	32174,7
SWEDEN	12,7	2500	46982,3	10651,5
DENMARK	11,7	2600	51971,7	5566,6
SPAIN	10,8	1500	99135	30988,2
FINLAND	11,7	2300	23108,9	6111,1
GERMANY	14,4	2700	278049,5	36418,2
IRELAND	13,0	2300	18813,4	2507,84
AUSTRIA	11,7	2500	39670,1	9356,4
SLOVENIA	16,0	1700	4806,5	2234,6
ITALY	12,0	2000	151896,8	43694,1
CYPRUS	11,7	1900	2359,7	143
FRANCE	13,1	2300	202383,9	42568,4
SLOVAKIA	7,5	600	7606,3	2611,5
PORTUGAL	12,7	1500	17861	5009,1
ESTONIA	10,9	900	4717,7	1182,3
CZECH REPUBLIC	9,3	700	20890,4	7630,1
HUNGARY	12,7	700	16270,4	4702,2
BELGIUM	11,0	2000	47326,1	11315,3
GREECE	13,8	1700	12023	2605,4
POLAND	12,2	800	43976,4	21715,8
CROATIA	12,9	771	4018,8	1266,4
LITHUANIA	14,6	1200	7898,9	3350,2
BULGARIA	15,4	600	6224,7	3140,4
LATVIA	11,7	900	5382,7	1407,9
AVERAGE	12,47	1759,68	50555,36	11283,85
source	eurostat	eurostat	eurostat	eurostat

Πίνακας 5.9 : Προσθήκη δεδομένων στην ήδη υπάρχουσα βάση

5.4.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Το μοντέλο, όπως και τα άλλα δύο που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές το κόστος ατυχήματος, πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο της **πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης**. Τόσο τα βήματα της διαδικασίας, όσο και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι είναι πανομοιότυπα με αυτά που έχουν αναλυθεί εκτενώς σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.

Συνοπτικά, να επισημανθεί πως για να είναι ένα μοντέλο στατιστικά αποδεκτό απαιτείται ο συντελεστής συσχέτισης R^2 να προσεγγίζει το 1, με ελάχιστο εμπειρικό κριτήριο 0,3 και ο δείκτης t να υπερβαίνει την τιμή του 1,645 (για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) ή η σημαντικότητα της μεταβλητής να είναι $\text{sig} \leq 0.05$.

5.4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Μετά από πολλές συνδυαστικές δοκιμές γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ όλων των μεταβλητών προέκυψε ένα στατιστικό μοντέλο που ικανοποιούσε τους απαραίτητους ελέγχους. Το μοντέλο αυτό είχε ως εξαρτημένη μεταβλητή τον φυσικό λογάριθμο του κόστους θανατηφόρου ατυχήματος και ως ανεξάρτητες διάφορες μαθηματικές μορφές των Misery Index, του λόγου του αριθμού των επιχειρήσεων επιβατικών μεταφορών προς το σύνολο των επιχειρήσεων μεταφορών, των συγκοινωνιακών εξόδων σαν ποσοστό των συνολικών εξόδων ενός νοικοκυριού και του ποσοστού χρήσης των επιβατικών οχημάτων από το σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς. Συγχρόνως, εκτιμάται η επίδραση της κάθε ομάδας σε συγκριτικό επίπεδο.

Οι υπόλοιπες μεταβλητές που έχουν ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια προέκυψαν στατιστικά ασήμαντες και δεν εντάχθηκαν στο τελικό μοντέλο.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου φαίνονται παρακάτω.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,755 ^a	,570	,434	,13994

a. Predictors: (Constant), split_tetrag, misery_4, CLUSTER_3, log_pas_tptal, LOG_percen, CLUSTER_2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,492	6	,082	4,191	,008 ^b
	Residual	,372	19	,020		
	Total	,865	25			

a. Dependent Variable: log_FAT_COST

b. Predictors: (Constant), split_tetrag, misery_4, CLUSTER_3, log_pas_tptal, LOG_percen, CLUSTER_2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5,236	,471		11,108	,000
	CLUSTER_2	-,283	,068	-,774	-4,136	,001
	CLUSTER_3	-,166	,085	-,360	-1,954	,066
	log_pas_tptal	-,254	,134	-,303	-1,890	,074
	misery_4	2,999E-007	,000	,262	1,661	,113
	LOG_percen	1,337	,489	,482	2,734	,013
	split_tetrag	-6,489E-005	,000	-,301	-1,676	,110

a. Dependent Variable: log_FAT_COST

Πίνακας 5.10 : Σύνοψη του μοντέλου κόστους θανατηφόρου ατυχήματος για τις ομάδες κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Από τους πίνακες προκύπτει πως ο συντελεστής συσχέτισης R^2 έχει την ιδιαίτερα ικανοποιητική τιμή του **0,57**. Επιπλέον, για όσες μεταβλητές δεν τηρείται το $\text{sig} \leq 0.05$, ο αντίστοιχος δείκτης t υπερβαίνει το όριο του 1,645 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως, το μοντέλο που αναπτύχθηκε για τις τρεις ομάδες κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κρίνεται στατιστικά αποδεκτό και μπορεί να ερμηνευθεί με βάση τη λογική και τις αντιλήψεις που επικρατούν σχετικά με το αντικείμενο αυτό.

5.4.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Από τα αποτελέσματα που εξήχθησαν κατά την στατιστική ανάλυση, προκύπτει η παρακάτω μαθηματική παράσταση, που εκφράζει τον φυσικό λογάριθμο του κόστους θανάσιμου ατυχήματος:

$$\begin{aligned} \text{Log (Cost per Fatal Accident)} = & 5,236 - 0,283 * \text{Cluster2} - 0,166 * \text{Cluster3} - 0,254 * \frac{\text{number of passenger enterprises}}{\text{number of total enterprises}} \\ & + \\ & 2,951 * (\text{Misery Index})^4 + 1,337 * \text{Log}(\text{percent of total consummation}) - \\ & - 6,414 * (\text{modal split})^2 \end{aligned}$$

Όπου

Log(Cost per Fatal Accident): ο φυσικός λογάριθμος του κόστους ατυχήματος με νεκρό

Cluster2 : το σύνολο των κρατών που ανήκει στην δεύτερη ομάδα (Οικονομικά αδύναμα)

Cluster3 : το σύνολο των κρατών που ανήκει στην τρίτη ομάδα (πληθυσμιακά μεγάλα)

Number of passenger enterprises : ο αριθμός των επιχειρήσεων επιβατικών οδικών μεταφορών

Number of total enterprises : ο αριθμός των επιχειρήσεων οδικών επιβατικών και φορτηγών μεταφορών

Misery Index: ο οικονομικός δείκτης «μιζέριας»

Log(percent of total consummation) : τα συγκοινωνιακά έξοδα σαν ποσοστό των συνολικών εξόδων των νοικοκυριών

Modal split: το ποσοστό χρήσης των επιβατικών οχημάτων στο σύνολο των χερσαίων μέσων μεταφοράς

Από την μαθηματική παράσταση γίνεται φανερό η σχέση των ανεξάρτητων μεταβλητών με την εξαρτημένη. Το αρνητικό πρόσημο στους συντελεστές που συνοδεύουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές υποδηλώνει την αρνητική τους σχέση με την εξαρτημένη. Συγκεκριμένα, η αύξηση των Cluster2, Cluster3 και modal split επιφέρουν μείωση του φυσικού λογαρίθμου του κόστους θανάσιμου ατυχήματος. Αντίθετα, η μεταβολή των μεταβλητών Misery Index και Log(percent of total consummation) είναι ομόσημη με την μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής. Ειδικά για τον όρο που περιέχει το κλάσμα, λόγω του αρνητικού πρόσημου, ο αριθμητής επιδρά αρνητικά στον λογάριθμο του κόστους, ενώ ο παρονομαστής παρουσιάζει θετική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Όμως, σαν κλάσμα δηλώνει το ποσοστό των επιχειρήσεων επιβατικών οδικών μεταφορών στο σύνολο των επιχειρήσεων οδικών μεταφορών. Επομένως, το ποσοστό αυτό παρουσιάζει αρνητική σχέση με τον φυσικό λογάριθμο του κόστους θανατηφόρου ατυχήματος.

Ωστόσο, μία απλή αναφορά στην μαθηματική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών κρίνεται ανεπαρκής και απαιτείται μία βαθύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου.

Η εισαγωγή των δύο μόνο ομάδων στο μοντέλο επιτρέπει την συγκριτική μελέτη τους ως προς την τρίτη ομάδα. Ως υπενθύμιση για την μετέπειτα ανάλυση, αξίζει να σημειωθούν τα κράτη που αντιπροσωπεύει η κάθε ομάδα:

Cluster1 : Οικονομικά ισχυρές χώρες

Cluster2 : Οικονομικά αδύναμες χώρες

Cluster3 : Πληθυσμιακά μεγάλες χώρες

Επομένως, το αρνητικό πρόσημο των συντελεστών των Cluster2 και Cluster3 στο μαθηματικό μοντέλο δείχνει την αρνητική σχέση των δύο αυτών με την πρώτη ομάδα κρατών. Πιο αναλυτικά, **η αύξηση του κόστους θανατηφόρου ατυχήματος στις οικονομικά ισχυρές χώρες συνεπάγεται τη μείωση του αντίστοιχου κόστους στις οικονομικά αδύναμες και στις πληθυσμιακά μεγάλες.** Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με την κοινή αποδοχή πως στις οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες η αξία της ζωής εκτιμάται περισσότερο, και οι πολίτες αλλά και οι αρμόδιες αρχές διατίθενται να καταβάλλουν μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για την διαχείριση και αντιμετώπιση του οδικού ατυχήματος και την αποκατάσταση των συνεπειών του.

Οι μεταβλητές Misery Index και modal split παρουσιάζουν μία συνέπεια, όσον αφορά το πρόσημό τους, σε όσα μοντέλα έχουν αναπτυχθεί. Τα πιθανά αίτια της

επίδρασης τους στο κόστος θανάσιμου ατυχήματος έχουν ήδη αναλυθεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο και η επανάληψη της τους δεν θεωρείται απαραίτητη.

Η μείωση του ποσοστού των επιχειρήσεων οδικών επιβατικών μεταφορών στο σύνολο των επιχειρήσεων οδικών μεταφορών επιφέρει την αύξηση του κόστους θανάσιμου ατυχήματος. Ουσιαστικά, η μείωση του ποσοστού αυτού ταυτίζεται με την αύξηση των φορτηγών στις οδικές μεταφορές. Η παρουσία βαρέων οχημάτων, συνήθως, δυσχεραίνει την ομαλή κυκλοφορία και η εμπλοκή τους σε ατυχήματα αυξάνει το κόστος του ατυχήματος. Αυτό ίσως οφείλεται στις εκτενέστερες υλικές ζημιές, στην μεγαλύτερη πιθανότητα πολύνεκρου ατυχήματος, σε επιπλέον εταιρικά έξοδα ή οικονομικές ζημιές, στην παρεμπόδιση της κυκλοφορίας μετά το ατύχημα και άλλα.

Επιπλέον, η αύξηση του φυσικού λογαρίθμου των συγκοινωνιακών εξόδων σαν ποσοστό των συνολικών εξόδων των νοικοκυριών οδηγεί στην αύξηση του κόστους οδικού ατυχήματος με νεκρό. Η αύξηση των εξόδων για συγκοινωνίες, ενδεχομένως, να κρύβει την αύξηση των κομίστρων στα μέσα μαζικής μεταφοράς και την επένδυση τους στην επέκταση των ήδη υπάρχουσών συγκοινωνιακών υποδομών, ώστε να αξιοποιούνται από μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Όπως έχει προκύψει και προηγουμένως, η αυξημένη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, πιθανώς, φανερώνει κράτη οικονομικά ανεπτυγμένα, στα οποία η αξία της ζωής εκτιμάται περισσότερο και κατά συνέπεια το κόστος ενός οδικού ατυχήματος είναι υψηλό.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **συγκριτική διερεύνηση του κόστους των νεκρών και σοβαρά τραυματισμένων στα οδικά ατυχήματα** στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παράλληλα, εξετάστηκε η **επιρροή κοινωνικών, οικονομικών και συγκοινωνιακών δεικτών** στο κόστος των ατυχημάτων.

Έχοντας ορίσει τον επιδιωκόμενο στόχο, αναζητήθηκε **βιβλιογραφία** ερευνών με αντικείμενο έρευνας παρεμφερές με εκείνο της συγκεκριμένης διατριβής. Οι μελέτες που εντοπίστηκαν, εγχώριες και διεθνείς, αφορούσαν στον υπολογισμό του κόστους των οδικών ατυχημάτων και στη συσχέτιση των κοινωνικών και οικονομικών δεικτών με τον αριθμό των θυμάτων από οδικά ατυχήματα. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν έρευνες των οποίων το αντικείμενο να ταυτίζεται με το αντίστοιχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή την σύνδεση του κόστους των οδικών ατυχημάτων με κοινωνικές, οικονομικές και συγκοινωνιακές παραμέτρους.

Στη συνέχεια, για την **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** αξιοποιήθηκαν οι βάσεις δεδομένων διάφορων οργανισμών όπως οι Eurostat, W.H.O., U.N.D.P. και άλλοι. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν κοινωνικά, οικονομικά και συγκοινωνιακά χαρακτηριστικά των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2015 και έχουν αναφερθεί εκτενώς σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Ακολούθησε η **επεξεργασία των δεδομένων**, προκειμένου να εισαχθούν στο ειδικό στατιστικό λογισμικό SPSS και να καθοριστεί η κατάλληλη μεθοδολογία ανάλυσης. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Σε πρώτο στάδιο, **η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης** (με εξαίρεση το Λουξεμβούργο και τη Ρουμανία, όπου τα στοιχεία ήταν ελλιπή), με την ανάπτυξη δύο στατιστικών μοντέλων. Το ένα προσδιόριζε τη σχέση του κόστους των θανατηφόρων ατυχημάτων με τους προαναφερθέντες δείκτες και το άλλο την αντίστοιχη σχέση των ατυχημάτων με σοβαρό τραυματισμό. Το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης, αφορούσε καταρχήν στον **διαχωρισμό των κρατών σε ομάδες** με παρεμφερή κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά. Οι ομάδες προέκυψαν από την εξαγωγή σχετικού στατιστικού μοντέλου με βάση τον πληθυσμό, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού της κάθε χώρας και στη συνέχεια, δημιουργήθηκε ένα **μοντέλο για το κόστος των θανατηφόρων ατυχημάτων με συμμετοχή των ομάδων των κρατών**, όπου επιχειρήθηκε να διερευνηθεί η επιρροή της κάθε ομάδας σε συγκριτικό επίπεδο.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τελική επιλογή των μοντέλων, έγινε μετά από πολλές δοκιμές συνδυασμών ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Ορισμένα από τα στοιχεία που είχαν συλλεχθεί αρχικά, εν τέλει δεν αξιοποιήθηκαν, ενώ κατά την ανάπτυξη του τέταρτου μοντέλου, εισήχθησαν νέες μεταβλητές, προκειμένου να εξαχθεί ένα στατιστικά αποδεκτό και λογικά ερμηνεύσιμο μαθηματικό μοντέλο.

Ακολουθούν συγκεντρωτικοί πίνακες των τελικών στατιστικών μοντέλων.

	CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3
	AUSTRIA	BULGARIA	FRANCE
	BELGIUM	CROATIA	GERMANY
	DENMARK	CYPRUS	ITALY
	FINLAND	CZECH REPUBLIC	SPAIN
	IRELAND	ESTONIA	UNITED KINGDOM
	NETHERLANDS	GREECE	
	SWEDEN	HUNGARY	
		LATVIA	
		LITHUANIA	
		MALTA	
		POLAND	
		PORTUGAL	
		SLOVAKIA	
		SLOVENIA	
SUM	7	14	5

Πίνακας 6.1: Διαχωρισμός των κρατών μελών της Ε.Ε. σε τρεις κλάσεις

	ALL COUNTRIES						3 CLUSTERS	
	Cost per Fatal Accident			Cost per Accident with Serious Injury			Cost per Fatal Accident	
	R(square)	ANOVA (Sig.)	R(square)	ANOVA (Sig.)	R(square)	ANOVA (Sig.)	R(square)	ANOVA (Sig.)
Independent Variables	0,414	0,019	0,388	0,029	0,570	0,008		
Constant	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.		
Cars per million population	1,939	0,066	8,378	0,00	11,108	0,00		
Cluster 2	2,730	0,013						
Cluster 3					-4,136	0,001		
Passenger enter/total enterp					-1,954	0,066		
Log(percent of total consumption)					-1,890	0,074		
Log(Suicides)			2,346	0,029	2,734	0,013		
Misery Index(square)	1,675	0,109						
Misery Index			2,259	0,035				
Misery Index(^4)					1,661	0,113		
Modal split			-2,917	0,008				
Modal split(square)	-2,208	0,039			-1,676	0,110		
Road Fatalities(per million pop)			-2,760	0,012				
Suicides/Road Fatalities	1,760	0,093						

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων

6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας συνδέονται άμεσα με τον στόχο της έρευνας, όπως αυτός περιγράφηκε στο πρώτο κεφάλαιο. Τα σημαντικότερα εκ των συμπερασμάτων, που προέκυψαν, αναλύονται παρακάτω.

1. Στα τρία μαθηματικά μοντέλα που εξήχθησαν για το κόστος ατυχήματος με νεκρό ή σοβαρά τραυματισμένο, παρατηρείται συστηματικά ότι **η μείωση του ποσοστού χρήσης επιβατικών οχημάτων συνδέεται με την αύξηση του κόστους ατυχήματος**. Η χαμηλή χρήση των επιβατικών οχημάτων και κατά συνέπεια η σημαντική αξιοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς, ενδεχομένως, φανερώνει την ύπαρξη καλύτερων υποδομών και με αποτελεσματικότερη λειτουργία. Οι συνθήκες αυτές συναντώνται συνήθως σε κράτη με εύρωστες οικονομίες και αναπτυγμένες κοινωνικές δομές, όπου η ανθρώπινη ζωή αποτιμάται οικονομικά υψηλότερα. Επομένως, στις χώρες αυτές το κόστος ενός οδικού ατυχήματος, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η αποκατάσταση του ασθενή και των συγγενών, είναι λογικό να ταυτίζεται με υψηλότερα ποσά. Επιπλέον, αποδείχθηκε πως **το ποσοστό χρήσης επιβατικών οχημάτων επηρεάζει περίπου 11 φορές περισσότερο το κόστος ατυχημάτων σε σύγκριση με το Misery Index**.
2. Και από τα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν για το κόστος ατυχήματος με νεκρό ή σοβαρά τραυματισμένο, διαπιστώθηκε η σημαντική επιρροή του οικονομικού δείκτη **Misery Index, η μεταβολή του οποίου είναι ομόσημη με τη μεταβολή του κόστους ατυχήματος**. Μία πιθανή εξήγηση αποτελεί το γεγονός ότι η πιο σημαντική συνιστώσα του οικονομικού δείκτη είναι η ανεργία, η οποία μπορεί να επηρεάζει και τους εργασιακούς κλάδους της υγείας, των δικηγορικών και ασφαλιστικών εταιρειών, της αστυνομίας και γενικότερα όλες τις υπηρεσίες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση ενός οδικού ατυχήματος και των κάθε μορφής συνεπειών του. Καθώς η ζήτηση για το σύνολο των υπηρεσιών αυτών παραμένει υψηλή, ενώ παράλληλα μειώνονται οι πάροχοι τους, είναι πιθανό να αυξάνονται οι τιμές τους και κατ' επέκταση το κόστος ατυχήματος.
3. Αξίζει να σημειωθεί ότι, όπως και οι δύο μεταβλητές που αναλύθηκαν προηγουμένως, ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού, παρουσίασε όμοιο πρόσημο επιρροής τόσο στο κόστος ατυχήματος με νεκρό, όσο και στο κόστος ατυχήματος με σοβαρά τραυματισμένο. Συγκεκριμένα, **ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατομμύριο πληθυσμού συσχετίζεται θετικά με τα δύο κόστη**. Η εξήγηση του σύνθετου αυτού φαινομένου δεν είναι δυνατή χωρίς να έχουν διαχωριστεί οι επιμέρους ομάδες κρατών.

4. Από την επεξεργασία των δεδομένων και την προβολή τους σε διαγράμματα έγινε εμφανές πως **ο αριθμός των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού έχει αρνητική σχέση τόσο με το κόστος οδικού ατυχήματος, όσο και με το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.** Τα υψηλά ποσοστά νεκρών σε οδικά ατυχήματα εντοπίζονται, συνήθως, σε κράτη οικονομικά αδύναμα, που αντιμετωπίζουν περισσότερα οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα και η αξία της ανθρώπινης ζωής υποεκτιμάται, με πιθανή συνέπεια το χαμηλό κόστος των οδικών ατυχημάτων.
5. Κατά την επεξεργασία των στοιχείων, που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με το βιοτικό επίπεδο, διαπιστώθηκε η εμφανής επιρροή της οικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών (π.χ. και ιδιαίτερα στην Ελλάδα). Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με οποιονδήποτε κοινωνικό ή οικονομικό δείκτη, που έχει συμπεριληφθεί στην παρούσα έρευνα, **η Ελλάδα βρίσκεται σε χειρότερη θέση από τη μέση των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.** Μοναδική, αλλά αξιοσημείωτη εξαίρεση αποτελεί ο αριθμός των αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού, όπου στην Ελλάδα καταγράφονται οι λιγότερες αυτοκτονίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο.
6. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αριθμών των νεκρών από οδικά ατυχήματα και από αυτοκτονίες της κάθε χώρας και παρατηρήθηκε ένα γεωγραφικό μοτίβο ανάμεσα στα κράτη της Νότιας, της Ανατολικής και της Βορειοδυτικής Ευρώπης. Συγκεκριμένα, **οι ανατολικές χώρες διατηρούν τα υψηλότερα ποσοστά και στις δύο μορφές θνησιμότητας που αναφέρθηκαν.** Τα νότια κράτη παρουσιάζουν τους μικρότερους αριθμούς αυτοκτονιών, ενώ τα βορειοδυτικά τους λιγότερους θανάτους από οδικά ατυχήματα.
7. Από το στατιστικό μοντέλο ομαδοποίησης **προέκυψαν τρεις ομάδες: των πληθυσμιακά μεγάλων κρατών, των οικονομικά ισχυρών και των οικονομικά αδύναμων.** Εύλογα δημιουργήθηκε η πρώτη κατηγορία, καθώς ο μέσος πληθυσμός των μελών της ομάδας αυτής είναι περίπου οκτώ φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των άλλων δύο ομάδων. Ο διαχωρισμός των κρατών σε αυτές τις τρεις ομάδες επιβεβαιώνει την παρατήρηση της παρούσας εργασίας, αλλά και άλλων επιστημονικών ερευνών, πως το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και ο αριθμός των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού λειτουργούν αντιστρόφως ανάλογα. Το μέσο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. της ομάδας των οικονομικά ισχυρών κρατών είναι σχεδόν τριπλάσιο από το αντίστοιχο των οικονομικά αδύναμων, ενώ οι νεκροί ανά εκατομμύριο πληθυσμού από οδικά ατυχήματα της πρώτης ομάδας είναι σημαντικά λιγότεροι από τους νεκρούς της δεύτερης ομάδας. Οι αντίστοιχες τιμές νεκρών και του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. της κατηγορίας των πληθυσμιακά μεγάλων κρατών βρίσκονται ανάμεσα σε αυτές των δύο άλλων ομάδων, γεγονός που επιβεβαιώνει την καταλληλότητα του διαχωρισμού των χωρών.

8. Από το μοντέλο για το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος που αφορούσε τις τρεις ομάδες κρατών, προέκυψε η επιρροή της κάθε μίας σε συγκριτικό επίπεδο. Πιο αναλυτικά, **η αύξηση του κόστους θανατηφόρου ατυχήματος στις οικονομικά ισχυρές χώρες συνεπάγεται τη μείωση του αντίστοιχου κόστους στις οικονομικά αδύναμες και στις πληθυσμιακά μεγάλες.** Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να τεκμηριωθεί στη βάση της οικονομικής ευρωστίας μίας χώρας και κατ' επέκταση της δυνατότητας και θέλησης των πολιτών αλλά και των αρχών να διαθέσουν μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για να εξασφαλίσουν αρτιότερη αντιμετώπιση ενός οδικού δυστυχήματος.
9. Παρατηρήθηκε **ότι η μείωση του ποσοστού των επιχειρήσεων οδικών επιβατικών μεταφορών στο σύνολο των επιχειρήσεων οδικών μεταφορών επιφέρει την αύξηση του κόστους θανάσιμου ατυχήματος.** Ουσιαστικά, η μείωση του ποσοστού αυτού ταυτίζεται με την αύξηση των φορτηγών στις οδικές μεταφορές. Η παρουσία βαρέων οχημάτων, συνήθως, δυσχεραίνει την ομαλή κυκλοφορία και η εμπλοκή τους σε ατυχήματα αυξάνει το κόστος του ατυχήματος. Αυτό ίσως οφείλεται στις εκτενέστερες υλικές ζημιές, στην μεγαλύτερη πιθανότητα πολύνεκρου ατυχήματος, σε επιπλέον εταιρικά έξοδα ή οικονομικές ζημιές, στην παρεμπόδιση της κυκλοφορίας μετά το ατύχημα και άλλα.
10. Από το μαθηματικό μοντέλο διαπιστώθηκε πως **η αύξηση των συγκοινωνιακών εξόδων ως ποσοστό των συνολικών εξόδων των νοικοκυριών οδηγεί στην αύξηση του κόστους οδικού ατυχήματος με νεκρό.** Η αύξηση των εξόδων για συγκοινωνίες, ενδεχομένως, να κρύβει την αύξηση των κομίστρων στα μέσα μαζικής μεταφοράς και τις επενδύσεις στην επέκταση των ήδη υπάρχουσών συγκοινωνιακών υποδομών, ώστε να αξιοποιούνται από μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Όπως έχει προκύψει και προηγουμένως, η αυξημένη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, πιθανώς, υποδηλώνει κράτη οικονομικά ανεπτυγμένα, στα οποία η αξία της ζωής εκτιμάται περισσότερο και κατά συνέπεια το κόστος ενός οδικού ατυχήματος είναι υψηλό.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την παρούσα Διπλωματική Εργασία, παρατίθενται ορισμένες προτάσεις με σκοπό τη συμβολή στην προσπάθεια βελτίωσης του προβλήματος της οδικής ασφάλειας και των οικονομικών συνεπειών της στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα οικονομικά ανεπτυγμένα κράτη, όπου συναντάται και το υψηλότερο κόστος οδικών ατυχημάτων, έχοντας στη διάθεση τους τους απαραίτητους πόρους, οφείλουν να επενδύσουν στην **έρευνα και την ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης**

των ατυχημάτων και των συνεπειών τους, με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους.

Οι κυβερνήσεις και οι αρμόδιοι φορείς οφείλουν **να λαμβάνουν υπόψη τους κοινωνικά ζητήματα**, όπως οι αυτοκτονίες και η ανεργία, και να προσανατολίζονται σε προγράμματα άμβλυνσης τους, καθώς η ύπαρξη τους συνδέεται με αύξηση του κόστους των οδικών ατυχημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ύπαρξη σημαντικού ποσοστού φορτηγών οχημάτων στην κυκλοφορία οδηγεί στην αύξηση του κόστους οδικού ατυχήματος, η εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών, όπως **τα περιορισμένα ωράρια κυκλοφορίας των βαρέων οχημάτων**, θα μπορούσε να συμβάλει στην μείωση των οικονομικών συνεπειών των οδικών ατυχημάτων.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η συγκριτική διερεύνηση του κόστους των οδικών ατυχημάτων στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ο συσχετισμός του με κοινωνικούς, οικονομικούς και συγκοινωνιακούς δείκτες.

Η διεξαγωγή παρόμοιας έρευνας σε άλλα κράτη με ποικίλα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά, θα συνείσφερε στην επιβεβαίωση ή διόρθωση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης εργασίας. Επιπλέον, η συγκριτική μελέτη των συμπερασμάτων αρκετών ερευνών με το ίδιο αντικείμενο μπορεί να συμβάλει στην εξεύρεση λύσεων, που να εφαρμόζονται κατάλληλα ανάλογα με την περίπτωση και τα χαρακτηριστικά της κάθε χώρας.

Ακόμα, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας θα ενισχυόταν μέσω της εκπόνησης μελέτης ίδιου στόχου και αντικειμένου με μόνη διαφοροποίηση την εφαρμογή της μεθοδολογίας, όπως για παράδειγμα να πραγματοποιηθεί διαφορετική στατιστική ανάλυση, εάν συμβάδιζαν τα αποτελέσματα των δύο περιπτώσεων.

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη πως η εργασία αυτή επεξεργάστηκε στοιχεία μόνο του έτους 2015, θα είχε ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί η αντίστοιχη μελέτη με δεδομένα και παλαιότερων ετών, ώστε να γίνει αντιληπτή η διαχρονική εξέλιξη του κόστους των οδικών ατυχημάτων και της επιρροής των διάφορων χαρακτηριστικών των κρατών στις οικονομικές επιπτώσεις του ατυχήματος, και κατά συνέπεια να είναι δυνατή μία μελλοντική πρόβλεψη και πρόληψη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Γιαννής Γ., Ανδρουλιδάκης Μ., Σαλάτα Α., *“Παράμετροι Επιρροής της πρόθεσης των Ελλήνων Οδηγών να πληρώσουν για την αποφυγή οδικών ατυχημάτων”*, Πρακτικά 3^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Οδοποιίας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, Φεβρουάριος 2012
2. Δρίζης Μπ., Κυριόπουλος Γ., *“Το κοινωνικοοικονομικό κόστος των παθόντων από οδικά τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα”*, Επιθεώρηση Υγείας, Αθήνα, Ιανουάριος-Φεβρουάριος 1992
3. Ζαντήρης Ι., *“Συσχέτιση επιδόσεων οδικής ασφάλειας με οικονομικούς και κοινωνικούς δείκτες στην Ευρωπαϊκή Ένωση”*, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 2016
4. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., *“Εισαγωγή στη θεωρία των πιθανοτήτων και στατιστική”*, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 1990
5. Μίντσης Γ., Ταξιλάρης Χ., Πετρόπουλος Ι., *“Συμβολή στον προσδιορισμό του κόστους οδικών ατυχημάτων με παθόντα πρόσωπα”*, Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη 1994
6. Μπάτσος Χ., *“Ανάλυση της επιρροής της οικονομικής ύφεσης στην οδική ασφάλεια στην Ελλάδα”*, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 2017
7. Προφυλλίδης Β., Μποτζώρης Γ., (2005) *“Ανάλυση και μοντελοποίηση των παραμέτρων οδικής ασφάλειας”*, 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Πάτρα, 2005
8. Σιώμκος Ι. Γ., Βασιλικοπούλου Ι.Α., *Σύγγραμμα “Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς”*
9. Τσώχος Γ., Χαυτόπουλος Κ., *“Μοντέλο εκτίμησης οικονομικού κόστους τροχαίων ατυχημάτων”*, Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Οδικής Ασφάλειας 1994
10. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Ι., *“Οδική ασφάλεια”*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994
11. Φώλλα Κ., *“Η επιρροή της μεταβολής του ΑΕΠ στα οδικά ατυχήματα”*, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 2012
12. Alfaro L., Chapuis M., Fabre F., *“COST 313 – Socio-economic cost of road accidents”*, Final Report of the Action, Brussels, European Commission, 1994
13. Anbarci N., Escaleras M., Register C., *“Traffic fatalities and Public Sector corruption”*, 2006
14. Economist Intelligence Unit - <https://www.eiu.com/home.aspx>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

15. European Institute for Gender Equality - <http://eige.europa.eu/>
16. Eurostat, Στατιστική υπηρεσία Ευρωπαϊκής Επιτροπής
17. Hopkin J., O'Reilly D., *"Revaluation of the cost of road accident casualties: 1992 revision"*, Research Report 378, Transport Research Laboratory, 1993
18. Jacobs G. D., Cutting C. A., *"Further research on accident rates in developing countries"*, Accident analysis and Prevention, (18(2) pp 119-127), 1986
19. Koornstra M., *"Prediction of traffic fatalities and prospects for mobility becoming sustainable-safe"*, SWOV Research, 2007
20. NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) *"The economic cost to society of motor vehicle accidents"*, U.S. Department of Transportation (US DoT), Washington D.C., 1983
21. Our World in Data - <https://ourworldindata.org/>
22. SafetyCube, *"Crash cost estimates for European Countries"*, Deliverable 3.2, Final Version, European Commission, 2017
23. Söderlund N., Zwi A.B. *"Traffic-related mortality in industrialized and less developed countries"*, Bulletin of the World Health Organization, 1995
24. The Royal Society for the Prevention of Accidents *"Social factors in road safety"* Policy paper, United Kingdom, 2012
25. United Nations Development Programme - <http://www.undp.org/>
26. Wagenaar A.C., *"Effects of macroeconomic conditions on the incidence of motor vehicle accidents"*, Accident analysis and Prevention, (VOL:16, Issue:3 pp191-205), 1984
27. World Bank - <http://www.worldbank.org/>
28. World Health Organization - <http://www.who.int/>
29. Yannis G., Antoniou C., Papadimitriou E., Katsochis D., *"When may road fatalities start to decrease?"*, Journal of Safety Research, 42(1) pp17-25, 2011

