



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΥΦΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



ΜΠΑΤΣΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεσή της. Επιπλέον, για την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της, για την εξαιρετική συνεργασία μας, καθώς και για τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Παράλληλα, ευχαριστώ πολύ τα υπόλοιπα 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 την Κατερίνα Φώλλα, υποψήφια Διδάκτορα ΕΜΠ, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του πάνω σε σημαντικά θέματα της Διπλωματικής Εργασίας και ιδιαίτερα κατά το στάδιο της στατιστικής ανάλυσης.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για όλη τη στήριξη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017
Χρήστος Μπάτσος

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΥΦΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Μπάτσος Χρήστος
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Σύνοψη

Στόχο της Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η ανάλυση της επιρροής της οικονομικής κρίσης στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα επεξεργασμένα στοιχεία σχετικά με τα οδικά ατυχήματα της περιόδου 2003-2014. Παράλληλα, προσδιορίστηκε ως περίοδος οικονομικής ύφεσης η εξαετία 2009-2014, βάσει της εξέλιξης του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. στην Ελλάδα. Εφαρμόστηκαν τρία μοντέλα λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης, το πρώτο εκ των οποίων αφορά στο σύνολο της εξεταζόμενης περιόδου 2003-2014 ώστε να προσδιοριστεί ο βαθμός της επιρροής της οικονομικής κρίσης, ενώ τα άλλα δύο αφορούν στις επιμέρους υποπεριόδους πριν την έναρξη της κρίσης (2003-2008) και κατά τη διάρκεια της (2009-2014) ώστε να προσδιοριστούν οι παράγοντες μέσω των οποίων αποτυπώνεται η προαναφερθείσα επιρροή. Διαπιστώθηκε ότι η οικονομική ύφεση έχει επιφέρει σημαντική μείωση των ατυχημάτων, ενώ ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται έγκειται κυρίως στη μείωση των ατυχημάτων που εμπλέκονται επιβατικά οχήματα, στη μείωση των μετακινήσεων των νέων οδηγών, καθώς και στη μείωση των ατυχημάτων εκτός ισόπεδων διασταυρώσεων, υποδηλώνοντας ότι εκτός από τη μείωση των μετακινήσεων η οικονομική κρίση επηρέασε θετικά τη συμπεριφορά κατά την οδήγηση.

Λέξεις κλειδιά: Οδική ασφάλεια, Οδικά ατυχήματα, οικονομική ύφεση, Α.Ε.Π., Λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ECONOMIC RECESSION ON ROAD SAFETY IN GREECE

Batsos Christos
Supervisor: George Yannis, Professor, NTUA

Abstract

The objective of this Diploma Thesis is to investigate the effect of the economic recession on road fatalities and severe injuries in Greece. For this analysis, suitably processed road accident data during the period 2003-2014 have been exploited. The period 2009-2014 is considered to be the period of economic recession due to the continuous GDP per capita decrease. Firstly, a loglinear model of the overall period (2003-2014) was developed, in order to correlate the economic crisis with road accidents. Two additional specific loglinear models were also developed, one related to the period before crisis (2003-2008) and the other related to the period during crisis, in order to reveal the mechanisms through which traffic accidents were influenced. It appears that the economic recession has led to a significant reduction in fatalities and serious injuries. The principal mechanisms bringing this decline about are the reduction of accidents with involvement of passenger cars, of young drivers and outside traffic junctions. These results indicate that apart from the decline of vehicle kilometers of travel, the change in road user behavior might have contributed to the total improvement of road safety during the economic crisis.

Key-words: Road safety, Road accidents, economic recession, GDP, Loglinear model

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της Διπλωματικής αυτής Εργασίας είναι η **ανάλυση της επιρροής της οικονομικής κρίσης στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, προσδιορίστηκαν οι παράγοντες επιρροής και ποσοτικοποιήθηκε η επιρροή αυτή.

Τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου ακολούθησε η **βιβλιογραφική αναζήτηση** ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και παγκοσμίως.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** για τις ανάγκες της Εργασίας, ούτως ώστε να δημιουργηθεί η σχετική βάση δεδομένων. Για τον προσδιορισμό της περιόδου της οικονομικής ύφεσης (2009-2014) χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία της Eurostat σχετικά με την εξέλιξη του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. στην Ελλάδα. Επιπροσθέτως, στα στοιχεία που συλλέχθηκαν, περιλαμβάνεται ο αριθμός των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα, ο οποίος διαχωρίζεται βάσει ορισμένων σημαντικών χαρακτηριστικών των ατυχημάτων. Η συλλογή του πλήθους των παθόντων πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α, το οποίο αξιοποιεί τα δεδομένα που προέρχονται από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και αναφέρονται στην περίοδο 2003-2014.

Τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία τους προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη μεθοδολογία, αλλά και η κωδικοποίηση τους ώστε να εισαχθούν στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Για τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων και την ανάπτυξη των κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων επιλέχθηκε η εφαρμογή της **λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης**.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη **ενός μοντέλου για τη συνολική εξεταζόμενη περίοδο 2003-2014**, με εξαρτημένη μεταβλητή το φυσικό λογάριθμο των νεκρών και των βαριά τραυματιών και ανεξάρτητες μεταβλητές την ύπαρξη οικονομικής κρίσης, όπως ορίστηκε βάσει της εξέλιξης του Α.Ε.Π., καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων που επιλέχθηκαν κατά τη συλλογή των στοιχείων. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίστηκε η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στην εξέλιξη των ατυχημάτων.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν **δύο ξεχωριστά μοντέλα για τις δύο επιμέρους περιόδους της ύπαρξης (2009-2014) και μη (2003-2008) οικονομικής ύφεσης**, με εξαρτημένη μεταβλητή το φυσικό λογάριθμο των νεκρών και των βαριά τραυματιών και ανεξάρτητες τα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων. Συγκρίνοντας τη σχετική επιρροή των βασικών χαρακτηριστικών των ατυχημάτων στα δύο μαθηματικά μοντέλα αυτά, επιχειρήθηκε ο εντοπισμός των μηχανισμών μέσω των οποίων αποτυπώνεται η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στα οδικά ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες.

Σημειώνεται ότι η επιλογή των μοντέλων έγινε έπειτα από **αρκετές δοκιμές** συνδυασμών ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των μοντέλων.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2014			ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2008			ΜΟΝΤΕΛΟ 2009-2014		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή	
			ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικό τητα)		ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικό τητα)		ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικό τητα)
	Σταθερός Όρος	0,527			0,713			0,551		
Υπαρξη οικονομικής κρίσης	Περίοδος (2003-2008)- Όχι	0,196	4,25	1,22						
	Περίοδος (2009-2014)- Ναι									
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή									
	Κατοικημένη περιοχή									
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Μέρα	0,149	4,06	1,16	0,151	4,15	1,16	0,148	3,92	1,16
	Σούρουπο	-0,769	1,62	0,46	-0,783	1,63	0,46	-0,754	1,59	0,47
	Νύχτα									
Ατμοσφαιρικές συνθήκες ατυχήματος	Άλλες	-1,251	1,00	0,29	-1,274	1,00	0,28	-1,219	1,00	0,30
	Βροχή	-0,896	1,43	0,41	-0,932	1,41	0,39	-0,852	1,44	0,43
	Καλοκαίρια									
Υπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης	Ισόπεδη διασταύρωση-Όχι	0,507	5,81	1,66	0,528	6,06	1,70	0,478	5,45	1,61
	Ισόπεδη διασταύρωση-Ναι									
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Άλλος	-0,503	2,11	0,60	-0,532	2,10	0,59	-0,472	2,11	0,62
	Επιβατικό	0,81	7,86	2,25	0,853	8,38	2,35	0,747	7,13	2,11
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	0,642	6,64	1,90	0,606	6,55	1,83	0,676	6,64	1,97
	Λεωφορείο/Φορτηγό									
Κατηγορία χρήστη οδού	Πεζός	-0,669	1,79	0,51	-0,689	1,79	0,50	-0,639	1,78	0,53
	Επιβάτης	-0,558	2,00	0,57	-0,555	2,05	0,57	-0,568	1,91	0,57
	Οδηγός									
Φύλο	Άρρεν	0,44	5,43	1,55	0,446	5,58	1,56	0,425	5,17	1,53
	Θήλυ									
Ηλικία	0-17 έτη	-0,844	1,50	0,43	-0,837	1,55	0,43	-0,854	1,44	0,43
	18-24 έτη	-0,411	2,32	0,66	-0,397	2,40	0,67	-0,435	2,19	0,65
	25-44 έτη	-0,178	2,93	0,84	-0,186	2,97	0,83	-0,171	2,85	0,84
	45-64 έτη	-0,515	2,09	0,60	-0,587	1,99	0,56	-0,434	2,19	0,65
	65+ έτη									

Τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται παρακάτω:

- ❖ Από την εφαρμογή του μοντέλου για τη συνολική περίοδο που εξετάσθηκε, θεωρώντας την ύπαρξη οικονομικής κρίσης ως παράμετρο των ατυχημάτων, διαπιστώθηκε ότι **η ύπαρξη ύφεσης επιφέρει σημαντική μείωση του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών** στα οδικά ατυχήματα. Η θετική επίδραση της κρίσης στην οδική ασφάλεια πιθανώς εξηγείται από τη μεταβολή των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας (μείωση των μετακινήσεων) και της συμπεριφοράς των οδηγών (οικονομία για λιγότερα πρόστιμα και ζημιές).
- ❖ Όσον αφορά τον τύπο οχήματος, η μείωση των ατυχημάτων με νεκρούς και βαριά τραυματίες κατά τη διάρκεια της κρίσης αποτυπώνεται κυρίως με τη **σημαντική μείωση** των ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται **επιβατικά οχήματα**. Στον αντίποδα, τα οδικά ατυχήματα στα οποία συμμετείχαν

μηχανοκίνητα δίκυκλα παρουσίασαν μικρή αύξηση στην περίοδο ύπαρξης της ύφεσης σε σχέση με πριν. Ενδεχομένως, αυτό να οφείλεται στη προτίμηση των δίκυκλων οχημάτων έναντι των επιβατικών, λόγω του χαμηλότερου κόστους κυκλοφορίας αλλά και συντήρησης. Τέλος, αναφορικά με τους υπόλοιπους τύπους οχημάτων, δεν παρουσιάστηκε κάποια ιδιαίτερη μεταβολή πριν και μετά την έναρξη της οικονομικής κρίσης.

- ❖ Σημαντικά αισθητή φαίνεται επίσης να είναι και η θετική επίδραση της οικονομικής κρίσης στην οδική ασφάλεια των νέων χρηστών της οδού. Παρατηρήθηκε σημαντική **μείωση** τόσο των νεκρών και σοβαρά τραυματιών νέων με **ηλικίες 18-24 ετών**, όσο και των **ανήλικων** θυμάτων κατά τη διάρκεια της κρίσης, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στη μείωση των μετακινήσεων των νέων οδηγών που είναι ασθενέστεροι οικονομικά και οι πιο ευάλωτοι χρήστες της οδού. Επιπλέον, αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί η σχετικά μικρότερη μείωση των παθόντων ηλικιών 25-44, καθώς και η αύξηση της επιρροής των ηλικιωμένων στον αριθμό των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα χρόνια της κρίσης.
- ❖ Επιπλέον, από την ανάλυση διαπιστώθηκε ότι η οικονομική ύφεση συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την **αξιόλογη μείωση** των ατυχημάτων με νεκρούς και βαριά τραυματίες **εκτός ισόπεδων διασταυρώσεων**. Στην περίπτωση αυτή, η συσχέτιση με την οικονομική κρίση μπορεί να δικαιολογηθεί με τη μείωση των ταχυτήτων σε τμήματα της οδού μακριά από διασταυρώσεις, όπου μπορούν να αναπτύσσονται υψηλότερες ταχύτητες, για λόγους οικονομίας καυσίμου και αποφυγής προστίμων.
- ❖ Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης ο αριθμός **των ανδρών θυμάτων** στα οδικά ατυχήματα μειώθηκε σημαντικά περισσότερο από τον αντίστοιχο αριθμό των γυναικών θυμάτων. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανώς στη μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς των ανδρών οδηγών, ώστε να οδηγούν λιγότερο επιθετικά και λιγότερο γρήγορα
- ❖ Όπως προκύπτει από τα τελικά μοντέλα, **η εμπλοκή πεζών** στα οδικά ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες **δεν συνέβαλε ιδιαίτερα στη μείωση** του συνολικού αριθμού των θυμάτων κατά τη διάρκεια της κρίσης, μιας και η σχετική επιρροή τους στον αριθμό των θυμάτων παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη στις δύο εξεταζόμενες υποπεριόδους. Αντιθέτως, η εμπλοκή επιβατών οδήγησε στη μείωση του πλήθους των παθόντων. Το γεγονός αυτό πιθανώς να υποδηλώνει τη μείωση της σχετικής επιρροής της κατηγορίας των οδηγών στην εξαιτία της κρίσης. Μία λογική εξήγηση για τα παραπάνω ενδέχεται να αποτελεί και η μείωση των μετακινήσεων με επιβατικά οχήματα.
- ❖ Τα ατυχήματα με νεκρούς και βαριά τραυματίες **κατά τη διάρκεια της ημέρας προέκυψε ότι μειώθηκαν** την περίοδο της κρίσης. Επιπλέον, μικρή μείωση παρατηρήθηκε στα ατυχήματα που συνέβησαν κατά το σούρουπο. Δεδομένης της αναμενόμενης συνολικής μείωσης των οχηματοχιλιομέτρων τα έτη της ύφεσης, φαίνεται αναμενόμενο να μειώθηκαν τα ατυχήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν και σημειώνεται η πλειοψηφία των μετακινήσεων.

- ❖ **Μικρή αύξηση** των ατυχημάτων υπό **συνθήκες βροχής** παρατηρήθηκε την περίοδο 2009-2014. Μία εξήγηση για το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει η πλημελέστερη συντήρηση των οχημάτων για τη μείωση των εξόδων, αυξάνοντας τις πιθανότητες ατυχήματος σε δυσμενείς συνθήκες βροχής.
- ❖ Στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, **η επιρροή του τύπου περιοχής** του ατυχήματος στο πλήθος των νεκρών και βαριά τραυματιών **δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική** σε κανένα από τα τρία αναπτυσσόμενα μαθηματικά πρότυπα.
- ❖ Η διαδικασία που ακολουθήθηκε και η χρήση της **λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης** για τον εντοπισμό των παραγόντων που οδήγησαν στη μείωση των νεκρών και βαριά τραυματιών τα έτη της οικονομικής κρίσης αποτέλεσαν μία αποτελεσματική προσέγγιση του ζητήματος. Ο διαχωρισμός της συνολικής εξεταζόμενης περιόδου σε δύο εξαετίες, η μία ακριβώς πριν την έναρξη της κρίσης και η άλλη κατά τη διάρκεια της, και ακολούθως η σύγκριση των δύο αντίστοιχων μοντέλων οδήγησε σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, καθώς και στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων τα οποία εξηγούνται λογικά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1	ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	6
1.2	ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	10
1.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	11
1.4	ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	15
2.2	ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ.....	15
2.3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	20

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	23
3.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ.....	23
3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ-ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	25
3.4	ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ	
	3.4.1 Κανονική κατανομή.....	25
	3.4.2 Κατανομή Poisson.....	26
	3.4.3 Αρνητική διωνυμική κατανομή.....	26
3.5	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	
	3.5.1 Γραμμική παλινδρόμηση	27
	3.5.2 Λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση.....	28
	3.5.3 Εικονικές μεταβλητές ή ψευδομεταβλητές.....	29

3.6	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	29
3.7	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	31
3.8	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ IBM SPSS STATISTICS.....	34
4.	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
4.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	36
4.2	ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	36
	4.2.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....	36
	4.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ(Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.).....	38
4.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
	4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	40
	4.3.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
	4.3.2.1 Παρουσίαση και περιγραφή συγκεντρωτικών πινάκων.....	42
	4.3.2.2 Σύνοψη αποτελεσμάτων συγκεντρωτικών πινάκων.....	48
5.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
5.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	49
5.2	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
	5.2.1 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.....	49
	5.2.2 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	51
5.3	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	53
5.4	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	55
5.5	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	
	5.5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.....	56

5.5.2	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ SPSS.....	57
5.6	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	
5.6.1	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ.....	61
5.6.2	ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2003-2014.....	62
5.6.2.1	Αποτελέσματα μοντέλου.....	63
5.6.2.2	Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	65
5.6.3	ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΠΡΟ ΚΡΙΣΗΣ (2003-2008).....	68
5.6.3.1	Αποτελέσματα μοντέλου.....	68
5.6.3.2	Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	70
5.6.4	ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ (2009-2014).....	72
5.6.4.1	Αποτελέσματα μοντέλου.....	73
5.6.4.2	Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	75
5.7	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	
5.7.1	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.....	77
5.7.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΡΡΟΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.....	78
5.7.2.1	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2014.....	78
5.7.2.2	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ 2003-2008 ΚΑΙ 2009-2014.....	79
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	82
6.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	85
6.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	86

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	88
-------------------------------------	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

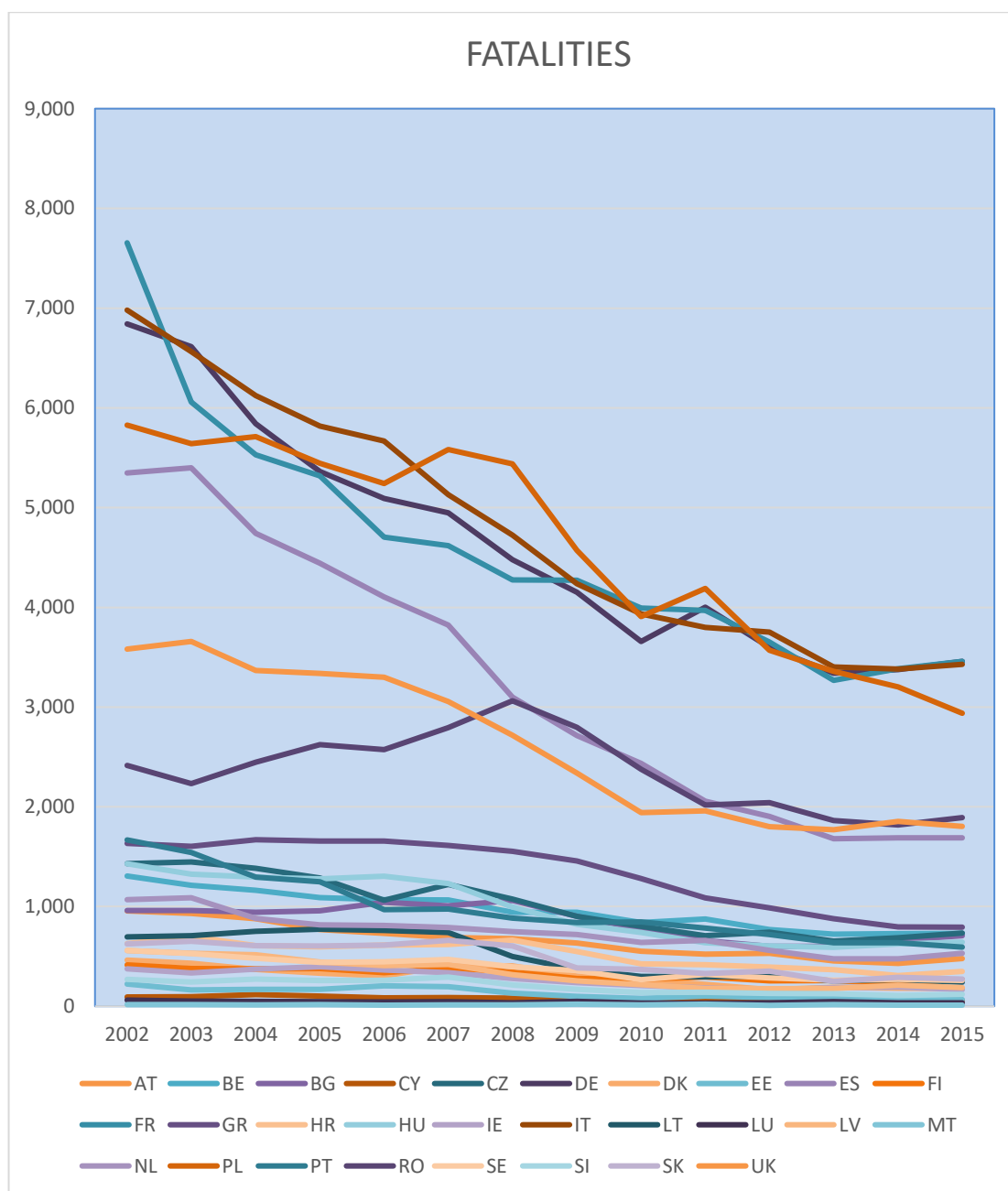
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Οι οδικές μεταφορές είναι απόλυτα συνυφασμένες με την αξία της ανθρώπινης ζωής, καθώς αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης κοινωνίας και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Ωστόσο, ο σύγχρονος τρόπος ζωής ο οποίος οδηγεί σε διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση μετακινήσεων, έχει ως αποτέλεσμα καθημερινές ανθρώπινες απώλειες και σοβαρούς τραυματισμούς σε οδικά ατυχήματα.

Το τεράστιο κοινωνικό, καθώς και οικονομικό κόστος των οδικών ατυχημάτων, καθιστά τον περιορισμό τους προτεραιότητα για κάθε χώρα. Εκτιμάται ότι μετά τις καρδιοπάθειες και τον καρκίνο τα οδικά ατυχήματα αποτελούν την τρίτη κυριότερη αιτία θανάτων, μιας και σε παγκόσμια κλίμακα, χάνουν σε αυτά τη ζωή τους περίπου 1,25 εκατομμύρια άνθρωποι κάθε χρόνο. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 90% των θανάτων από ατυχήματα συμβαίνουν σε χώρες χαμηλού ή μεσαίου εισοδήματος, τη στιγμή που στις χώρες αυτές αντιστοιχεί μόνο το 53% των καταγεγραμμένων οχημάτων παγκοσμίως (WHO, 2015).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2016, ο ετήσιος αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα ανέρχεται στους 25.500, ενώ ο αντίστοιχος των σοβαρά τραυματιών στους 135.000 (European Commission, April 2017). Στην Ελλάδα, το 2016 έχουν καταγραφεί 11.439 οδικά ατυχήματα στα οποία οι νεκροί υπολογίζονται στους 807 και οι βαριά τραυματίες στους 850 (ΕΛ.ΣΤΑΤ., Μάρτιος 2017).

Η κρισιμότητα των οδικών ατυχημάτων έχει καταστήσει απαραίτητες τις προσπάθειες για βελτίωση της οδικής ασφάλειας τόσο σε εθνικό, όσο και σε τοπικό επίπεδο. Οι συντονισμένες αυτές προσπάθειες των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχουν ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των οδικών ατυχημάτων τα τελευταία χρόνια, η οποία μάλιστα κυμαίνεται για την περίοδο 2002-2015 σε ποσοστό 51.7% (European Commission, April 2017).



Διάγραμμα 1.1 Εξέλιξη αριθμού νεκρών στα οδικά ατυχήματα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης την περίοδο 2002-2015

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 2007-2014. Με τον τρόπο αυτό, τα στοιχεία που έχουν προκύψει είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους (European Commission, April 2017). Εύκολα διαπιστώνεται ότι υπάρχει μια γενική τάση μείωσης των νεκρών στις χώρες αυτές.

ΧΩΡΕΣ	Αριθμός νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AT	83	82	76	66	62	63	54	51
BE	101	88	88	77	80	69	65	65
BG	133	141	121	105	89	82	83	91
CY	117	106	89	73	85	59	51	52
CZ	119	104	86	77	67	71	62	65
DE	60	54	51	45	50	45	41	42
DK	75	74	55	48	40	30	34	32
EE	146	99	75	59	76	66	61	59
ES	85	68	59	52	44	41	36	36
FI	72	65	52	50	54	47	48	42
FR	73	67	66	62	61	56	50	51
GR	146	140	131	115	98	89	80	73
HR	144	154	127	99	97	92	86	73
HU	122	99	82	74	64	61	60	63
IE	78	63	53	46	41	35	41	42
IT	88	81	72	66	64	63	57	56
LT	228	155	116	95	97	101	86	91
LU	95	72	97	64	64	65	84	64
LV	190	144	117	103	86	88	99	106
MT	35	37	51	36	51	22	40	24
NL	48	46	44	39	40	34	28	28
PL	146	143	120	103	110	94	88	84
PT	92	84	80	80	74	68	61	61
RO	132	148	137	117	100	102	93	91
SE	52	43	39	28	34	30	27	28
SI	146	106	84	67	69	63	61	52
SK	123	113	71	69	61	65	46	54
UK	50	44	38	31	31	28	28	29
EU	87	79	71	63	61	56	51	51

Πίνακας 1.1 Αριθμός νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 2007-2014

Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα από το 1996 εντοπίζεται μείωση των οδικών ατυχημάτων και κατ' επέκταση των νεκρών και των βαριά τραυματιών. Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ., Μάρτιος 2017), το 2015 παρατηρούνται περίπου 1000 λιγότεροι νεκροί σε οδικά ατυχήματα σε σχέση με το 2005. Πιο συγκεκριμένα, για την περίοδο 2009-2014, οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα έχουν μειωθεί κατά το εντυπωσιακό 46%, ενώ οι περιπτώσεις τραυματιών κατά 21% (ΕΛ.ΣΤΑΤ., Μάρτιος 2015). Ενδεικτικά, παρατηρώντας τα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ, επισημαίνεται ότι το 2016 σημειώθηκε αύξηση του αριθμού των νεκρών σε σχέση με το προηγούμενο έτος (+1,8%), πρώτη φορά από το 2004, θέτοντας ένα τέλος στη κατακόρυφη μείωση της τάξεως του 46% η οποία προαναφέρθηκε για την περίοδο της κρίσης (2009-2014).

Με την κατακόρυφη μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα με 72 νεκρούς ανά εκατομμύριο πληθυσμού, προσεγγίζει για πρώτη φορά περισσότερο το μέσο όρο των νεκρών για την Ευρωπαϊκή Ένωση που είναι 52, από ότι τον αριθμό των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού στις χαμηλότερες στην κατάταξη χώρες, στις οποίες υπολογίζεται στους 90-105 (ΕΛ.ΣΤΑΤ, European Commission, March 2015).

Έτος	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Οδικά ατυχήματα	16019	15499	15083	14789	15032	13849	12398	12109	11690	11440	11439
Νεκροί	1.657	1.612	1.553	1.456	1.258	1.141	988	879	795	793	807
Βαριά τραυματίες	2.021	1.821	1.872	1.676	1.709	1.626	1.399	1.212	1.016	999	850
Ελαφρά τραυματίες	18.654	17.945	17.138	16.965	17.399	15.633	14.241	13.963	13.548	13.097	12.945
Οχήματα(x1000)	6.996	7.380	7.729	7.911	8.062	8.087	8.070	8.035	8.048	8.076	8.173
Νεκροί/εκατ οχήματα	237	218	201	184	156	141	122	109	99	98	99

Πίνακας 1.2 Βασικοί δείκτες οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2016(ΕΛ.ΣΤΑΤ. και Τροχαία, Μάρτιος 2017)

Δύο φαίνεται να είναι οι βασικοί παράγοντες που έχουν οδηγήσει στην εντυπωσιακή αυτή μείωση. Αφενός μεν, η ολοένα και πιο συστηματική αντιμετώπιση του ζητήματος από τις Αρχές, η οποία αφορά την αυστηρότερη αστυνόμευση, τη βελτίωση των οδικών υποδομών καθώς και την ευαισθητοποίηση των πολιτών στο θέμα της οδικής ασφάλειας. Αφετέρου δε, η βαθιά οικονομική ύφεση η οποία πλήττει την Ελλάδα από το 2009, με αποτέλεσμα να έχουν μεταβληθεί τα δεδομένα στις οδικές μετακινήσεις μέσω μίας σειράς επιπτώσεων (μείωση μετακινήσεων, λιγότεροι άπειροι οδηγοί, μείωση ελεύθερου χρόνου οδήγησης, ορθότερη τήρηση των κανόνων κτλ).



Διάγραμμα 1.2

Αριθμός νεκρών σε οδικά ατυχήματα και σύνολο οχημάτων(x1000) για την Ελλάδα την περίοδο 2006-2016 (ΕΛ.ΣΤΑΤ. και τροχαία, Μάρτιος 2017).

Είναι γεγονός ότι σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης πλήθος αρμόδιων φορέων ασχολείται με ζητήματα οδικής ασφάλειας. Με τη χρήση στατιστικών μεθόδων διενεργούνται έρευνες, τόσο σε πανευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο με σκοπό την ανάλυση αλλά και τη συσχέτιση κυκλοφοριακών, κοινωνικών και οικονομικών στοιχείων με τα οδικά ατυχήματα. Μία ανάλογη προσπάθεια γίνεται και στην παρούσα διπλωματική εργασία, στην οποία διερευνάται η επιρροή της οικονομικής κρίσης στα οδικά ατυχήματα στη χώρα μας.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η **ανάλυση της επιρροής της οικονομικής κρίσης στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, προσδιορίστηκαν οι παράγοντες επιρροής και ποσοτικοποιήθηκε η επιρροή αυτή.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρατηρείται ότι από το 2007 η πτωτική τάση των θυμάτων σε οδικά ατυχήματα είναι περισσότερο έντονη έως και το 2014, όταν και φαίνεται ο αριθμός των νεκρών να αρχίζει να σταθεροποιείται. Όπως έχει ήδη τονισθεί, σημαντικό ρόλο στην πτώση αυτή φαίνεται να έχει διαδραματίσει η οικονομική κρίση, η οποία εδραιώθηκε από το 2008 και μετέπειτα στις χώρες της Ευρώπης. Η Ελλάδα, ως γνωστόν, δεν αποτελεί εξαίρεση στα όσα αναφέρονται παραπάνω, και επομένως η περαιτέρω ανάλυση του βαθμού και του τρόπου της επιρροής της οικονομικής κρίσης στα οδικά ατυχήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Με βάση λοιπόν στοιχεία για την εξέλιξη του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π.) στις Ευρωπαϊκές χώρες, επιλέχθηκε για την Ελλάδα ως περίοδος οικονομικής κρίσης η εξαετία 2009-2014. Την περίοδο αυτή παρατηρείται αρνητική ετήσια μεταβολή του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. Για την περίοδο 2003-2008 θεωρήθηκε ότι δεν υπήρχε οικονομική ύφεση, διότι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. είχε ανοδική τάση. Εξετάζεται λοιπόν η επιρροή της κρίσης, όπως ορίστηκε παραπάνω για την Ελλάδα, στη σοβαρότητα και τη συχνότητα των οδικών ατυχημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί η επιρροή της οικονομικής κρίσης στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Παράλληλα, επιδιώκεται η διερεύνηση των μηχανισμών εκείνων, οι οποίοι εξηγούν τη μεταβολή των οδικών ατυχημάτων λόγω της οικονομικής ύφεσης στη χώρα μας. Είναι απαραίτητο, λοιπόν, να διασαφηνιστεί μέσω ποιων από τα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων, που είτε αφορούν τους οδηγούς (φύλο, ηλικία), είτε το περιβάλλον του ατυχήματος (καιρικές συνθήκες, συνθήκες φωτισμού), αποτυπώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό η επιρροή της οικονομικής κρίσης στην εξέλιξη των νεκρών και των βαριά τραυματιών. Για το σκοπό αυτό, επιχειρείται η ανάπτυξη μαθηματικών προτύπων, τα οποία θα περιγράφουν επαρκώς την άμεση συσχέτιση της οικονομικής κρίσης με τα θανατηφόρα ατυχήματα και με τα χαρακτηριστικά τους.

Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τα αναπτυσσόμενα μοντέλα της παρούσας έρευνας, θα συμβάλλουν στην επαρκέστερη και πιο σφαιρική κατανόηση των οδικών ατυχημάτων και της σύνδεσής τους με οικονομικούς παράγοντες. Επιπροσθέτως, επιδιώκεται η συνεισφορά των εξαγομένων συμπερασμάτων στην προσπάθεια αντιμετώπισης των ατυχημάτων, μέσω της λήψης καταλλήλων μέτρων και της πραγματοποίησης επεμβάσεων. Θα επιτευχθεί με τον τρόπο αυτό, μια αποτελεσματικότερη προστασία των χρηστών της οδού και κατ' επέκταση μια περεταίρω μείωση των ανθρωπίνων απωλειών σε οδικά ατυχήματα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας και για την επίτευξη του τελικού της στόχου ακολουθήθηκε συγκεκριμένη διαδικασία τα στάδια της οποίας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Καταρχάς, προσδιορίστηκε το θέμα και ο επιδιωκόμενος στόχος της Διπλωματικής Εργασίας. Την οριστικοποίηση του θέματος ακολουθεί μια ευρεία βιβλιογραφική ανασκόπηση, τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο. Στη φάση αυτή, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση και μελέτη παρεμφερών ερευνών, επιστημονικών άρθρων καθώς επίσης και γενικών πληροφοριών σχετικά με το θέμα, οι οποίες θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμες στη συγκεκριμένη έρευνα. Μέσω των ερευνών αυτών καταβλήθηκε προσπάθεια να αποκτηθεί μια σχετική εμπειρία στην επεξεργασία και στην ανάλυση τέτοιων θεμάτων, ενώ παράλληλα συνέβαλλαν στην επιλογή της μεθόδου με βάση την οποία πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των στοιχείων.

Ύστερα από τη μελέτη των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, πραγματοποιήθηκε η συλλογή των στοιχείων τα οποία απαιτούνται για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τα στοιχεία τα οποία είναι σχετικά με το παρόν θέμα αφορούν τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα και συνεπώς χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. (Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων), με τα εξατομικευμένα στοιχεία των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα. Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων έχει αναπτυχθεί στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέγονται από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), μέσω των Δελτίων Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων(Δ.Ο.Τ.Α.).

Στο επόμενο στάδιο τα συλλεχθέντα στοιχεία ταξινομήθηκαν σε μία ενιαία βάση δεδομένων. Η ομαδοποίηση τους πραγματοποιήθηκε ύστερα από διάφορες δοκιμές με το τελικό εύρος τιμών να έχει προέλθει από τον αριθμό των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών για την περίοδο 2003-2014 στη χώρα μας. Παράλληλα, τα στοιχεία υπέστησαν κατάλληλη επεξεργασία για τη χρησιμοποίησή τους στο επόμενο στάδιο. Πιο συγκεκριμένα, όλα τα χαρακτηριστικά κωδικοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελούν μεταβλητές συμβατές με το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί.

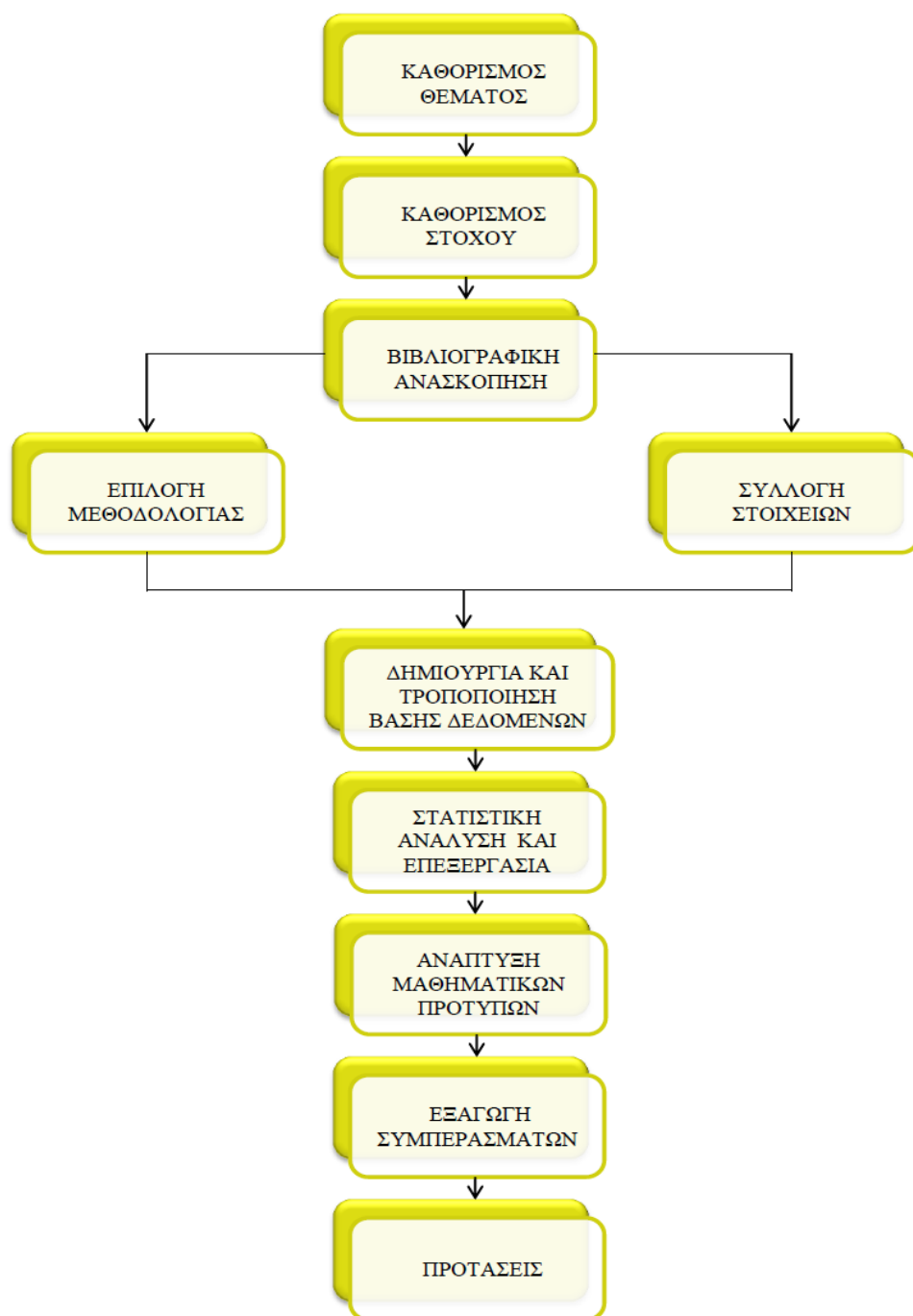
Εν συνεχεία, την επεξεργασία των στοιχείων ακολούθησε η στατιστική τους ανάλυση με τη βοήθεια ειδικού στατιστικού προγράμματος. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, το οποίο ωστόσο στην πορεία αποδείχθηκε ότι δεν παρουσιάζει ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τελικώς, επιλέχθηκε η επεξεργασία των στοιχείων με τη χρήση λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης. Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε ο φυσικός λογάριθμος του απόλυτου αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα της Ελλάδας ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές, τα χαρακτηριστικά των χρηστών και του περιβάλλοντος της οδού, καθώς και η ύπαρξη οικονομικής κρίσης τη χρονική στιγμή του ατυχήματος.

Προκειμένου όμως να ληφθεί υπόψη η συνδυασμένη επίδραση της οικονομικής κρίσης με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων στην εξέλιξη του αριθμού των παθόντων, αναπτύχθηκαν δύο επιπλέον πρότυπα, το πρώτο εκ των οποίων αφορά την περίοδο πριν την έναρξη της οικονομικής ύφεσης στην Ελλάδα, ενώ το δεύτερο την περίοδο ύπαρξης της οικονομικής κρίσης. Ως αποτέλεσμα, αρχικά προέκυψε μία ικανοποιητική περιγραφή της συσχέτισης μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή του αριθμού των νεκρών και των βαριά τραυματιών, με μια σειρά από ανεξάρτητες

μεταβλητές συμπεριλαμβανομένης και της μεταβλητής της οικονομικής κρίσης (όπως θα οριστεί παρακάτω). Επιπροσθέτως, αποτυπώθηκε ο βαθμός στον οποίο επηρεάζει τα οδικά ατυχήματα η κρίση σε συνδυασμό με τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους.

Την παραπάνω διαδικασία διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών προτύπων και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους. Περιγράφηκε, λοιπόν, η επιρροή της οικονομικής κρίσης στον αριθμό των ανθρώπων που είτε σκοτώθηκαν είτε τραυματίστηκαν σοβαρά σε τροχαία ατυχήματα, αλλά και οι περιπτώσεις στις οποίες η επιρροή αυτή φαίνεται να είναι εντονότερη. Με τον τρόπο αυτό, προέκυψαν πληροφορίες για το υπό εξέταση ζήτημα και διατυπώθηκαν αξιολογες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

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



Διάγραμμα 1.3 Σχηματική απεικόνιση σταδίων Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δομή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, μέσω της συνοπτικής αναφοράς στο περιεχόμενο των κεφαλαίων της.

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την εισαγωγή της Διπλωματικής Εργασίας, παρουσιάζοντας στον αναγνώστη το **γενικότερο πλαίσιο της οδικής ασφάλειας**. Ξεκινάει με το γενικότερο πρόβλημα των ατυχημάτων και την εξέλιξη τους σε διεθνές και πανευρωπαϊκό επίπεδο, ενώ στη συνέχεια περιγράφεται η κατάσταση στην Ελλάδα. Επιπροσθέτως, γίνεται ειδική αναφορά στην έντονη μείωση των θανατηφόρων αλλά και γενικότερα των τροχαίων τα τελευταία έτη, ως αποτέλεσμα και της οικονομικής κρίσης που έχει εδραιωθεί στη χώρα μας. Με γνώμονα τα προαναφερθέντα, παρουσιάζονται οι **στόχοι** της συγκεκριμένης έρευνας και τα ερωτήματα τα οποία θέτονται προς διερεύνηση. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρούσα σύνοψη της δομής της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, όπως αυτά προέκυψαν από την αναζήτηση και την καταγραφή ερευνών με παρεμφερές αντικείμενο. Παρατίθενται εργασίες και έρευνες από την Ελλάδα και το εξωτερικό, οι οποίες έχουν δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά, συνέδρια, άρθρα και συγγράμματα και είναι σχετικές με την επιρροή διαφόρων οικονομικών δεικτών στην οδική ασφάλεια. Το κεφάλαιο κλείνει με τη σύνοψη και την κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνών, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο κάποιες από αυτές ενδέχεται να συμβάλλουν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο** της επιλεχθείσας μεθοδολογίας καθώς και η οικογένεια στην οποία ανήκει. Αρχικά, περιγράφονται βασικές μαθηματικές και στατιστικές έννοιες, ενώ αναλύονται τα βασικά στοιχεία και οι προϋποθέσεις εφαρμογής της γραμμικής και λογαριθμο-γραμμικής παλινδρόμησης. Τέλος, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου και αναφέρονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλεται.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** αποτελείται από την περιγραφή της **διαδικασίας της συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων** στα οποία στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Την επιλογή των μεταβλητών, οι οποίες ενδέχεται να έχουν ουσιαστική επιρροή στην οδική ασφάλεια, έπεται η εκτενής αναφορά στη διαδικασία άντλησης των δεδομένων από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α (Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων), με σκοπό τη διαμόρφωση της τελικής βάσης δεδομένων για τις ανάγκες της έρευνας. Στη συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος κωδικοποίησης των στοιχείων, καθώς και η επεξεργασία που υπέστησαν για την εισαγωγή τους στο χρησιμοποιούμενο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** περιγράφεται η **διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής των τελικών μαθηματικών μοντέλων**. Αρχικά, παρατίθενται τα δεδομένα εισόδου και εξόδου ενώ τονίζεται η σημασία των στατιστικών ελέγχων αξιοπιστίας. Γίνεται αναφορά στις διάφορες δοκιμές που διενεργήθηκαν, ακόμη και σε εκείνες που δεν οδήγησαν σε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Παράλληλα, παρουσιάζονται και αναλύονται τα εξαχθέντα αποτελέσματα, τα οποία συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις και τη σύντομη περιγραφή τους.

Στο **έκτο κεφάλαιο**, έπειτα από τη σύνοψη των αποτελεσμάτων, παρατίθενται **τα συμπεράσματα** που προέκυψαν από την ερμηνεία των εξαγόμενων μοντέλων. Δίνεται έμφαση στη χρησιμότητα των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας, ενώ παρουσιάζονται **προτάσεις** για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό σχετίζεται με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της Διπλωματικής Εργασίας. Περιλαμβάνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από έρευνες συναφείς τόσο με το αντικείμενο της παρούσας έρευνας, όσο και με τη μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιήθηκε. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αφορούν τη συσχέτιση των οδικών ατυχημάτων με την οικονομική κρίση. Τα στοιχεία που εξετάζονται αφορούν την Ελλάδα, αλλά και το εξωτερικό. Για κάθε εργασία, γίνεται συνοπτική αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στα συμπεράσματα που προέκυψαν. Τέλος, επισημαίνεται ότι με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προσδιορίστηκε το ακριβές αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας, ενώ συνέβαλλε και στην επιλογή της μεθοδολογίας η οποία εφαρμόστηκε.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τον βασικά σημεία ερευνών οι οποίες σχετίζονται με την επιρροή της μεταβολής οικονομικών δεικτών στα οδικά ατυχήματα, καθώς και ερευνών που διερευνούν τους μηχανισμούς μέσω των οποίων αποτυπώνεται η προαναφερθείσα επιρροή. Στόχος της παρουσίασης συναφών ερευνών με την παρούσα έρευνα που εκπονείται, είναι ο προσδιορισμός του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας, το οποίο δεν έχει καλυφθεί πλήρως (τουλάχιστον στην Ελλάδα), συμπληρώνοντας έτσι τις υπάρχουσες εργασίες. Επιπροσθέτως, συμβάλλει στο να ελεγχθεί εάν τα αποτελέσματα της εργασίας συμφωνούν με εκείνα της διεθνούς βιβλιογραφίας, διευκολύνοντας έτσι την ερμηνεία τους.

Μία από τις παλαιότερες έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο, παρατηρείται το 1974, όταν ο Dennis P. Tihansky διερεύνησε την επίδραση της ενεργειακής κρίσης του 1973 στα οδικά ατυχήματα των Η.Π.Α. Με βάση την έρευνα αυτή, προέκυψε ότι ο συνολικός αριθμός των ατυχημάτων κατά την περίοδο αυτή μειώθηκε κατά 123.000-410.640 και ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα μειώθηκε κατά 1.980-5.190. Οι τραυματισμοί, τέλος, μειώθηκαν κατά 17.880-52.550 και τα ατυχήματα με υλικές ζημιές κατά 103.440-352.990. Συμπερασματικά, **η ενεργειακή κρίση** παρείχε μία απροσδόκητη ώθηση στις τάσεις της οδικής ασφάλειας, **μειώνοντας** τόσο το **ποσοστό των ατυχημάτων** όσο και τον **αριθμό των νεκρών** στα οδικά ατυχήματα σε σχέση με τις προβλεπόμενες εκτιμήσεις.

Στο πανεπιστήμιο του Michigan, ο Alexander C. Wagenaar διερεύνησε το 1983 τις επιπτώσεις των μακροοικονομικών συνθηκών στη συχνότητα οδικών ατυχημάτων. Επέλεξε να χρησιμοποιήσει ως δείκτη των οικονομικών συνθηκών το ποσοστό ανεργίας. Επιπλέον, διερευνήθηκε και η ενδεχόμενη επιρροή των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το **ολοκληρωμένο υπόδειγμα αυτοσυσχέτισης-κυλιόμενων μέσων όρων (ARIMA)** και η διαδικασία μοντελοποίησης της δυναμικής παλινδρόμησης **χρονοσειρών** (dynamic regression time series modeling procedures). Για την κατασκευή των δυναμικών μοντέλων των χρονοσειρών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Box & Jenkins.

Οι μεταβλητές έχουν μετρηθεί σε μηνιαία βάση από τον Ιανουάριο του 1972 μέχρι και το Δεκέμβριο του 1982. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των οδηγών που εμπλέκονταν σε οδικά ατυχήματα στο Michigan και στα οποία υπήρχε τουλάχιστον ένας τραυματισμός. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό του εργατικού δυναμικού του Michigan που είναι άνεργο, δηλαδή το ποσοστό αυτών που δεν εργάζονται και αναζητούν ενεργά εργασία. Τέλος, η μεταβλητή των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων εντάχθηκε στη μελέτη για να αξιολογηθεί η ενδεχόμενη παρεμβαίνουσα επίδρασή της, μεταξύ της ανεργίας και της συμμετοχής σε ατύχημα. Υπολογίστηκε σε μηνιαία βάση, βασιζόμενη τόσο στη μέτρηση της κυκλοφορίας όσο και στα δεδομένα των πωλήσεων καυσίμων.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν ότι η **αύξηση 1% του ποσοστού της ανεργίας συνδέεται με μια μείωση 316 οδηγών που εμπλέκονται σε οδικά ατυχήματα** με τουλάχιστον έναν τραυματισμό τον ίδιο μήνα της μεταβολής της ανεργίας και με αύξηση κατά 237 οδηγούς που εμπλέκονται σε τέτοιου είδους ατυχήματα τον επόμενο μήνα.

Επίσης, προέκυψε ότι μία αύξηση κατά 1 δις του αριθμού των διανυόμενων χιλιομέτρων σχετίζεται με μία αύξηση κατά 949 οδηγούς που εμπλέκονται σε ατύχημα τον επόμενο μήνα και κατά 869 οδηγούς επιπλέον τον δεύτερο μήνα μετά την μεταβολή της διανυθείσας απόστασης. Αντίθετα, δεν υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ της ανεργίας και των διανυόμενων χιλιομέτρων.

Δεδομένου ότι η ανεργία και τα οχηματοχιλιόμετρα είναι ανεξάρτητες μεταβλητές μεταξύ τους, συμπεριλήφθηκαν σε ένα συνδυασμένο μοντέλο για να αξιολογηθεί η επίδρασή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή, την εμπλοκή σε ατύχημα. Προέκυψε ότι η καθαρή εκτιμώμενη επίδραση της αύξησης κατά 1% της ανεργίας, μεταφράζεται ως μηνιαία μείωση της εμπλοκής σε ατύχημα με έναν τουλάχιστον τραυματισμό, κατά 52 οδηγούς. Τα εκτιμώμενα οχηματοχιλιόμετρα έχουν ανεξάρτητη επίδραση στην εμπλοκή σε ατύχημα, τέτοια ώστε αύξηση κατά 1 δις χιλιόμετρα κάθε μήνα, έχει ως αποτέλεσμα να εμπλέκονται σε ατύχημα 2007 περισσότεροι οδηγοί τους επόμενους δύο μήνες.

Τέλος, η χρονική υστέρηση που προέκυψε από τη συσχέτιση του ποσοστού ανεργίας και του αριθμού των εμπλεκόμενων σε ατύχημα οδηγών εξηγήθηκε με δύο τρόπους. Πρώτον, το αυξημένο άγχος που προκαλείται λόγω της απώλειας της εργασίας μπορεί να είναι εντονότερο τον επόμενο μήνα τόσο σε αυτούς που έχουν βρει νέα εργασία όσο και σ' αυτούς που παραμένουν άνεργοι. Το αυξημένο στρες συνδέεται με πιο επιθετική οδήγηση και άρα με αύξηση της πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα. Δεύτερον, η μεταβολή του ποσοστού ανεργίας μπορεί να επηρεάσει ψυχολογικά το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού τον επόμενο μήνα, όταν η μεταβολή αυτή θα διαδοθεί μέσω των ΜΜΕ.

Μία άλλη έρευνα στην οποία αντικατοπτρίζεται η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στα οδικά ατυχήματα, διεξήχθη από τους Γιαννής et. al. (2012), με την οποία εξετάζεται η επιρροή της μεταβολής του Α.Ε.Π στα οδικά ατυχήματα.

Για την περάτωση της έρευνας, τα ευρωπαϊκά κράτη ομαδοποιήθηκαν με βάση γεωγραφική τους τοποθεσία, το επίπεδο ευημερίας τους και η εξέλιξη της οδικής ασφάλειας και δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες κρατών καθεμία από τις οποίες περιλαμβάνει τα βορειοδυτικά κράτη, τα νότια κράτη και τα ανατολικά κράτη.

Στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, ως εξαρτημένη μεταβλητή λήφθηκε η ετήσια ποσοστιαία μεταβολή του αριθμού των νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού και ως

ανεξάρτητη η ετήσια ποσοστιαία μεταβολή του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε ο φυσικός λογάριθμος τόσο για την εξαρτημένη μεταβλητή όσο και για την ανεξάρτητη. Παράλληλα επιλέχθηκε η μεταβολή του Α.Ε.Π. να διαχωριστεί σε δύο ξεχωριστές μεταβλητές, την αύξηση του Α.Ε.Π. και τη μείωση του Α.Ε.Π., με τις απόλυτες τιμές τους, καθώς από προηγούμενες δοκιμές ανάπτυξης μοντέλου μία ενιαία γραμμική επίδραση της μεταβολής του Α.Ε.Π. δεν μπορούσε να περιγράψει επαρκώς τις σχετικές μεταβολές στον αριθμό των νεκρών.

Η μοντελοποίηση πραγματοποιήθηκε με βάση το γραμμικό μικτό μοντέλο το οποίο επεκτείνει το γενικό γραμμικό μοντέλο, έτσι ώστε να επιτρέπεται οι όροι σφάλματος και οι τυχαίες επιδράσεις να εμφανίζουν συσχέτιση και μη σταθερή μεταβλητότητα. Αναπτύχθηκαν δύο τύποι μοντέλων, ένα για το σύνολο των κρατών και μία σειρά από διαφορετικά μοντέλα για κάθε ομάδα κρατών.

Από την εφαρμογή των μοντέλων συμπεραίνεται ότι σε όλες τις ομάδες κρατών, η **ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π. οδηγεί σε ετήσια αύξηση του αριθμού των νεκρών** σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ μόνο στις ομάδες των νότιων και ανατολικών κρατών η ετήσια **μείωση του Α.Ε.Π.** οδηγεί σε ετήσια **μείωση του αριθμού των νεκρών**. Επίσης, η ύπαρξη χρονικής υστέρησης ενός έτους στην επιρροή της ετήσιας μεταβολής του Α.Ε.Π. στην ετήσια μεταβολή του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού, προέκυψε στατιστικά σημαντική μόνο για την ομάδα των βορειοδυτικών κρατών. Τέλος, από τον υπολογισμό της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών προέκυψε ότι η επιρροή της μείωσης του Α.Ε.Π. είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της αύξησης του Α.Ε.Π. για τα βορειοδυτικά κράτη, αρκετά μεγαλύτερη για τα ανατολικά ενώ στην ομάδα των νότιων κρατών είναι περίπου ίδια.

Η επιρροή της διεθνούς οικονομικής κρίσης που ξέσπασε το 2008 στα οδικά ατυχήματα διερευνήθηκε από τον Bergel-Hayat et. al. το 2013. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε αναφέρεται σε πέντε ευρωπαϊκές χώρες που επηρεάστηκαν από την οικονομική ύφεση, την Ελλάδα, τη Γαλλία, την Ισπανία, την Πορτογαλία και την Ιταλία. Πραγματοποιήθηκαν δύο προσεγγίσεις στην έρευνα αυτή, η μία βασίστηκε σε μακροπρόθεσμα στοιχεία(ετήσια), ενώ η άλλη σε βραχυπρόθεσμα(μηνιαία).

Αναφορικά με τη μακροπρόθεσμη ανάλυση, η καμπύλη Kuznets της σχέσης των θανάτων σε οδικά ατυχήματα με το Α.Ε.Π. ανά κάτοικο υπολογίστηκε με βάση το ακόλουθο μοντέλο:

$$F_t = a. (GDP/h)^2 + b. (GDP/h) + c + \varepsilon_t$$

Όπου: F_t ο ετήσιος αριθμός νεκρών σε εθνικό επίπεδο

a, b, c τρεις πραγματικοί αριθμοί

GDP/h το Α.Ε.Π. ανά κάτοικο

και ε_t το τυπικό σφάλμα

Παρατηρήθηκε ότι από τη στιγμή που οι νεκροί στα οδικά ατυχήματα εμφανίζουν πτωτική τάση, θα συνεχίσουν να ελαττώνονται ανεξαρτήτως της μεταβολής του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. Αυτό μεταφράζεται ως συνέχιση της μείωσης των νεκρών ετησίως ακόμη κι όταν το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. αυξάνεται. Όμως, στην περίπτωση της πρόσφατης οικονομικής κρίσης, **ο αριθμός των νεκρών μειώθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό** συγκριτικά με τα υπόλοιπα χρόνια. Σημειώνεται ότι η μελέτη αυτή δεν

ασχολήθηκε με τις διακυμάνσεις του επιχειρηματικού κύκλου και τα αποτελέσματα της δεν αξίζουν περαιτέρω ανάλυση.

Σχετικά με τη βραχυπρόθεσμη προσέγγιση, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση με τη μέθοδο των χρονοσειρών. Πιο συγκεκριμένα στο στατιστικό μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν μηνιαία στοιχεία της ανεργίας, ως παράγοντα οικονομικής ύφεσης και μια σειρά άλλων ανεξάρτητων μεταβλητών για τη εκτίμηση της τάσης των θανατηφόρων ατυχημάτων.

Στα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης **παρουσιάστηκε η αρνητική συσχέτιση των ποσοστών ανεργίας με το πλήθος των νεκρών** για τη Γαλλία, την Ισπανία και την Ελλάδα, γεγονός που σημαίνει ότι όταν τα ποσοστά ανεργίας αυξάνεται, ο αριθμός των νεκρών μειώνεται. Ωστόσο τα παραπάνω αποτελέσματα προέκυψαν στατιστικά σημαντικά μόνο για τη Γαλλία και την Ισπανία.

Στην περίπτωση της Γαλλίας, για την περίοδο 1983-2012 υπολογίστηκε ότι 0,1% μηνιαία αύξηση στην ανεργία συνδυάστηκε με 0,31% μηνιαία μείωση των θανάτων. Σε μοντέλο που αναπτύχθηκε για την περίοδο μετά την έναρξη της οικονομικής κρίσης η αντίστοιχη μηνιαία μείωση των νεκρών υπολογίστηκε σε 0,4%. Όσον αφορά την Ισπανία, για την εξεταζόμενη περίοδο 1986-2012, η αντίστοιχη μείωση των νεκρών για αύξηση 0,1% της ανεργίας ανέρχεται στο 0,27%. Στην περίπτωση της Ελλάδας, όπως προαναφέρθηκε για την περίοδο 1998-2012 δε βρέθηκε σημαντική συσχέτιση της ανεργίας με τον αριθμό των νεκρών, ενώ για την περίοδο 1998-2007 οι συντελεστές που προέκυψαν ήταν κάτω από τα επιτρεπτά όρια.

Πέραν της διερεύνησης της συσχέτισης της οικονομικής κρίσης με τη μείωση των οδικών ατυχημάτων, ορισμένοι ερευνητές προχώρησαν στην εξέταση των μηχανισμών μέσω των οποίων λαμβάνει χώρα η μείωση αυτή σε διάφορες χώρες.

Σουηδία

Το 2015 ο Forsman συνέκρινε τη μεταβολή των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στη Σουηδία πριν την οικονομική κρίση και κατά τη διάρκεια αυτής. Εντοπίστηκε ότι κατά την περίοδο της κρίσης υπήρξε περαιτέρω μείωση των νεκρών κατά το σούρουπτο(18-23 ώρα) σε σχέση με το υπόλοιπο της ημέρας. Επιπλέον, τα ατυχήματα στα οποία εμπλεκόταν τουλάχιστον ένας οδηγός θετικός σε **κατανάλωση αλκοόλ μειώθηκαν** κατά 47% σε σχέση με τα ατυχήματα στα οποία δεν εμπλεκόταν αντίστοιχοι οδηγοί, τα οποία μειώθηκαν κατά 32%, γεγονός που υποδηλώνει λιγότερη κατανάλωση αλκοόλ παράλληλα με την οδήγηση. Τέλος, τα θανατηφόρα ατυχήματα **με μη κατόχους διπλώματος** οδηγούς **αυξήθηκαν** κατά 35%, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα τα οποία μειώθηκαν κατά 43%. Αυτό ίσως αποτελεί ένδειξη ότι αυξήθηκε ο αριθμός των οδηγών οι οποίοι δεν είχαν τη δυνατότητα λόγω οικονομικών λόγων να εκδώσουν δίπλωμα οδήγησης, αλλά επέλεξαν να οδήγησαν παράνομα.

Μεγάλη Βρετανία

Όσον αφορά τη Μεγάλη Βρετανία (Noble et al. 2015), εντοπίστηκε ότι δεν υπάρχει αλληλουχία στη μείωση των οχηματοχιλιομέτρων(3,5%), με τη μείωση των θανατηφόρων περιπτώσεων(37,2%) κατά τη διάρκεια της κρίσης(2007-2010). Το γεγονός αυτό μαρτυρά την ύπαρξη άλλων παραγόντων οι οποίοι συνέβαλαν στη μείωση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα οχηματοχιλιόμετρα των **βαρέων οχημάτων μειώθηκαν** κατά 8%, αλλά ο αριθμός των νεκρών σε ατυχήματα που εμπλέκονται βαρέα οχήματα μειώθηκε κατά 39%. Επιπρόσθετα, σημειώνεται μεγαλύτερη μείωση των νεκρών **ηλικιών 17-24**, σε σύγκριση με νεκρούς άλλων ηλικιών. Μείωση παρατηρείται και στα θανατηφόρα ατυχήματα στα οποία συμμετέχουν οδηγοί υπό την **επήρεια αλκοόλ**, ενώ μειώθηκαν και οι **αναπτυσσόμενες ταχύτητες** από τους οδηγούς. Τέλος, πιστεύεται ότι και οι ασυνήθιστα έντονοι χειμώνες των ετών 2009 και 2010 συντέλεσαν στη μείωση του αριθμού των νεκρών τα έτη της οικονομικής κρίσης στη Μεγάλη Βρετανία.

Μία παρόμοια έρευνα αναφορικά με την επιρροή της οικονομικής κρίσης στα θανατηφόρα ατυχήματα, διενεργήθηκε και από τη Louise Lloyd το 2015. Σύμφωνα με τα εξαγόμενα αποτελέσματα η οικονομική ύφεση η οποία έπληξε τη Μεγάλη Βρετανία το 2007 και διήρκησε μέχρι το 2010 συνέβαλε στην άμεση μείωση των μετακινήσεων. Η μείωση του όγκου των μετακινήσεων δεν αποτελεί όμως τον καθολικό παράγοντα που συνέισφερε στην μείωση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Επισημαίνεται, όπως και στην έρευνα του Noble, ότι σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των ατυχημάτων διαδραμάτισε η **μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς** των ανθρώπων ως απόρροια της οικονομικής κρίσης. Παραδείγματος χάριν η μείωση της κατανάλωσης αλκοόλ και της οδήγησης σε **υψηλές ταχύτητες** παρέχουν περισσότερη ασφάλεια στους οδηγούς και μειώνουν την πιθανότητα εμπλοκών υψηλής επικινδυνότητας.

Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Πιο πρόσφατες έρευνες στις Η.Π.Α.(He, 2016)), έδειξαν ότι η μείωση των οχηματοχιλιομέτρων στις πολιτείες των Η.Π.Α. πλην της Κολούμπια (τα δεδομένα της οποίας δε συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη), δε συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην τεράστια μείωση των θανάτων σε οδικά ατυχήματα την περίοδο 2007-2010. Αντιθέτως, βρέθηκε ότι η οικονομική κρίση συνδέθηκε με μεγάλη μείωση των νεκρών σε ατυχήματα με **βαρέα οχήματα** και με μείωση των ατυχημάτων που οφείλονται στην **υπέρβαση των ορίων ταχύτητας**, καθώς και στη μείωση των ατυχημάτων στα οποία συμμετείχαν οδηγοί υπό την **επήρεια αλκοόλ**. Τα παραπάνω αποτελέσματα εμφανίζουν σημαντικές ομοιότητες με τα αποτελέσματα για τη Μεγάλη Βρετανία.

Οι Maheshri και Winston (2016) χρησιμοποιώντας στην έρευνα τους δεδομένα από την πολιτεία του Οχάιο, εντόπισαν ότι κατά τη διάρκεια της περιόδου 2009-2013 ο αριθμός των οχηματοχιλιομέτρων δεν παρουσίασε κάποια ιδιαίτερη μεταβολή. Παράλληλα, ανακάλυψαν ότι την εξεταζόμενη περίοδο της οικονομικής ύφεσης οι οδηγοί που ορίζονται ως περισσότερο επικίνδυνοι ελάττωσαν της μετακινήσεις του σε σχέση με τους λιγότερο επικίνδυνους οδηγούς, γεγονός που συντέλεσε στη μείωση των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων.

Οι Noland και Zhou (2017) σε δύο διαφορετικά μοντέλα που ανέπτυξαν χρησιμοποιώντας δεδομένα από πενήντα πολιτείες των Η.Π.Α., συμπέραναν ότι η μείωση του μέσου εισοδήματος συνάδει με τη μείωση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Στο ένα εκ των δύο μοντέλων εκτιμήθηκε ότι μείωση του εισοδήματος κατά 3.19% σχετίζεται με μείωση του αριθμού των νεκρών κατά 454, ενώ στο άλλο μοντέλο εκτιμήθηκε ότι μείωση του μέσου εισοδήματος κατά 5.20% σχετίζεται με μείωση του αριθμού των νεκρών κατά 508.

Ο σημαντικότερος παράγοντας σύμφωνα με την έρευνα αυτή είναι η μείωση των οχηματοχιλιομέτρων στις αγροτικές περιοχές. Σημειώνεται ότι υπάρχει αντίθεση

ανάμεσα στα αποτελέσματα της έρευνας των Noland και Zhou και στα αποτελέσματα των δύο προαναφερθέντων ερευνών για τις Η.Π.Α.. Το γεγονός αυτό εξηγείται εν μέρει λόγω της χρήσης διαφορετικών μεταβλητών στις παραπάνω έρευνες, ενώ επίσης ο μικρότερος βαθμός της καθαρής μείωσης των θανατηφόρων οχημάτων εν συγκρίσει με τη μείωση που επιτεύχθηκε στις αγροτικές περιοχές μπορεί να οφείλεται σε άλλους παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού.

Ελλάδα

Όσον αφορά στην Ελλάδα, μία έρευνα που πραγματοποιείται τους παράγοντες που οδήγησαν στη μείωση των θανάτων σε οδικά ατυχήματα κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών είναι εκείνη των Konstantinos Mrogas et al (2016). Στην έρευνα αυτή αναλύονται τα δεδομένα των οδικών ατυχημάτων με νεκρούς στον ελλαδικό χώρο, με βάση **τον έλεγχο του χ^2** ώστε να βρεθούν οι όποιες σημαντικές διαφορές, εάν βέβαια υφίστανται. Επιχειρήθηκε μέσω του καθορισμού δύο περιόδων, η μία πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης (2005-2009) και η άλλη κατά τη διάρκεια της (2010-2014), η σύγκριση των μεταβολών στους αριθμούς των νεκρών σε οδικά ατυχήματα για διάφορες κατηγορίες των παθόντων.

Αρχικά, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση της τάξης του 10% στις μη κατοικημένες περιοχές σε σχέση με τις κατοικημένες. Επιπλέον, επισημαίνεται ότι **η μείωση των θανάτων των οδηγών** επηρέασε σε μεγάλο βαθμό τη συνολική μείωση των νεκρών σε οδικά ατυχήματα, διότι αποτελούν το 60% των συνολικών θυμάτων. Η κατηγορία των πεζών φαίνεται ότι επηρεάστηκε λιγότερο από την οικονομική κρίση καθώς η μείωση στις κατοικημένες περιοχές είναι μικρότερη από τη συνολική μείωση των νεκρών κατά 5%.

Σύμφωνα με τη μελέτη δεν παρατηρείται κάποια σημαντική μεταβολή των νεκρών ως προς την χρονική στιγμή της ημέρας, ωστόσο είναι αξιοσημείωτες οι μεταβολές ως προς τις ηλικιακές ομάδες των θυμάτων. **Οι νέοι ηλικιών 15-24 και 25-34 ετών** παρουσιάζουν μείωση κατά τη διάρκεια της κρίσης μεγαλύτερη του 10%, ενώ οι νεκροί ηλικιών 45-54 και 55-64 ετών παρουσιάζουν μείωση μικρότερη της μισής των συνολικών νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Όσον αφορά τους νεκρούς νέους οδηγούς, παρατηρείται σημαντική μείωση του αριθμού τους τόσο στις κατοικημένες όσο και στις μη κατοικημένες περιοχές (44% και 54% αντίστοιχα). Τέλος, αν και ο αριθμός των νεκρών **δικυκλιστών** θεωρείται χαμηλός, **δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερη μείωση** κατά τη διάρκεια της κρίσης.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Με την ανάλυση και την παράθεση των αποτελεσμάτων συναφών ερευνών, σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, καταβλήθηκε μία πρώτη προσπάθεια διερεύνησης της επιρροής της οικονομικής κρίσης στα οδικά ατυχήματα και των μηχανισμών μέσω των οποίων αποτυπώνεται αυτή.

Από τις συναφείς έρευνες που αναζητήθηκαν προκύπτουν συγκεντρωτικά τα εξής χρήσιμα συμπεράσματα:

❖ Επιρροή της οικονομικής κρίσης

- Η ενεργειακή κρίση του 1974 και η επακόλουθη επιβολή χαμηλότερου ορίου ταχύτητας επηρέασαν θετικά την οδική ασφάλεια στις Η.Π.Α., μειώνοντας όχι μόνο τον αριθμό των ατυχημάτων, αλλά και τον αριθμό των νεκρών σε αυτά.
- Κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης του 1982, αποδείχθηκε ότι η αύξηση των ποσοστών ανεργίας σχετίζεται με τη μείωση των οδικών ατυχημάτων, ενώ παρατηρήθηκε χρονική υστέρηση ενός μήνα στη συσχέτιση αυτή.
- Σε έρευνα όπου διαχωρίστηκαν οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε βόρειες, ανατολικές και νότιες και χρησιμοποιήθηκε ως οικονομικός δείκτης η μεταβολή του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., διαπιστώθηκε ότι η ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π. συνεπάγεται ετήσια αύξηση του αριθμού των νεκρών και στις τρεις ομάδες κρατών, ενώ η ετήσια μείωση του Α.Ε.Π. συνεπάγεται ετήσια μείωση του αριθμού των νεκρών στα ανατολικά και νότια κράτη.
- Σε άλλη έρευνα όπου πραγματοποιήθηκε μακροπρόθεσμη προσέγγιση χρησιμοποιώντας το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. ως οικονομικό δείκτη, προέκυψε ότι η πτωτική τάση του αριθμού των νεκρών θα συνεχίσει να υφίσταται από τη στιγμή που ξεκίνησε και έπειτα, αλλά ήταν περισσότερο κατά τη διάρκεια της πρόσφατης οικονομικής κρίσης.
- Βάσει βραχυπρόθεσμης προσέγγισης όπου λήφθηκε ως οικονομικός δείκτης το μηνιαίο ποσοστό ανεργίας, διαπιστώθηκε η αρνητική συσχέτιση της αύξησης της ανεργίας με τους νεκρούς στη Γαλλία και την Ισπανία, ενώ για την Ελλάδα τα αποτελέσματα δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικά.

❖ Παράγοντές μέσω των οποίων αποτυπώνεται η επιρροή της οικονομικής κρίσης

- Στις περισσότερες έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι η μείωση των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της κρίσης δεν συνδέεται μόνο με τη μείωση των οχηματοχιλιομέτρων
- Μείωση ατυχημάτων λόγω χαμηλότερης κατανάλωσης αλκοόλ
- Μείωση ατυχημάτων λόγω της μείωσης των υπερβάσεων των ορίων ταχύτητας
- Αύξηση ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται μη κάτοχοι διπλώματος
- Μείωση των νεκρών ανδρών ηλικιών 17-24 ετών
- Μείωση των ατυχημάτων των βαρέων οχημάτων
- Μείωση μετακινήσεων οδηγών που λογίζονται ως επικίνδυνοι
- Μείωση μετακινήσεων στις αγροτικές περιοχές
- Μείωση των νεκρών οδηγών

Ως συνέπεια των παραπάνω, προέκυψε η ανάγκη διερεύνησης της επιρροής της πρόσφατης οικονομικής κρίσης που ξεκίνησε το 2009 στην οδική ασφάλεια στην Ελλάδα. Δεδομένου ότι η επιρροή της διαχρονικής εξέλιξης του Α.Ε.Π. στα οδικά ατυχήματα (χρονοσειρές) έχει διερευνηθεί στο παρελθόν για διάφορες χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η επιρροή της οικονομικής κρίσης θα εξετασθεί συνδυαστικά με διάφορα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων.

Με τον τρόπο αυτό, θα αποτυπωθεί μέσω μαθηματικών μοντέλων η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στην οδική ασφάλεια στην Ελλάδα, γεγονός στο οποίο δεν έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση μέχρι στιγμής. Πιο συγκεκριμένα θα αναζητηθούν μαθηματικές σχέσεις οι οποίες θα περιγράφουν τη συνδυαστική επιρροή της οικονομικής κρίσης στα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων, με γνώμονα τις μέχρι τώρα έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο φαινόμενο, τόσο από πλευράς αποτελεσμάτων όσο και από πλευράς μεθοδολογιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίστηκε η στατιστική ανάλυση των στοιχείων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη περιγραφή βασικών εννοιών της στατιστικής. Στη συνέχεια, παρατίθενται οι βασικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην οδική ασφάλεια, αλλά και σε πλήθος άλλων εφαρμογών. Έπειτα πραγματοποιείται μια λεπτομερής θεωρητική ανάλυση του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την άμεση επιρροή της οικονομικής κρίσης στον αριθμό των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών στην Ελλάδα, καθώς και την επιρροή της σε συνδυασμό με τους υπόλοιπους χαρακτηριστικούς παράγοντες των οδικών ατυχημάτων. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι και τα κριτήρια αποδοχής του επιλεγμένου μοντέλου.

Σημειώνεται ότι στην παρούσα Διπλωματική Εργασία επιλέχθηκε το πρότυπο **log-linear(generalized linear model)**, το οποίο περιγράφει με καλύτερο τρόπο την εξαρτημένη μεταβλητή που ορίζεται ως το σύνολο των νεκρών και βαριά τραυματιών.

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Για την κατανόηση της στατιστικής θεωρίας στην οποία βασίζεται το μαθηματικό πρότυπο που χρησιμοποιείται, κρίνεται αναγκαία η αναφορά σε ορισμένες βασικές έννοιες της στατιστικής.

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 είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό χωρίς να ισχύει 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).** Εάν 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 τη 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 μια συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια 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 όπου τα δεδομένα αποτελούν ένα δείγμα. Η διακύμανση συμβολίζεται με s^2 και διαιρείται με $(n-1)$:

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

όπου $\bar{x}$ ο δειγματικός μέσος, δηλαδή η μέση τιμή των παρατηρήσεων στο δείγμα.

Η μαθηματική σχέση που δίνει την **τυπική απόκλιση** του δείγματος είναι:

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

Για την περίπτωση συμμετρικά κατανομημένου δείγματος δεδομένων. Σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα προκύπτει ότι το διάστημα:

- $(-s, +s)$ περιέχει περίπου το 68% των δεδομένων
- $(-2s, +2s)$ περιέχει περίπου το 95% των δεδομένων
- $(-3s, +3s)$ περιέχει το 99% των δεδομένων

Συνδιακύμανση (covariance of the two variables): Αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων.

$$Cov(x, y) = \left(\frac{1}{n-1} \right) [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]$$

Μέτρα αξιοπιστίας:

- **Επίπεδο εμπιστοσύνης:** η αναλογία των περιπτώσεων που μια εκτίμηση θα είναι σωστή.

- **Επίπεδο σημαντικότητας:** η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Στη συνέχεια θεωρούνται δύο τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές X , Y . Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δύο αυτών μεταβλητών X και Y με διασπορά σ_X^2 και σ_Y^2 αντίστοιχα και συνδιασπορά $\sigma_{XY} = \text{Cov}(X, Y)$ καθορίζεται με το **συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient)**, ο οποίος συμβολίζεται με " ρ " και ορίζεται ως:

$$\rho = \left(\frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X} \right) \left(\frac{1}{\sigma_Y} \right)$$

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 :

$$r(X, Y) = \frac{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\left[\left(\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right)^{1/2} \right]}$$

3.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ

Για τη μελέτη των διαφόρων στατιστικών μεγεθών, πρέπει να είναι γνωστή η μορφή της κατανομής που ακολουθούν. Σ αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές οι οποίες χρησιμοποιούνται στην οδική ασφάλεια.

3.4.1 Κανονική κατανομή

Από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας η οποία αφορά σε συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss. Μια συνεχής τυχαία μεταβλητή X θεωρείται ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή με παραμέτρους μ , σ ($-\infty < \mu < +\infty$, $\sigma > 0$), και γράφεται $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, όταν έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας την:

$$f(x) = \left(\frac{1}{(2\pi\sigma)^{1/2}} \right) e^{[-(x-\mu)^2/2\sigma^2]}$$

όπου μ και σ είναι σταθερές ίσες με τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση αντίστοιχα.

3.4.2 Κατανομή 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 λ ($\lambda > 0$), και γράφεται $X \sim P(\lambda)$, 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 λ , 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, οι οποία παρουσιάζει όμοιες ιδιότητες με την μεταβλητή του αριθμού των ατυχημάτων και γενικά υποστηρίζεται ότι τα οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson (Charman 1971, Zahavi 1962) ή κανονική κατανομή (Hojati, 2011).

3.4.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

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 παραδείγματος χάριν, ο αριθμός αφίξεων οχημάτων που αφορούν σε μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. 10 sec) 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:

$$P(X) = \binom{X + K - 1}{X} p^K (1 - p)^X$$

όπου $X = 0, 1, 2, \dots$

Μία συνήθης πρακτική στον έλεγχο στατιστικών υποθέσεων, είναι ο υπολογισμός της τιμής της πιθανότητας p (probability-value ή p -value). Η πιθανότητα p είναι το μικρότερο επίπεδο σημαντικότητας α που οδηγεί στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 . Είναι μία σημαντική τιμή, διότι ποσοτικοποιεί τη στατιστική απόδειξη που υποστηρίζει την εναλλακτική υπόθεση. Γενικά, όσο πιο μικρή είναι η τιμή της πιθανότητας p , τόσο περισσότερες είναι οι αποδείξεις για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 . Εάν η τιμή p είναι μικρότερη ή ίση του επιπέδου σημαντικότητας α , τότε η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται.

3.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis)**. Με τον όρο εξαρτημένη μεταβλητή, εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ με τον όρο ανεξάρτητη γίνεται αναφορά σε εκείνη τη μεταβλητή, η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία, αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται τυχαία και «καθοδηγείται» από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκάλεσε τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στον καθορισμό των 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 είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί την κανονική κατανομή, μία από τις πλέον διαδεδομένες στατιστικές τεχνικές είναι η γραμμική παλινδρόμηση. Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η **απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression)**.

Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση υπάρχει μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή X και μία εξαρτημένη μεταβλητή Y , που προσεγγίζεται ως μια γραμμική συνάρτηση του X . Η τιμή y_i της Y , για κάθε τιμή x_i της X , δίνεται από τη σχέση:

$$y_i = \alpha + \beta * x_i + \varepsilon_i$$

Το πρόβλημα της γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων α και β οι οποίες εκφράζουν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της Y από τη X . Κάθε ζεύγος τιμών (α , β) καθορίζει μια διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή και οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- Ο σταθερός όρος α είναι η τιμή του y για $x=0$.

- Ο συντελεστής β του x είναι η κλίση (slope) της ευθείας ή αλλιώς ο **συντελεστής παλινδρόμησης (regression coefficient)**. Ο συντελεστής β εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μία μονάδα.

Ο όρος ε_i ονομάζεται **σφάλμα παλινδρόμησης (regression error)**. Στην πράξη ο γραμμικός προσδιορισμός που επιτυγχάνεται μέσω της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί μόνο να προσεγγίσει την πραγματική μαθηματική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών X και Y . Έτσι, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθεί στο μοντέλο ο όρος του σφάλματος ε_i . Αυτό γίνεται τόσο για να αντιπροσωπευθούν στο μοντέλο τυχόν παραληφθείσες μεταβλητές, όσο και για να ληφθεί υπόψη κάθε σφάλμα προσέγγισης που σχετίζεται με τη γραμμική συναρτησιακή μορφή (Σταθόπουλος και Καρλαύτης, 2008). Το ε_i μπορεί συχνά να αναφέρεται και ως σφάλμα, απόκλιση, υπόλοιπο κλπ.

Στην περίπτωση που η τυχαία μεταβλητή Y εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μία μεταβλητές X ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$), γίνεται αναφορά στην **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση (multiple linear regression)**. Η εξίσωση που περιγράφει τη σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι η εξής:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * x_{1i} + \beta_2 * x_{2i} + \beta_3 * x_{3i} + \dots + \beta_k * x_{ki} + \varepsilon_i$$

Γενικά, το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούργιο στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει εάν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i, x_j) \rightarrow 0$, για κάθε $i \neq j$).

Στη γραμμική παλινδρόμηση οι παράμετροι εκτιμώνται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, δηλαδή οι συντελεστές υπολογίζονται έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των παρατηρούμενων και των υπολογιζόμενων να είναι το ελάχιστο.

Προκειμένου το μοντέλο να μπορεί να προσεγγίσει την επιρροή των ανεξαρτήτων μεταβλητών στην εξαρτημένη με όσο το δυνατόν ορθότερο και πιο αξιόπιστο τρόπο, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος εάν πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

1. Η υπόθεση της **γραμμικότητας**, που δηλώνει ότι η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών X και Y είναι κατά προσέγγιση γραμμική.
2. Η υπόθεση της **ανεξαρτησίας**, που δηλώνει ότι τα υπόλοιπα (σφάλματα, αποκλίσεις) για διαφορετικές παρατηρήσεις πρέπει να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.
3. Η υπόθεση της **κανονικότητας**, που δηλώνει ότι η απόκλιση πρέπει να είναι (προσεγγιστικά) κανονικά **κατανοημένη**.
4. Η υπόθεση της **ίσης διακύμανσης**, που δηλώνει ότι η διακύμανση των σφαλμάτων πρέπει να παραμένει στο ίδιο εύρος για όλες τις παρατηρήσεις.

3.5.2 Λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση

Η **λογαριθμογραμμική 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 μια 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:

$$\ln y = \beta + \sum \beta_i x_i + \varepsilon$$

3.5.3 Εικονικές μεταβλητές ή Ψευδομεταβλητές (Dummy variables)

Η ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου τόσο η εξαρτημένη μεταβλητή, όσο και οι ανεξάρτητες είναι ποσοτικές. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, τα υπό μελέτη προβλήματα σχετίζονται με ποιοτικές μεταβλητές.

Σε αντίθεση με τις συνεχείς μεταβλητές, κάποιοι παράγοντες που χρήζουν ανάλυσης, εμφανίζονται σε δύο ή περισσότερα διακεκριμένα επίπεδα. Όταν η στατιστική ανάλυση ενός ζητήματος συμπεριλαμβάνει παράγοντες όπως τους προαναφερθέντες, είναι αναγκαία η αντιστοίχιση των μεταβλητών σε κάποια επίπεδα λόγω της διαφορετικής επίδρασης στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Πιο συγκεκριμένα, ένα άτομο, ή μια κατάσταση, προσδιορίζεται ως ανήκον σε μια από K δυνατές, αμοιβαία ξένες μεταξύ τους, κατηγορίες ή επίπεδα. Προκειμένου να καταστεί δυνατόν να περιληφθούν τέτοιες καταστάσεις σε ένα στατιστικό μοντέλο χρειάζεται να ορισθούν μεταβλητές που θα προσδώσουν αριθμητική έκφραση σε ποιοτικά (κατηγορικά) χαρακτηριστικά. Για τις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες εικονικές μεταβλητές ή ψευδομεταβλητές (dummy variables).

Οι μεταβλητές αυτές, συνήθως χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν δύο ή παραπάνω κατηγορίες(επίπεδα). Η συνήθης επιλογή για τον ορισμό μίας ψευδομεταβλητής είναι η χρησιμοποίηση μίας μεταβλητής-δείκτη, η οποία δηλώνει σε ποιο από τα καθορισμένα επίπεδα ή κατηγορίες ανήκει μια συγκεκριμένη παρατήρηση. Εάν συμπεριλαμβάνεται σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης μία κατηγορική μεταβλητή με k επίπεδα(κατηγορίες), είναι απαραίτητο να ορισθούν $k-1$ ψευδομεταβλητές ώστε να εκφράσουν την κατηγορική μεταβλητή. Όταν ορισθούν οι $k-1$ ψευδομεταβλητές για μία ποιοτική μεταβλητή με k επίπεδα, το εναπομείναν επίπεδο ονομάζεται κατηγορία αναφοράς ή κατηγορία βάσης. Η επιλογή της κατηγορίας αναφοράς εξαρτάται από το πρόβλημα το οποίο μελετάται και συγκεκριμένες επιλογές ενδέχεται να οδηγήσουν σε ορθότερη ερμηνεία των συντελεστών παλινδρόμησης.

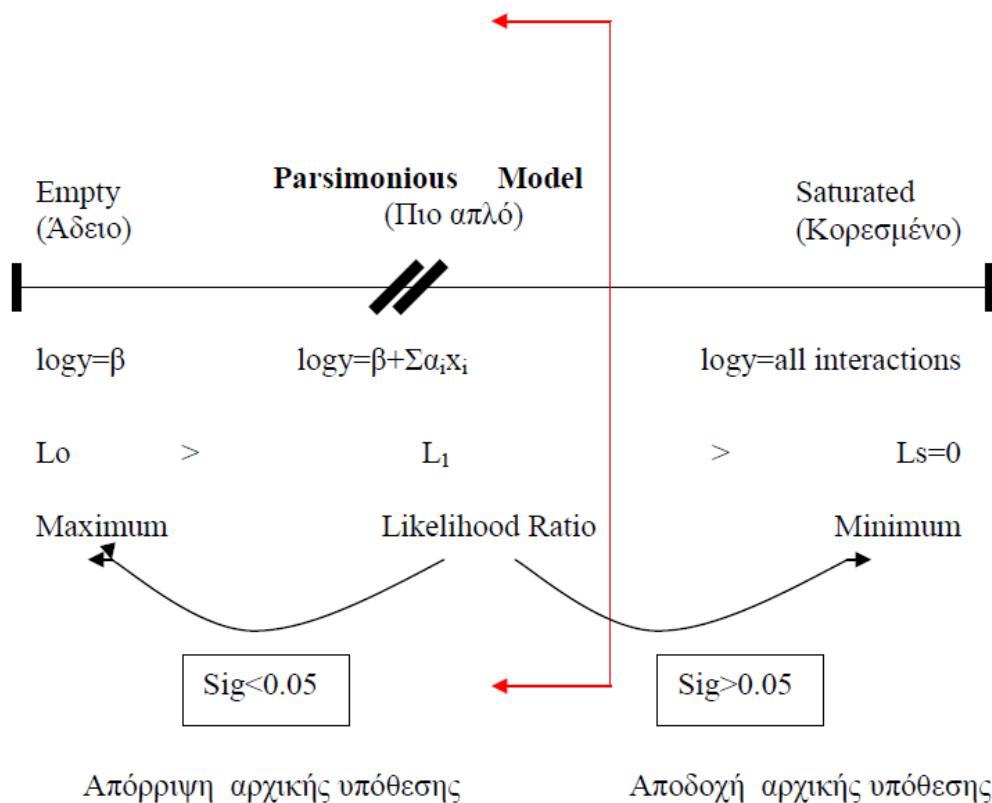
3.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η στρατηγική της μεθοδολογίας αυτής έγκειται στην αναζήτηση του απλούστερου προτύπου, ώστε να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ της μειωμένης πολυπλοκότητας του προτύπου και της στατιστικά επαρκούς καλής προσαρμογής. Κατά την ανάπτυξη ενός προτύπου, έναν από τους βασικότερους κανόνες αποτελεί η επαρκής περιγραφή των

δεδομένων, με το μικρότερο δυνατό αριθμό μεταβλητών. Η απαίτηση αυτή οδηγεί σε απλούστερα και συνεπώς περισσότερο εύχρηστα, αλλά και ικανά πρότυπα.

Κατά την ανάπτυξη ενός προτύπου, προτού η διαδικασία καταλήξει στην τελική του μορφή, πραγματοποιούνται έλεγχοι-συγκρίσεις του προτύπου με άλλα πρότυπα που χρησιμοποιούν λιγότερες μεταβλητές. Με τις ανωτέρω συγκρίσεις διαπιστώνεται εάν κάποιο απομειωμένο πρότυπο εξηγεί με την ίδια αποτελεσματικότητα, ή με μικρή απώλεια επεξηγηματικής ικανότητας, τα δεδομένα, και επομένως προτιμάται από το συνολικό, περισσότερο περίπλοκο πρότυπο. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται σε καθορισμένο επίπεδο πιθανότητας. Η **στατιστικά καλή προσαρμογή (Goodness of Fit)** σχετίζεται με την ποιότητα του προτύπου.

Καθορίζεται δηλαδή το **πιο απλό πρότυπο (parsimonious model)** το οποίο δεν είναι σημαντικά διαφορετικό από το **πλήρες ή κορεσμένο πρότυπο (saturated model)** και είναι βελτιωμένο κατά πολύ από το **άδειο πρότυπο (empty model)**. Υπάρχουν συνεπώς δύο τρόποι για τον έλεγχο καλής προσαρμογής του προτύπου. Στη μία περίπτωση συγκρίνεται το απλό πρότυπο με το κορεσμένο και στην άλλη συγκρίνεται το απλό πρότυπο με το άδειο, η δεύτερη περίπτωση εφαρμόζεται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.



Διάγραμμα 3.1 Απεικόνιση στρατηγικής λογαριθμογραμμικής ανάλυσης Πηγή: Σμαράγδα Γερ. Κρητικού, «Ανάπτυξη μακροσκοπικών προτύπων σοβαρότητας οδικών ατυχημάτων ενός ή περισσότερων οχημάτων», Διπλωματική Εργασία, Μάρτιος 2011, σελ. 37

Τα κορεσμένα πρότυπα έχουν εξ' ορισμού στατιστικά **καλή προσαρμογή (goodness of fit)**, αφού περιέχουν όλων των βαθμίδων τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών που συνθέτουν τον αρχικό πίνακα δεδομένων. Σκοπός είναι να εξαιρεθούν μερικές αλληλεπιδράσεις από το αρχικό-πλήρες πρότυπο (saturated model) και αυτό

που θα προκύπτει να εξακολουθεί να έχει στατιστικά καλή προσαρμογή. Το **απλό πρότυπο (parsimonious model)** είναι το λιγότερο πλήρες πρότυπο το οποίο μπορεί να επιτύχει ικανοποιητικό επίπεδο στατιστικά καλής προσαρμογής. Με άλλα λόγια, ο ερευνητής προσπαθεί να εντοπίσει ένα περιορισμένο πρότυπο, το οποίο δεν διαφέρει σημαντικά από το κορεσμένο-πλήρες. Εάν δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, τότε ο ερευνητής συμπεραίνει ότι οι όροι που εξαιρέθηκαν από το πλήρες πρότυπο δεν ήταν απαραίτητοι για να αναπαράγουν τις τιμές των πεδίων του πίνακα των παρατηρήσεων. Η έρευνα γίνεται προς αυτή την κατεύθυνση μέχρι να βρεθεί το απλούστερο πρότυπο με ανεκτή προσαρμογή.

Η μετάβαση από το πλήρες στο απλό πρότυπο γίνεται μέσα από μία διαδοχική απαλοιφή αλληλεπιδράσεων που εμπεριέχονται στο κορεσμένο πρότυπο, λαμβάνοντας πάντα υπόψη την ιεραρχική του δομή.

Στο **άδειο πρότυπο** ισχύει η υπόθεση της αμοιβαίας ανεξαρτησίας, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει κανενός είδους σχέση μεταξύ των μεταβλητών ή με άλλα λόγια, δεν υπάρχουν τόσο πρώτου βαθμού αλληλεπιδράσεις μεταξύ κανενός ζεύγους μεταβλητών, όσο και πολλαπλές (δεύτερου, τρίτου και τετάρτου βαθμού) αλληλεπιδράσεις μεταξύ ομάδων μεταβλητών. Το απομειωμένο πρότυπο μπορεί να έχει από μια μεταβλητή λιγότερη έως και καθόλου μεταβλητές αφήνοντας μόνο το σταθερό όρο β .

3.7 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 τη διαμόρφωση του, αφορούν τα πρόσημα και τις τιμές των συντελεστών β της εξίσωσης, τη στατιστική σημαντικότητα την ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

▪ Μη συσχέτιση ανεξαρτητών μεταβλητών

Βασική προϋπόθεση είναι η μη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να ισχύει $\rho(x_i, x_j) \forall i \neq j \rightarrow 0$ γιατί διαφορετικά δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Εάν δηλαδή σε ένα μοντέλο εισάγονται δύο μεταβλητές οι οποίες σχετίζονται αρκετά μεταξύ τους, εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

▪ Λογική ερμηνεία των πρόσημων

Σημαντικό κριτήριο για την αποδοχή ενός μοντέλου μετά τη διαμόρφωση του, είναι οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης β . 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.

▪ Κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (Likelihood Ratio Test-LRT)

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής παλινδρόμησης διαδραματίζει και η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας. Όπως έχει προαναφερθεί, επιδιώκεται η εύρεση του απλούστερου προτύπου, το οποίο να

μην είναι πολύ χειρότερο από το κορεσμένο, αλλά συγχρόνως να είναι αρκετά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια, επιχειρείται ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας **$L=-2 \text{ Restricted Log Likelihood}$** , να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος, καθώς προτιμώνται μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας. Αναφορικά με μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές, και επομένως είναι περισσότερο σύνθετα, χρειάζεται ένας κανόνας ώστε να αποφασίζεται εάν η μείωση του λογαρίθμου της πιθανοφάνειας αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται το **Likelihood Ratio Test (LRT)** ή αλλιώς κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας.

Σύμφωνα με το συγκεκριμένο κριτήριο εάν η διαφορά

$$\mathbf{LRT = -2 * \{ L(b) - L(0) \} ,}$$

όπου $L(b) = L$ (μοντέλου με p μεταβλητές) και $L(0) = L$ (μοντέλου χωρίς τις p μεταβλητές), είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, τότε το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνεται αποδεκτό

Το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές. Επισημαίνεται ότι οι διακριτές μεταβλητές με κατηγορίες k έχουν $k-1$ βαθμούς ελευθερίας, ενώ οι συνεχείς έχουν πάντοτε ένα βαθμό ελευθερίας.

▪ Στατιστική σημαντικότητα

Πραγματοποιούνται πρώτα οι έλεγχοι των σταθερών επιδράσεων (tests of fixed effects) για κάθε μία 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 **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 ttest (κριτήριο της 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 ανεξαρτήτων μεταβλητών και καθορίζονται ποιες από αυτές τελικά θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται από τη σχέση:

$$t_{stat} = \frac{\beta_i}{s.e}$$

όπου s.e: το **τυπικό σφάλμα** των σταθερών παραμέτρων (standard error)

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. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές του t_{stat} για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης.

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 95% είναι $t^* = 1,3$. Έτσι αν για παράδειγμα μια μεταβλητή έχει τιμή t^* ίση με $-3,8$, η απόλυτη τιμή της τιμής t είναι $3,8$ δηλαδή μεγαλύτερη από $1,671$ και επομένως η μεταβλητή είναι αποδεκτή και στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι από τη στιγμή που υπάρχει σταθερός όρος, η τελευταία τιμή των κατηγορικών μεταβλητών θεωρείται περιττή και χρησιμοποιείται ως επίπεδο αναφοράς για τη σύγκριση αυτής με τις άλλες τιμές των κατηγορικών μεταβλητών. Με το t -test λοιπόν καθορίζεται εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Αναφορικά με τα μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης, ισχύει ό,τι και στην απλή γραμμική παλινδρόμηση, με τη διαφορά ότι στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης το αντίστοιχο t -test έχει την ονομασία **Wald**. Η τιμή του Wald για κάθε μεταβλητή πρέπει να είναι μεγαλύτερη του $1,7$ όπως ακριβώς ισχύει και για τον συντελεστή t .

▪ Συντελεστής προσαρμογής R^2

Μετά τον έλεγχο στατιστικής εμπιστοσύνης εξετάζεται η ποιότητα του μοντέλου. Η ποιότητα του μοντέλου καθορίζεται με βάση τον συντελεστή προσαρμογής. Ο συντελεστής R^2 χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη 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 προς το 1 τόσο καλύτερη προσαρμογή έχει το μοντέλο. Η ερμηνεία των παραπάνω ορίων έχει ως εξής:

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

Συμπερασματικά, καθίσταται σαφές ότι όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην 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 του R^2 που είναι αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή

περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή R^2 .

Ο συντελεστής R^2 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 μιας εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή της ελαστικότητας ερμηνεύεται ως το ποσοστό επί της εκατό της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλείται από μια μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά 1%. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίδεται από την παρακάτω σχέση:

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

Επισημαίνεται ότι η παραπάνω σχέση εφαρμόζεται αποκλειστικά σε **συνεχείς** μεταβλητές. Για **διακριτές** μεταβλητές χρησιμοποιείται η **έννοια της ψευδοελαστικότητας**, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η σχέση που υπολογίζει την τιμή της ψευδοελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές είναι η παρακάτω:

$$E_{x_{ink}}^{P_i} = e^{\beta_{ik}} \frac{\sum_{i=1}^I e^{(\beta_i x_n)}}{\sum_{i=1}^I e^{\Delta(\beta_i x_n)}} - 1$$

Όπου:

- I , το πλήθος των πιθανών επιλογών
- x_{ink} , η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική i του ατόμου n
- $\Delta(\beta_i x_n)$, η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή, αφού η τιμή της x_{nk} έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- $\beta_i x_n$, η αντίστοιχη τιμή όταν η x_{nk} έχει την τιμή 0
- β_{ik} , η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής x_{nk}

Τέλος, όσον αφορά το **σφάλμα της εξίσωσης** του μοντέλου, πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Να ακολουθεί κανονική κατανομή
- Να έχει σταθερή διασπορά $Var(e_i) = \sigma_\varepsilon^2 = c$
- Να έχει μηδενική συσχέτιση $\rho(x_i, y_j) = 0, \forall i, j$

Η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από τον συντελεστή R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

3.8 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

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

- **Descriptive statistics**: Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή Options. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).
- **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 αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης Spearman αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.
- **Regression**: Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Λόγω της φύσης των εξαρτημένων μεταβλητών, επιλέχθηκε η λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση (loglinear regression). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Factor(s) αν είναι διακριτές ή στο πλαίσιο Covariate(s) αν είναι συνεχείς. Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μία μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Covariate(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί, αν και δοκιμάστηκαν κι άλλες μέθοδοι. Τέλος τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας αφορά στην ανάπτυξη προτύπων τα οποία θα προσδιορίζουν τη συσχέτιση της οικονομικής κρίσης με τον αριθμό των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα της χώρας μας, καθώς και την συνδυασμένη με άλλους κρίσιμους παράγοντες, επίδραση της στον προαναφερθέντα αριθμό. Τη βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αλλά και την ανάλυση του θεωρητικού υπόβαθρου, ακολούθησε η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων και η κατάλληλη επεξεργασία τους.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται η συλλογή και η επεξεργασία των αναγκαίων στοιχείων για την πραγματοποίηση της έρευνας, ώστε να δοθεί μία πλήρης εικόνα για την ποιότητα και την αξιοπιστία τους. Καταρχάς, προσδιορίζεται η διαδικασία άντλησης των στοιχείων αυτών και η δημιουργία της αρχικής βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε. Επιπροσθέτως, κατά το στάδιο της επεξεργασίας παρουσιάζονται οι αρχικές εκτιμήσεις για την εξέλιξη του πλήθους των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών με τη χρήση συγκεντρωτικών πινάκων. Οι εκτιμήσεις αυτές συνέβαλλαν στην κατάλληλη διαμόρφωση της τελικής βάσης δεδομένων, ώστε να εισαχθεί στην πορεία στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Παράλληλα, δίδονται χαρακτηριστικά παραδείγματα καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας και αναφέρονται οι δυσκολίες οι οποίες προέκυψαν.

4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Για την υλοποίηση του στόχου της εργασίας, απαιτείται η ανάκτηση μία βάσης δεδομένων η οποία να περιέχει χαρακτηριστικά των οδικών ατυχημάτων με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες στην Ελλάδα. Βασική προϋπόθεση για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, αποτελεί η ορθή συλλογή και ταξινόμηση των χαρακτηριστικών αυτών.

Κύρια πηγή στοιχείων στην Ελλάδα αποτελεί η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Η συγκεκριμένη υπηρεσία εκδίδει Δελτίο Οδικού Τροχαίου Ατυχήματος (Δ.Ο.Τ.Α.), το οποίο συμπληρώνεται από την τροχαία μετά από κάθε οδικό ατύχημα που λαμβάνει χώρα. Επομένως, για την εκπόνηση της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, στην οποία συγκαταλέγονται τα εξατομικευμένα στοιχεία όλων των παραμέτρων οδικής ασφάλειας, δηλαδή το ατύχημα, τον οδηγό και το όχημα.

4.2.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Τα στοιχεία των οδικών ατυχημάτων συλλέγονται από την Τροχαία τη στιγμή του συμβάντος. Η συλλογή γίνεται στο Δελτίο Τύπου Οδικών Ατυχημάτων (Δ.Ο.Τ.Α.), το οποίο συμπληρώνεται στις περιπτώσεις θανάτων και τραυματισμών ενός ή παραπάνω προσώπων.

Στο Δ.Ο.Τ.Α. περιλαμβάνονται πληροφορίες που περιγράφουν όλες τις αντικειμενικές παραμέτρους του ατυχήματος, καθώς και τις επικρατούσες συνθήκες τη στιγμή που συνέβη. Βέβαια τα δεδομένα σχετικά με τις συνέπειες του ατυχήματος, όπως οι νεκροί και οι σοβαρά τραυματίες συμπληρώνονται οριστικά μετά το τέλος της τριακοστής ημέρας από το ατύχημα. Για αυτό τον λόγο παρακολουθείται η εξέλιξη της κατάστασης κάθε τραυματία, σε συνεργασία με το νοσηλευτικό ίδρυμα στο οποίο αυτός εισήχθη και στην περίπτωση και μόνο που αυτός απεβίωσε, καταγράφεται ως νεκρός σύμφωνα με τους σχετικούς διεθνείς ορισμούς (Υ.Μ.Ε., 2004).

Τα στοιχεία που αφορούν τα **οχήματα** περιλαμβάνουν πληροφορίες για τον τύπο, τη χρήση και την ηλικία του οχήματος, την κατηγορία άδειας οδήγησης και τον μηχανολογικό έλεγχο των συμμετεχόντων οχημάτων. Επισημαίνεται ότι οι κατηγορίες των αδειών οδήγησης του Δ.Ο.Τ.Α. το οποίο εκδόθηκε το 1996, δεν αντιστοιχούν με την επίσημη κατηγοριοποίηση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.).

Αναφορικά με τα **πρόσωπα** που εμπλέκονται, περιλαμβάνονται λεπτομερή στοιχεία για οδηγούς, επιβαίνοντες και πεζούς, σχετικά με το φύλο, την ηλικία, την εθνικότητα, τη διάρκεια κατοχής του διπλώματος, τον λόγο μετακίνησης και τη σοβαρότητα τραυματισμού, ενώ στοιχεία για τη χρήση του εξοπλισμού ασφαλείας ή για τα αποτελέσματα αλκοτέστ δεν καταγράφονται πάντα πλήρως.

Τέλος, στοιχεία που σχετίζονται με τα **ατυχήματα** αποτελούν ο τόπος και ο τύπος του ατυχήματος, καθώς και οι υπάρχουσες συνθήκες, όπως ο φωτισμός, η σηματοδότηση, ο καιρός κτλ.

Το Δ.Ο.Τ.Α. εφόσον συμπληρωθεί από την τροχαία αποστέλλεται στην ΕΛ.ΣΤΑΤ., αλλά και στη διεύθυνση μηχανογράφησης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Στη συνέχεια η ΕΛ.ΣΤΑΤ. αποκωδικοποιεί τις πληροφορίες και τις οργανώνει σε βάσεις δεδομένων, όπου κάθε μεταβλητή παίρνει αριθμητικές ή αλφαριθμητικές τιμές. Έτσι δημιουργείται μια βάση με λεπτομερή εξατομικευμένα στοιχεία που αποτελεί τη βάση δεδομένων της διπλωματικής εργασίας. Από τη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. αντλούνται τα απαραίτητα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στην αντίστοιχη βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί στην πορεία της εργασίας αυτής.

Ενδεικτικά, αναφέρονται παρακάτω οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο Δ.Ο.Τ.Α. και εισάγονται κωδικοποιημένες στη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ.

- 1.Α/Α ατυχήματος
- 2.Τόπος ατυχήματος
- 3.Είδος Οδού
- 4.Χρόνος Ατυχήματος
- 5.Παθόντες
- 6.Αριθμός οχημάτων
- 7.Είδος οδοστρώματος
- 8.Ατμοσφαιρικές συνθήκες
- 9.Συνθήκες οδοστρώματος
- 10.Κατάσταση οδοστρώματος
- 11.Φωτισμός κατά τη νύχτα
- 12.Ειδικά στοιχεία οχήματος
- 13.Τύπος οδού
- 14.Γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδού
- 15.Τύπος ατυχήματος πρώτης σύγκρουσης

- 16.Ελιγμός οχημάτων
- 17.Θέση και κίνηση παθόντων πεζών
- 18.Ρύθμιση κυκλοφορίας, σήμανση και σηματοδότηση
- 19.Σκαρίφημα
- 20.Δίπλωμα οδήγησης - Κατηγορία και έτος απόκτησης αυτού
- 21.Εξαρτήματα ασφαλείας που υπάρχουν στο όχημα (ανεξάρτητα αν χρησιμοποιήθηκαν ή όχι)
- 22.Αλκοτέστ
- 23.Στοιχεία οδηγού και παθόντων προσώπων

4.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ(Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α)

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η δημιουργία της βάσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.).Πρόκειται για ένα σύστημα στατιστικής επεξεργασίας στοιχείων οδικών ατυχημάτων, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. Τα στοιχεία που αποτελούν τη βάση δεδομένων του προγράμματος Microsoft Access που χρησιμοποιείται από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α., προέρχονται από τις αντίστοιχες βάσεις δεδομένων της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Η χρήση του Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. αποσκοπεί στη συλλογή και στην οργάνωση εκτεταμένων βάσεων δεδομένων. Η πρόσβαση στα στοιχεία επιτυγχάνεται μέσω της διαμόρφωσης ερωτημάτων με την κατάλληλη μορφή στην αρχική βάση δεδομένων που προέρχεται από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. Ανακτώνται επομένως όλα τα απαραίτητα δεδομένα, τα οποία ικανοποιούν τις συνθήκες του εκάστοτε ερωτήματος. Η ανάπτυξη του λογισμικού αυτού, αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο στη διάθεση των ερευνητών που ασχολούνται με την οδική ασφάλεια. Οι ερευνητές αυτοί, έχουν τη δυνατότητα να αποκτήσουν πληροφορίες σχετικές με τα χαρακτηριστικά των οδικών ατυχημάτων.

Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ακολουθήθηκε συγκεκριμένη διαδικασία συλλογής δεδομένων για την περίοδο 2003-2014, τα βήματα της οποίας παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

- Αρχικά, επιλέγεται η επιθυμητή έκδοση για την ανάλυση των μαθηματικών προτύπων. Διατίθενται τρεις εκδόσεις λόγω της αναθεώρησης των Δ.Ο.Τ.Α., και επομένως υπάρχει κάποια ασυμβατότητα μεταξύ των δεδομένων των αντίστοιχων χρονικών περιόδων. Ο χρήστης πριν περάσει στο στάδιο διατύπωσης του ερωτήματος, καλείται να επιλέξει μεταξύ της έκδοσης της βάσης δεδομένων την οποία επιθυμεί να χρησιμοποιήσει. Στην περίπτωση της παρούσας έρευνας επιλέχθηκε η ενοποιημένη έκδοση 1985-2015.
- Επόμενο βήμα αποτελεί η επιλογή των μετρούμενων μονάδων (πλήθος προσώπων, οχημάτων ή ατυχημάτων). Ο χρήστης ανάλογα με το σκοπό της έρευνας του, καθορίζει την κατηγορία(εμπλεκόμενα πρόσωπα, οχήματα, ατυχήματα) που επιθυμεί να ερευνήσει. Με βάση αυτήν την επιλογή, θα δοθεί το πλήθος συναρτήσει διαφόρων παραμέτρων. Στην εργασία αυτή, καθώς εξετάζεται η εξέλιξη του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση προσώπων.
- Τέλος, πραγματοποιείται η περιγραφή των συνθηκών του ατυχήματος(ύπαρξη ισόπεδου κόμβου, ατύχημα εντός ή εκτός κατοικημένης περιοχής κτλ.), ενώ παράλληλα επιλέγονται τα χαρακτηριστικά ομαδοποίησης των προσώπων(φύλο, ηλικία κτλ.).

Η διατύπωση των ερωτημάτων τίθενται στην ευχέρεια του εκάστοτε ερευνητή, αναλόγως των απαιτήσεων της έρευνας του. Επομένως, η διατύπωση αυτή καθορίζεται με βάση την περιγραφή των χαρακτηριστικών του συμβάντος, αλλά και με βάση την ομαδοποίηση τους με μια σειρά επεξηγηματικών μεταβλητών.

Συγκεκριμένα, στον ακόλουθο πίνακα δίδονται οι παράγοντες οι οποίοι επιλέχθηκαν για περαιτέρω ανάλυση.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Κατοικημένη περιοχή Μη κατοικημένη περιοχή
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Μέρα
	Σούρουπο
	Νύχτα
Ατμοσφαιρικές συνθήκες 2 ατυχήματος	Άλλες
	Βροχή
	Καλοκαιρία
Ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης	Ναι
	Όχι
Είδος-χρήση 3 του συνδεδεμένου οχήματος	Άγνωστο
	Άλλος
	Δίκυκλο μέχρι 49 κ.ε.
	Δίκυκλο από 50 κ.ε. και άνω
	Επιβατικό
	Λεωφορείο
	Ποδήλατο
	Φορτηγό
Κατηγορία χρήστη οδού	Πεζός
	Οδηγός
	Επιβάτης
Φύλο χρήστη οδού	Άρρεν
	Θήλυ
	Άγνωστο
Ηλικία χρήστη οδού	0-5 έτη
	6-9 έτη
	10-14 έτη
	15-17 έτη
	18-20 έτη
	21-24 έτη
	25-34 έτη
	35-44 έτη
	45-54 έτη
	55-64 έτη
	65+ έτη
	Άγνωστο

Πίνακας 4.1 Τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων.

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τη διαδικασία της συλλογής των στοιχείων, ακολουθεί η διαδικασία της επεξεργασίας τους. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση του Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. παρουσιάζονται ως αρχεία εργασίας του Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E
1	έτος του ατυχήματος	τύπος περιοχής του ατυχήματος	συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος	ατμοσφαιρικές συνθήκες 2 του ατυχήματος	ισόπεδη διασταύρωση του ατυχήματος
2	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
3	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
4	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
5	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
6	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
7	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
8	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
9	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
10	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
11	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
12	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
13	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
14	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
15	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
16	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
17	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
18	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
19	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
20	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
21	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
22	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
23	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
24	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
25	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
26	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
27	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai
28	2003	Κατοικημένη Περιοχή	Μέρα	Καλοκαίρια	Nai

Πίνακας 4.2 Μορφή του εξαγόμενου από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. πίνακα σε μορφή xls.

	F	G	H	I	J
1	είδος/χρήση 3 του συνεδριζόμενου οχήματος	κατηγορία του συμμετέχοντα στόχου	φύλο του συμμετέχοντα στόχου	ηλικία 3 του συμμετέχοντα στόχου	Πλήθος
2	Άγνωστο	Πεζός	Άρρεν	65+ έτη	1
3	Άγνωστο	Πεζός	Θήλυ	25-34 έτη	1
4	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	18-20 έτη	1
5	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	21-24 έτη	2
6	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	25-34 έτη	3
7	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	35-44 έτη	5
8	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	45-54 έτη	2
9	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	55-64 έτη	4
10	Επιβατικό	Οδηγός	Άρρεν	65+ έτη	2
11	Επιβατικό	Οδηγός	Θήλυ	18-20 έτη	2
12	Επιβατικό	Οδηγός	Θήλυ	35-44 έτη	1
13	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	0-5 έτη	1
14	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	15-17 έτη	1
15	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	25-34 έτη	2
16	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	35-44 έτη	1
17	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	45-54 έτη	1
18	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	55-64 έτη	1
19	Επιβατικό	Επιβάτης	Άρρεν	65+ έτη	3
20	Επιβατικό	Επιβάτης	Θήλυ	18-20 έτη	2
21	Επιβατικό	Επιβάτης	Θήλυ	21-24 έτη	1
22	Επιβατικό	Επιβάτης	Θήλυ	55-64 έτη	3
23	Επιβατικό	Πεζός	Άρρεν	0-5 έτη	1
24	Επιβατικό	Πεζός	Άρρεν	10-14 έτη	1
25	Επιβατικό	Πεζός	Άρρεν	25-34 έτη	1
26	Επιβατικό	Πεζός	Άρρεν	45-54 έτη	3
27	Επιβατικό	Πεζός	Άρρεν	55-64 έτη	3
28	Επιβατικό	Πεζός	Άρρεν	65+ έτη	10

Πίνακας 4.3 Μορφή του εξαγόμενου από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. πίνακα σε μορφή xls.

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας της προκύπτουσας βάσης δεδομένων από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α., αφορά την αφαίρεση των σειρών του πίνακα, οι οποίες εμπεριέχουν άγνωστα στοιχεία, είτε ως προς τον τύπο του οχήματος, είτε ως προς το φύλο είτε ως προς την ηλικία των συμμετεχόντων στόχων. Παρατηρείται ότι οι άγνωστες τιμές των ανωτέρω μεταβλητών (τύπος οχήματος, φύλο, ηλικία) είναι εμφανώς λιγότερες

συγκριτικά με τις υπόλοιπες τιμές που μπορούν να λάβουν. Επομένως, κρίθηκε σκόπιμο να μη ληφθούν υπόψιν, διότι δε θα οδηγήσουν σε ασφαλή συμπεράσματα.

Βασικό στόχο της Διπλωματικής Εργασίας, όπως έχει ήδη διατυπωθεί, αποτελεί η άμεση επιρροή της οικονομικής κρίσης στην εξέλιξη των ατυχημάτων και πιο συγκεκριμένα, ο βαθμός που επηρεάζει τα υπόλοιπα βασικά χαρακτηριστικά του ατυχήματος. Είναι απαραίτητος, λοιπόν, ο καθορισμός μίας μεταβλητής η οποία να υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη ύπαρξη οικονομικής κρίσης τη χρονική στιγμή του ατυχήματος.

Η μοναδική μεταβλητή που εμπεριέχεται στην αρχική βάση δεδομένων και η οποία σχετίζεται με τη χρονική στιγμή του ατυχήματος, είναι η μεταβλητή «έτος του ατυχήματος», η οποία λαμβάνει τις διακριτές τιμές «2003», «2004», «2005»... «2013», «2014». Ωστόσο δεν υπάρχει σαφής συσχέτιση με την ύπαρξη οικονομικής κρίσης. Με στόχο, λοιπόν, την ένταξη της κρίσης ως παράγοντα των ατυχημάτων, αναλύθηκαν στοιχεία της Eurostat σχετικά με το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. στη χώρα μας για την περίοδο 2000-2015. Το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. αποτελεί έναν σημαντικό οικονομικό δείκτη, ο οποίος υποδηλώνει την ύπαρξη οικονομικής ύφεσης, ανάλογα με τη μεταβολή του σε σχέση με το ακριβώς προηγούμενο έτος.

Με βάση την εξέλιξη του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π., ως έτος κατά το οποίο θεωρήθηκε ότι ξέσπασε η κρίση στην Ελλάδα, επιλέχθηκε το έτος 2009. Η επιλογή αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι από το 2000 και έπειτα, παρατηρείται για πρώτη φορά αρνητική ετήσια μεταβολή του Α.Ε.Π. κατά το έτος 2009, η οποία, μάλιστα, συνεχίζεται στην πενταετία που ακολουθεί. Επομένως, η εξαετία 2009-2014 ορίστηκε ως περίοδος ύπαρξης οικονομικής κρίσης. Ούτως ώστε να πραγματοποιηθεί σωστή σύγκριση και να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα, λήφθηκε ως περίοδος μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης η αντίστοιχη εξαετία ακριβώς πριν την περίοδο 2009-2014, δηλαδή η περίοδος 2003-2008.

Έτος	Κατά κεφαλήν ΑΕΠ (Ευρώ)
2000	13.200
2001	14.000
2002	15.000
2003	16.400
2004	17.700
2005	18.100
2006	19.800
2007	21.100
2008	21.800
2009	21.400
2010	20.300
2011	18.600
2012	17.300
2013	16.500
2014	16.300
2015	16.200

Πίνακας 4.4 Κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (σε ευρώ) για την Ελλάδα την περίοδο 2000-2015 (Eurostat, February 2017).

Στο σημείο αυτό, αξίζει να γίνει μια αναφορά και στην επιλογή του δείγματος με βάση των αριθμό των νεκρών αλλά και των σοβαρά τραυματιών. Από το λογισμικό Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. εξήχθησαν δύο βάσεις δεδομένων. Η πρώτη αφορά τους νεκρούς και σοβαρά τραυματίες, ενώ η δεύτερη αποκλειστικά τους νεκρούς. Θεωρήθηκε, ωστόσο, καταλληλότερη για τη μετέπειτα στατιστική ανάλυση η βάση δεδομένων η οποία συμπεριλαμβάνει νεκρούς και σοβαρά τραυματίες. Η βάση αυτή αποτελεί μεγαλύτερο δείγμα και επομένως θα οδηγήσει σε πιο αξιόπιστα συμπεράσματα, ενώ παράλληλα το αντίκτυπο των σοβαρών τραυματισμών στις ζωές των ανθρώπων, καθιστά τη μείωση τους εξίσου αναγκαία με τη μείωση των θανάτων στα οδικά ατυχήματα.

4.3.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.3.2.1 Παρουσίαση και περιγραφή συγκεντρωτικών πινάκων

Σημαντικό στάδιο στην παρούσα φάση της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η δημιουργία και ο σχολιασμός ορισμένων συγκεντρωτικών πινάκων. Οι συγκεντρωτικοί πίνακες, σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα συγκεντρωτικά γραφήματα τους, κρίνονται ιδιαίτερα σημαντικοί, καθώς συμβάλλουν στην ευκολότερη ανάγνωση των στοιχείων της βάσης δεδομένων. Παράλληλα, συνεισφέρουν στην εξαγωγή κάποιων αρχικών συμπερασμάτων, καθώς και στη διαμόρφωση μίας αρχικής εικόνας της μεταβολής του αριθμού των νεκρών και σοβαρά τραυματιών κατά τη διάρκεια της οικονομικής ύφεσης, ως προς τα χαρακτηριστικά τους. Τη διαδικασία αυτή θα ακολουθήσει, σαφώς, η αναλυτικότερη και ορθότερη επεξεργασία με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού στατιστικής ανάλυσης. Τα συμπεράσματα της ανάλυσης των συγκεντρωτικών πινάκων παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 4.5 *Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά έτος, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά*

Γίνεται εύκολα αντιληπτή στον **πίνακα 4.5**, η καθοδική τάση του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών από το 2004 και έπειτα. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται μείωση κατά 54.2% την περίοδο 2003-2014. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση κατά τη διάρκεια των ετών της κρίσης είναι κατά πολύ μεγαλύτερη(42.2%) έναντι της μείωσης στην περίοδο της μη ύπαρξης κρίσης(13,4%). Η εντονότερη αυτή μείωση κατά τα έτη 2009-2014 υποδηλώνει τη θετική επίδραση της οικονομικής ύφεσης στα οδικά ατυχήματα.

Έτος	Κατοικημένη Περιοχή	Μη κατοικημένη περιοχή	Γενικό Άθροισμα
2003	2146	1807	3953
2004	2233	1832	4065
2005	2187	1741	3928
2006	2032	1646	3678
2007	1832	1601	3433
2008	1809	1616	3425
2009	1664	1468	3132
2010	1638	1329	2967
2011	1589	1178	2767
2012	1420	967	2387
2013	1242	849	2091
2014	1071	740	1811
Γενικό Άθροισμα	20863	16774	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-50,1%	-59,0%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-15,7%	-10,6%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-35,6%	-49,6%	-42,2%

Πίνακας 4.6 *Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά τύπο περιοχής, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά*

Εξετάζοντας τον **πίνακα 4.6**, παρατηρείται για την περίοδο της κρίσης, μια εντονότερη μείωση των παθόντων στις μη κατοικημένες περιοχές(49,6%), σε σχέση με τις κατοικημένες(35,6%).Για την εξαετία 2003-2008 όμως, φαίνεται ότι οι νεκροί και σοβαρά τραυματίες μειώθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό για τις κατοικημένες περιοχές(15,7%) έναντι των μη κατοικημένων(10,6%).Το γεγονός αυτό ενδέχεται να οφείλεται στο μικρότερο αριθμό μετακινήσεων μεγάλων αποστάσεων για λόγους αναφυχής ή για επαγγελματικούς λόγους, ως αποτέλεσμα της κρίσης.

Έτος	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο	Γενικό Άθροισμα
2003	1988	1719	246	3953
2004	2076	1751	238	4065
2005	2061	1663	204	3928
2006	1923	1583	172	3678
2007	1838	1421	174	3433
2008	1788	1434	203	3425
2009	1677	1316	139	3132
2010	1609	1187	171	2967
2011	1534	1107	126	2767
2012	1269	980	138	2387
2013	1149	833	109	2091
2014	1003	699	109	1811
Γενικό Άθροισμα	19915	15693	2029	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-49,5%	-59,3%	-55,7%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-10,1%	-16,6%	-17,5%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-40,2%	-46,9%	-21,6%	-42,2%

Πίνακας 4.7 *Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά συνθήκες φωτισμού, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά*

Όσον αφορά τη μεταβολή του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών ως προς τις συνθήκες φωτισμού τη στιγμή του ατυχήματος(**πίνακας 4.7**), παρατηρείται ότι κατά την περίοδο της κρίσης η μείωση είναι εντονότερη τόσο για τη μέρα όσο και για τη νύχτα .Ωστόσο, φαίνεται ότι τα ποσοστά μεταβολής για τις δύο περιπτώσεις φωτισμού(μέρα, νύχτα) ακολουθούν παρόμοια τάση στις 2 διαφορετικές περιόδους. Για

την περίπτωση του σούρουπου δεν μπορεί να εξαχθεί κάποιο ασφαλές συμπέρασμα, λόγω του μικρού αριθμού παρατηρήσεων.

Έτος	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία	Γενικό Άθροισμα
2003	153	475	3325	3953
2004	141	396	3528	4065
2005	99	375	3454	3928
2006	131	329	3218	3678
2007	62	321	3050	3433
2008	72	277	3076	3425
2009	62	351	2719	3132
2010	73	301	2593	2967
2011	55	250	2462	2767
2012	78	201	2108	2387
2013	45	155	1891	2091
2014	40	186	1585	1811
Γενικό Άθροισμα	1011	3617	33009	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-73,9%	-60,8%	-52,3%	54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-52,9%	-41,7%	-7,5%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-35,5%	-47,0%	-41,7%	-42,2%

Πίνακας 4.8 Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά ατμοσφαιρικές συνθήκες, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά

Βάσει του **πίνακα 4.8** ο ρυθμός μεταβολής των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών υπό συνθήκες βροχής κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα για τις δύο εξεταζόμενες περιόδους, δηλαδή παρατηρείται μείωση κατά 41.7% την περίοδο πριν την κρίση και μείωση 47% την περίοδο ύπαρξης της κρίσης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει, όμως, ο βαθμός μείωσης των νεκρών και σοβαρά τραυματιών υπό συνθήκες καλοκαιρίας τη χρονική στιγμή του ατυχήματος. Παρατηρείται σύμφωνα πάντα με τον **πίνακα 4.8**, τεράστια διαφορά στη μείωση για την περίοδο της κρίσης(41.7%), συγκριτικά με την περίοδο ακριβώς πριν την κρίση(7,5%). Αξίζει να επισημανθεί, βέβαια, ότι οι νεκροί και σοβαρά τραυματίες σε συνθήκες καλοκαιρίας (33.009) ξεπερνούν κατά πολύ τους αντίστοιχους σε συνθήκες βροχής (3.617).

Έτος	Ναί	Όχι	Γενικό Άθροισμα
2003	968	2985	3953
2004	935	3130	4065
2005	948	2980	3928
2006	851	2827	3678
2007	729	2704	3433
2008	720	2705	3425
2009	655	2477	3132
2010	696	2271	2967
2011	632	2135	2767
2012	642	1745	2387
2013	497	1594	2091
2014	452	1359	1811
Γενικό Άθροισμα	8725	28912	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-53,3%	-54,5%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-25,6%	-9,4%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-31,0%	-45,1%	-42,2%

Πίνακας 4.9 Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ως προς την ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική

εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά

Ως προς την ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης, σύμφωνα με τον πίνακα 4.9, τα ποσοστά μεταβολής για τις 2 περιόδους είναι παρόμοια (-25,6% για τα έτη 2003-2008 και -31% για τα έτη 2009-2014). Αντιθέτως, για ατυχήματα σε μη ισόπεδη διασταύρωση, η απόκλιση των ποσοστών μεταβολής των δύο περιόδων είναι αρκετά μεγαλύτερη. Συγκεκριμένα, για την περίοδο 2003-2008 παρατηρείται μείωση της τάξης του 9.4%, ενώ για την περίοδο 2009-2014 παρατηρείται μείωση της τάξης του 45.1%.

Έτος	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε
2003	91	1172	175
2004	78	1318	199
2005	71	1301	202
2006	81	1287	149
2007	64	1161	125
2008	87	1218	127
2009	72	1147	102
2010	59	1111	115
2011	57	1099	115
2012	58	969	111
2013	37	843	93
2014	35	783	84
Γενικό Άθροισμα	790	13409	1597
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-61,5%	-33,2%	-52,0%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-4,4%	3,9%	-27,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-51,4%	-31,7%	-17,6%

Έτος	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορτηγό	Γενικό Άθροισμα
2003	2029	71	58	337	3953
2004	2068	44	54	288	4065
2005	2029	24	41	249	3928
2006	1803	33	43	258	3678
2007	1808	18	36	203	3433
2008	1695	23	47	212	3425
2009	1545	13	42	196	3132
2010	1397	23	49	201	2967
2011	1240	20	46	174	2767
2012	1021	18	49	148	2387
2013	926	17	37	130	2091
2014	742	10	37	118	1811
Γενικό Άθροισμα	18303	314	539	2514	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-63,4%	-85,9%	-36,2%	-65,0%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-16,5%	-67,6%	-19,0%	-37,1%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-52,0%	-23,1%	-11,9%	-39,8%	-42,2%

Πίνακες 4.10 & 4.11 Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ως προς τον τύπο οχήματος, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά

Αναφορικά με τη μεταβολή των νεκρών και σοβαρά τραυματιών σε σχέση με τον τύπο οχήματος, οι εκτιμήσεις βασίζονται στα στοιχεία των πινάκων 4.10 και 4.11. Άξια

σχολιασμού αποτελεί η διαφορά στη μείωση των παθόντων όταν το εμπλεκόμενο όχημα είναι επιβατικό, με ποσοστό μεταβολής -16.5% για την περίοδο 2003-2008 και -52% για την περίοδο 2009-2014.

Σημαντική διαφορά παρουσιάζουν τα ποσοστά μεταβολής για τα δίκυκλα άνω των 50 κυβικών εκατοστών. Ο αυξανόμενος μάλιστα ρυθμός για την προ οικονομικής κρίσης περίοδο κατά 3.9%, αντιστρέφεται με τη μείωση κατά 31.7% για την εξαιτία της κρίσης. Εν αντιθέσει με τις παραπάνω μεταβολές, για τα δίκυκλα μέχρι 49 κυβικά εκατοστά, η παρατηρούμενη μείωση για την περίοδο της κρίσης(17.6%) είναι μικρότερη σε σύγκριση με τη μείωση για την εξεταζόμενη περίοδο προ κρίσης(27.4%).

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, ο βαθμός μείωσης για τα φορτηγά την περίοδο 2009-2014, παρέμεινε στο ίδιο επίπεδο με τον αντίστοιχο βαθμό για την περίοδο 2003-2008, με ποσοστά μεταβολής -39.8% και 37.1% αντίστοιχα. Επιπλέον, πτώση στο ποσοστό μείωσης, για την περίοδο της οικονομικής κρίσης, παρατηρήθηκε και στην εμπλοκή ποδηλάτων σε ατυχήματα με νεκρούς. Ειδικότερα, την περίοδο 2003-2008 το καταγεγραμμένο ποσοστό μεταβολής ήταν -19%, ενώ την περίοδο 2009-2014 -11.9%. Ο αριθμός των περιπτώσεων για τα ποδήλατα, βέβαια, είναι σημαντικά χαμηλότερος σε σχέση με τους προαναφερθέντες τύπους οχημάτων.

Τέλος, αναφορικά με τα λεωφορεία τα ποσοστά μεταβολής δεν έχουν την ανάλογη σημασία, καθώς αφενός μεν το πλήθος των περιπτώσεων είναι πολύ μικρό(μόλις 314), αφετέρου δε ένα μεμονωμένο ατύχημα με λεωφορείο σε συγκεκριμένο έτος, διαφοροποιεί σε μεγάλο βαθμό το ποσοστό μεταβολής της περιόδου στην οποία ανήκει.

Έτος	Επιβάτης	Οδηγός	Πεζός	Γενικό Άθροισμα
2003	920	2402	631	3953
2004	891	2469	705	4065
2005	906	2449	573	3928
2006	738	2378	562	3678
2007	700	2183	550	3433
2008	669	2247	509	3425
2009	620	2059	453	3132
2010	588	1935	444	2967
2011	535	1799	433	2767
2012	425	1584	378	2387
2013	384	1397	310	2091
2014	309	1236	266	1811
Γενικό Άθροισμα	7685	24138	5814	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-66,4%	-48,5%	-57,8%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-27,3%	-6,5%	-19,3%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-50,2%	-40,0%	-41,3%	-42,2%

Πίνακας 4.12 *Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά κατηγορία εμπλεκόμενου προσώπου, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξεταζόμενη(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά*

Εξετάζοντας τον **πίνακα 4.12**, προκύπτει ότι η μεγαλύτερη διαφοροποίηση της μεταβολής του αριθμού των παθόντων, αφορά την κατηγορία των οδηγών, με ποσοστά -6.5% για την προ ύπαρξης οικονομικής κρίσης εξαιτία και -40% για την αντίστοιχη της ύπαρξης της κρίσης. Για την κατηγορία των επιβατών, τα αντίστοιχα ποσοστά μεταβολής είναι -27.3% για την εξαιτία πριν την κρίση και -50.2% για την εξαιτία της

κρίσης. Τέλος, ο αριθμός των νεκρών ή σοβαρά τραυματισμένων πεζών, μεταβάλλεται κατά -19.3% την εξαετία 2003-2008 και -41.3% την εξαετία 2009-2014.

Έτος	Άρρεν	Θήλυ	Γενικό Άθροισμα
2003	3134	811	3953
2004	3161	894	4065
2005	3038	879	3928
2006	2973	694	3678
2007	2712	710	3433
2008	2723	692	3425
2009	2518	605	3132
2010	2356	611	2967
2011	2180	587	2767
2012	1902	485	2387
2013	1625	466	2091
2014	1448	363	1811
Γενικό Άθροισμα	29770	7797	37637
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-53,8%	-55,2%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-13,1%	-14,7%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-42,5%	-40,0%	-42,2%

Πίνακας 4.13 Σύνολο νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά φύλο του εμπλεκόμενου προσώπου, για την περίοδο 2003-2014 και ποσοστά μεταβολής για τη συνολική εξαετία(2003-2014) περίοδο, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά

Όσον αφορά το φύλο του συμμετέχοντα στόχου, παρατηρείται περαιτέρω μείωση των παθόντων στο χρονικό διάστημα της κρίσης, συγκριτικά με το χρονικό διάστημα πριν την έναρξη της(πίνακας 4.13). Δεν παρατηρείται, όμως, διαφορά στο βαθμό της μείωσης αυτής ανάμεσα στα δύο φύλα. Ενδεικτικά η μεταβολή την εξαετία 2003-2008, είναι της τάξης του -13.1% για τους άνδρες και -14.7% για τις γυναίκες, ενώ την εξαετία 2009-2014 οι αντίστοιχες μεταβολές είναι -42.5% και -40%.

ΠΟΣΟΣΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ	0-5 έτη	6-9 έτη	10-14 έτη	15-17 έτη	18-20 έτη	21-24 έτη
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-76,9%	-76,9%	-76,1%	-75,5%	-63,9%	-60,6%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-20,5%	-35,9%	-56,7%	-40,8%	-22,3%	-22,3%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-75,7%	-52,6%	-68,6%	-57,5%	-47,0%	-42,8%
ΠΟΣΟΣΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ	25-34 έτη	35-44 έτη	45-54 έτη	55-64 έτη	65+ έτη	Γενικό Άθροισμα
Ποσοστό μεταβολής 2003-2014	-60,8%	-50,9%	-24,5%	-36,6%	-48,9%	-54,2%
Ποσοστό μεταβολής 2003-2008	-0,9%	-13,7%	-0,3%	-12,3%	-10,6%	-13,4%
Ποσοστό μεταβολής 2009-2014	-52,9%	-45,5%	-20,2%	-21,9%	-33,1%	-42,2%

Πίνακας 4.14 Ποσοστά μεταβολής νεκρών και σοβαρά τραυματιών ανά ηλικία του εμπλεκόμενου προσώπου, για την περίοδο 2003-2014, αλλά και για τις περιόδους 2003-2008 και 2009-2014 ξεχωριστά

Στον πίνακα 4.14, διακρίνονται τα ποσοστά μεταβολής του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών ανάλογα με την ηλικία τους. Στις μικρές ηλικιακές ομάδες κάτω των 18 ετών παρατηρείται επιπρόσθετη μείωση των νεκρών και των τραυματιών κατά τη διάρκεια της κρίσης, σε σχέση με την εξαετία πριν από την ύπαρξή της. Η επιπρόσθετη μείωση κυμαίνεται στο 12% με 17%, αναλόγως και με την ηλικιακή ομάδα. Εξαίρεση για μικρές ηλικίες αποτελεί η κατηγορία των παιδιών μέχρι 5 ετών, όπου η

παρατηρούμενη επιπλέον μείωση στην εξαιτία της κρίσης αγγίζει στο 55.2%. Για τους νέους οδηγούς(18-24), η μείωση είναι εντονότερη στην περίοδο της κρίσης, με την επιπλέον μείωση να εντοπίζεται στο 20% με 24% περίπου.

Οι ηλικίες 25-44 ετών, αποτελούν τις ηλικίες στις οποίες ο ρυθμός μείωσης των νεκρών και σοβαρά τραυματιών αυξάνεται περισσότερο στο διάστημα της οικονομικής κρίσης. Πιο συγκεκριμένα, για τις ηλικίες 25-34, η μείωση σε ποσοστό 0.9% για την εξαιτία 2003-2008 μεταβλήθηκε στη μείωση σε ποσοστό 52% για την εξαιτία 2009-2014. Για τη μείωση στις ηλικίες 35-44 έτη, οι αντίστοιχοι αριθμοί είναι 13.7% και 45.5%.

Όσον αφορά τις ηλικίες 45-64 η περαιτέρω μείωση κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης είναι μικρότερου βαθμού. Στις ηλικίες 45-54 παρατηρείται επιπλέον μείωση 19.9% τη δεύτερη εξεταζόμενη εξαιτία σε σχέση με την πρώτη, ενώ στις ηλικίες 55-64 η επιπλέον μείωση υπολογίζεται στο 9.6% για τη δεύτερη εξαιτία. Τέλος, αναφορικά με τους μεγαλύτερους των 65 ετών παθόντες, στο διάστημα της οικονομικής ύφεσης σημειώνεται επιπρόσθετη μείωση κατά 22.5%(10.6% για την εξαιτία 2003-2008 και 33.1% για την εξαιτία 2009-2014).

4.3.2.2. Σύνοψη αποτελεσμάτων συγκεντρωτικών πινάκων

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των ποσοστών μεταβολής της περιόδου της κρίσης (2009-2014) των διαφόρων βασικών χαρακτηριστικών των ατυχημάτων, με το συνολικό ποσοστό μεταβολής της αντίστοιχης περιόδου. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παραπάνω σύγκριση συνοψίζονται ως εξής:

- Οι νεκροί και σοβαρά τραυματίες ηλικιών 0-18 ετών παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη μείωση σχετικά με τη συνολική.
- Στις ηλικίες 45-64 παρατηρείται σημαντικά μικρότερη μείωση την εξαιτία της κρίσης.
- Τόσο τα δίκυκλα άνω των 50 κ.ε., όσο κυρίως και τα δίκυκλα μέχρι τα 49 κ.ε., παρουσιάζουν αρκετά μικρότερη μείωση σε σχέση με τη συνολική.
- Μικρή αύξηση των ποσοστών μεταβολής παρατηρείται και στα ποδήλατα.
- Τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται επιβατικά οχήματα παρουσιάζουν εντονότερη μείωση από τη συνολική.
- Μικρή μείωση παρουσιάζουν και τα ατυχήματα κατά το σούρουπο τα έτη της κρίσης.
- Όσον αφορά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, δεν παρατηρούνται αξιόλογες αποκλίσεις των ποσοστών μεταβολής από το ποσοστό μεταβολής του συνολικού αριθμού των νεκρών και σοβαρά τραυματιών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας καθώς και την παρουσίαση του συνόλου των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας. Μετά τη συλλογή και την επεξεργασία των απαραίτητων στοιχείων, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης.

Με βάση τη στατιστική επεξεργασία, καθορίζεται τελικώς ο τρόπος με τον οποίο η κρίση συμβάλλει στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών και βαριά τραυματιών, μέσω των διαφόρων χαρακτηριστικών των ατυχημάτων. Πρόκειται, επομένως, για μια αναλυτική διαδικασία αποτελούμενη από επιμέρους στάδια, καθένα από τα οποία έχει ιδιαίτερη σημασία για την επίτευξη του αρχικού στόχου.

Το πρώτο στάδιο της στατιστικής ανάλυσης αφορά την ομαδοποίηση των μεταβλητών βάσει κοινών τους χαρακτηριστικών και εν συνεχεία την κωδικοποίηση τους για την εισαγωγή στο λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί. Ακολούθως παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων στο περιβάλλον του λογισμικού στατιστικής επεξεργασίας. Τέλος, πραγματοποιείται ανάλυση και προσπάθεια εξήγησης των αποτελεσμάτων με βάση τη λογική, την εμπειρία και στοιχεία από τη συναφή βιβλιογραφία. Αναπόσπαστο κομμάτι των αποτελεσμάτων αποτελούν οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν παράλληλα, με σκοπό την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

Το εδάφιο που αφορά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, διακρίνεται στις εξής τρεις φάσεις:

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

Αξίζει να σημειωθεί ότι σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της μεθοδολογίας και στην επιλογή των τελικών μοντέλων έπαιξαν και άλλα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, ωστόσο δεν αποδείχθηκαν επαρκή για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

5.2.1 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Η αρχική βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί είναι αυτή η οποία προέκυψε από το λογισμικό Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. και έχει τη μορφή που παρουσιάστηκε στους πίνακες 4.1 και 4.2 του προηγούμενου κεφαλαίου. Προστέθηκε ωστόσο, η επιπλέον μεταβλητή της ύπαρξης κρίσης, με αποτέλεσμα οι στήλες των μεταβλητών να έχουν αυξηθεί κατά μία και παράλληλα αφαιρέθηκαν στα συμβάντα που περιέχουν άγνωστα στοιχεία.

Είναι εμφανές ότι τα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων που αφορούν την ηλικία και τον τύπο του συνδεδεμένου οχήματος διαχωρίστηκαν σε ένα μεγάλο αριθμό κατηγοριών. Ο εκτενής αυτός διαχωρισμός συνεπάγεται για ορισμένες ηλικιακές ομάδες και τύπους οχημάτων, μικρό αριθμό παρατηρήσεων, με αποτέλεσμα η εξαγωγή συμπερασμάτων να καθίσταται μη ασφαλής. Κρίνεται απαραίτητη επομένως, η περαιτέρω ομαδοποίηση των κατηγοριών αυτών με βάση τα κοινά τους χαρακτηριστικά, τη λογική αλλά και τις εκτιμήσεις από τους συγκεντρωτικούς πίνακες. Στην επιλογή διερεύνησης μικρότερου αριθμού μεταβλητών από τον αρχικά επιλεχθέντα, συνέβαλαν και τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν ενδιάμεσως και τα οποία δεν οδήγησαν σε ασφαλή συμπεράσματα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τροποποιήσεις που σημειώθηκαν στις κατηγορίες του τύπου του συνδεδεμένου με το ατύχημα οχήματος και της ηλικίας του παθόντος.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	
	Πριν τη συγχώνευση	Μετά τη συγχώνευση
Τύπος οχήματος	Άλλος	Άλλος
	Δίκυκλο μέχρι 49 κ.ε.	Μηχανοκίνητα Δίκυκλα
	Δίκυκλο από 50 κ.ε. και άνω	
	Επιβατικό	Επιβατικά
	Λεωφορείο	
	Ποδήλατο	Λεωφορεία/Φορτηγά
	Φορτηγό	
Ηλικία χρήστη οδού	0-5 έτη	0-17 έτη
	6-9 έτη	
	10-14 έτη	
	15-17 έτη	
	18-20 έτη	18-24 έτη
	21-24 έτη	
	25-34 έτη	25-44 έτη
	35-44 έτη	
	45-54 έτη	45-64 έτη
	55-64 έτη	
	65+ έτη	65+ έτη

Πίνακας 5.1 Τελική ομαδοποίηση ηλικιακών ομάδων και τύπων οχήματος

Για την πραγματοποίηση της παλινδρόμησης, δημιουργήθηκε η τελική βάση δεδομένων, η οποία περιελάμβανε των αριθμό των νεκρών και σοβαρά τραυματιών για κάθε πιθανό συνδυασμό των χαρακτηριστικών τους για τη συνολική εξεταζόμενη περίοδο 2003-2014.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
Υπαρξη οικονομικης κρίσης	Περίοδος (2003-2008)-Όχι
	Περίοδος (2009-2014)-Ναι
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Κατοικημένη περιοχή
	Μη κατοικημένη περιοχή
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Μέρα
	Σούρουπο
	Νύχτα
Ατμοσφαιρικές συνθήκες 2ατυχήματος	Άλλες
	Βροχή
	Καλοκαιρία
Υπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης	Ναι
	Όχι
Είδος-χρήση του συνδεδεμένου οχήματος	Άλλος
	Μηχανοκίνητα Δίκυκλα
	Επιβατικά
	Λεωφορεία/Φορτηγά
Κατηγορία χρήστη οδού	Πεζός
	Οδηγός
	Επιβάτης
Φύλο χρήστη οδού	Άρρεν
	Θήλυ
Ηλικία χρήστη οδού	0-17 έτη
	18-24 έτη
	25-44 έτη
	45-64 έτη
	65+ έτη

Πίνακας 5.2 Κατηγορίες των χαρακτηριστικών των ατυχημάτων τελικής βάσης δεδομένων.

5.2.2 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Για την εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης **IBM SPSS Statistics**, είναι απαραίτητη η κωδικοποίηση των μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν, διότι το εν λόγω λογισμικό δέχεται στοιχεία αριθμητικής μορφής. Τις εισαγόμενες μεταβλητές αποτελούν τα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων με βάση τα οποία συλλέχθηκε το πλήθος των νεκρών και βαριά τραυματιών. Οι διακριτές τιμές των δεδομένων εισαγωγής, αφορούν τις κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα παραπάνω βασικά χαρακτηριστικά.

Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίζεται το πλήθος των παθόντων, ενώ αντίστοιχα ως ανεξάρτητες μεταβλητές όλα τα χαρακτηριστικά τους, τα οποία και επηρεάζουν το πλήθος αυτό.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	Κωδικός μεταβλητής	Τύπος μεταβλητής
Υπαρξη οικονομικής κρίσης	Περίοδος (2003-2008)-Όχι	0	Ανεξάρτητη
	Περίοδος (2009-2014)-Ναι	1	
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή	0	Ανεξάρτητη
	Κατοικημένη περιοχή	1	
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Μέρα	0	Ανεξάρτητη
	Σούρουπο	1	
	Νύχτα	2	
Ατμοσφαιρικές συνθήκες 2 ατυχήματος	Άλλες	0	Ανεξάρτητη
	Βροχή	1	
	Καλοκαιρία	2	
Υπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης	Όχι	0	Ανεξάρτητη
	Ναι	1	
Τύπος του συνδεδεμένου οχήματος	Άλλος	0	Ανεξάρτητη
	Επιβατικό	1	
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	2	
	Λεωφορείο/Φορητό	3	
Κατηγορία χρήστη οδού	Πεζός	0	Ανεξάρτητη
	Επιβάτης	1	
	Οδηγός	2	
Φύλο χρήστη οδού	Άρρεν	0	Ανεξάρτητη
	Θήλυ	1	
Ηλικία χρήστη οδού	0-17 έτη	0	Ανεξάρτητη
	18-24 έτη	1	
	25-44 έτη	2	
	45-64 έτη	3	
	65+ έτη	4	
Νεκροί και βαριά τραυματίες			Εξαρτημένη

Πίνακας 5.3 Κωδικοποίηση ομαδοποιημένων μεταβλητών τελικής βάσης δεδομένων για τη στατιστική τους ανάλυση

Year	Crisis	Accident Area	Lighting Conditons	Weather Conditions	Traffic Junction	Type of Vehicle2	Road User Type	Gender	Age2	KSI
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	1	1
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	1	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	2	3
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	2	5
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	3	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	3	4
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	4	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	1	1	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	1	2	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	2	2
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	2	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	3	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	3	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	4	3
2003	0	1	0	2	1	1	1	1	1	2
2003	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	1	3	3
2003	0	1	0	2	1	1	0	0	0	1
2003	0	1	0	2	1	1	0	0	0	1
2003	0	1	0	2	1	1	0	0	2	1
2003	0	1	0	2	1	1	0	0	3	3
2003	0	1	0	2	1	1	0	0	3	3
2003	0	1	0	2	1	1	0	0	4	10
2003	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1

Πίνακας 5.4 Απόσπασμα τελικής κωδικοποιημένης βάσης δεδομένων για την περίοδο 2003--2014 σε αρχείο xls.

Ωστόσο, για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας δεν αρκεί μόνο ο καθορισμός του βαθμού της άμεσης επιρροής της οικονομικής ύφεσης στην εξέλιξη των νεκρών και βαριά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Εξίσου αναγκαία είναι και η αποτύπωση της επιρροής αυτής μέσω των υπολοίπων χαρακτηριστικών των ατυχημάτων.. Κρίθηκε απαραίτητη η ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων δύο ξεχωριστών στατιστικών μοντέλων, καθένα από τα οποία αναφέρεται στις δύο διαφορετικές ως προς την ύπαρξη κρίσης περιόδους.

Επομένως, εκτός από τη βάση δεδομένων η οποία περιλαμβάνει στοιχεία για ολόκληρη την εξεταζόμενη περίοδο (2003-2014), δημιουργήθηκαν δύο επιπλέον βάσεις δεδομένων. Αρχικά για την περίοδο της μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης (2003-2008), καθώς και για την περίοδο στην οποία αυτή επικρατούσε (2009-2014). Οι επιμέρους αυτές βάσεις δεδομένων αποτελούνται από τις ακριβώς ίδιες μεταβλητές από τις οποίες αποτελείται η πρώτη βάση (2003-2014). Επιπλέον, η ομαδοποίηση και η κωδικοποίηση τους δε μεταβλήθηκαν σε σχέση με την προηγούμενη. Η μοναδική τροποποίηση που υπέστησαν σχετίζεται με τη μεταβλητή της κρίσης. Οι δύο τιμές που λαμβάνει η μεταβλητή αυτή είναι «0» για την εξαετία 2003-2008 και «1» για την εξαετία 2009-2014 και υποδηλώνουν την ύπαρξη ή μη οικονομικής κρίσης τη χρονική στιγμή του ατυχήματος. Αφαιρέθηκε, λοιπόν, καθώς εξετάζονται ξεχωριστά οι δύο περιπτώσεις και επομένως δεν έχει νόημα η χρήση της.

Year	Accident Area	Lighting Conitions	Weather Conditions	Traffic Junction	Type of Vehicle2	Road User Type	Type of vehicle4	Gender	Age2	KSI
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	1	1
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	1	2
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	2	3
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	2	5
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	3	2
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	3	4
2003	1	0	2	1	1	2	1	0	4	2
2003	1	0	2	1	1	2	1	1	1	2
2003	1	0	2	1	1	2	1	1	2	1
2003	1	0	2	1	1	1	1	0	0	1

Πίνακας 5.5 Κωδικοποιημένη βάση δεδομένων για την περίοδο 2003-2008 σε αρχείο xls.

Year	Accident Area	Lighting Conitions	Weather Conditions	Traffic Junction	Type of Vehicle2	Road User Type	Type of vehicle4	Gender	Age2	KSI
2009	1	0	2	1	1	2	1	0	1	1
2009	1	0	2	1	1	2	1	0	2	2
2009	1	0	2	1	1	2	1	0	2	3
2009	1	0	2	1	1	2	1	0	3	2
2009	1	0	2	1	1	2	1	0	3	5
2009	1	0	2	1	1	2	1	0	4	4
2009	1	0	2	1	1	2	1	1	1	1
2009	1	0	2	1	1	2	1	1	2	2
2009	1	0	2	1	1	2	1	1	2	3
2009	1	0	2	1	1	2	1	1	3	1

Πίνακας 5.6 Κωδικοποιημένη βάση δεδομένων για την περίοδο 2009-2014 σε αρχείο xls.

Τα τρία παραπάνω αρχεία, δηλαδή οι πίνακες 5.4, 5.5, 5.6, είναι έτοιμα για να εισαχθούν ως στοιχεία εισόδου στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS.

5.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Παρατηρήθηκε από την δομή των εξαρτημένων μεταβλητών ότι τα δεδομένα έχουν την μορφή ακεραίου αριθμού από το 1 έως το 100. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει κανένας αρνητικός και κανένας δεκαδικός αριθμός, σε συνδυασμό με ότι αναφέρθηκε στο

κεφάλαιο 3 «Θεωρητικό Υπόβαθρο» οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι πιο κατάλληλες κατανομές για την περιγραφή του μοντέλου είναι οι κατανομή Poisson και η αρνητική διωνυμική κατανομή.

Για τη διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή και τη διασπορά των τιμών των μεταβλητών, είναι απαραίτητη η παραγωγή περιγραφικών στατιστικών στοιχείων πέρα από τους άμεσους αριθμούς του σταδίου της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων. Αφού εισαχθούν οι προς μελέτη βάσεις δεδομένων στο λογισμικό SPSS, το παραπάνω ζητούμενο επιτυγχάνεται μέσω της πορείας επιλογών Analyze → Descriptive statistics → Descriptives → Options και την εντολή για την εξαγωγή των επιθυμητών στοιχείων. Τα στατιστικά μεγέθη τα οποία επιλέχθηκαν είναι εκείνα της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, της διακύμανσης, του μεγίστου και του ελαχίστου. Επισημαίνεται ότι οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές, συνεπώς η διαδικασία πραγματοποιήθηκε μόνο για τη μεταβλητή που αναφέρεται στο πλήθος των νεκρών και βαριά τραυματιών (KSI).

Descriptive Statistics						
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
KSI	11701	1	86	3,15	5,685	32,319
Valid N (listwise)	11701					

Πίνακας 5.7 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο της περιόδου 2003-2014

Descriptive Statistics						
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
KSI	6564	1	86	3,35	6,257	39,150
Valid N (listwise)	6564					

Πίνακας 5.8 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο της περιόδου 2003-2008

Descriptive Statistics						
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
KSI	5131	1	64	2,89	4,847	23,496
Valid N (listwise)	5131					

Πίνακας 5.9 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο της περιόδου 2009-2014

Στους παραπάνω πίνακες γίνεται αντιληπτό ότι και στις τρεις βάσεις δεδομένων η διακύμανση (variance) των στοιχείων είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο τους (mean). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό βέβαια και με τις πληροφορίες που αντλήθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση παρεμφερών ερευνών, συνέβαλε στην επιλογή της **αρνητικής διωνυμικής κατανομής** για τη στατιστική ανάλυση που εκπονήθηκε.

5.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Το επόμενο στάδιο αφορά τη διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών. Μέσω της διερεύνησης αυτής, επιδιώκεται η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών, αλλά και η κατά το δυνατόν μη συσχέτιση μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών. Η διαδικασία της μέτρησης συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται στο SPSS μέσω της εντολής Analyze (Analyze → Correlate → Bivariate Correlations). Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πεδίο Variables.

Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Θετικό πρόσημο της εκάστοτε τιμής του κάθε συντελεστή δηλώνει ότι με αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής υπάρχει ομόσημη αύξηση της ανεξάρτητης, ενώ αρνητικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει ετερόσημη αύξηση. Όπως έχει επισημανθεί ήδη στο κεφάλαιο 3.3, τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση και κοντά στο -1 ισχυρή αρνητική συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία ανάμεσα σε δύο μεταβλητές. Στην προκειμένη περίπτωση η εξέταση των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών πραγματοποιήθηκε αρχικά σύμφωνα με τον εμπειρικό όριο του 0,5. Εάν κάποιος συντελεστής συσχέτισης προέκυπτε υψηλότερος του 0,5, θα εξεταζόταν το κατά πόσο αυτή η συσχέτιση θα ήταν εφικτή στην πραγματικότητα. Για το σύνολο των μεταβλητών επιλέχθηκε ο συντελεστής Spearman.

Όπως φαίνεται και στους πίνακες 5.10, 5.11, 5.12 οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τη στατιστική ανάλυση δεν παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Μάλιστα, δεν παρατηρείται ούτε ένα ζευγάρι ανεξάρτητων μεταβλητών οι οποίες να παρουσιάζουν συσχέτιση μεγαλύτερη από τα επιτρεπτά με βάση το όριο του 0,5. Επομένως, συμπεραίνεται ότι ορθώς εισήχθησαν ταυτόχρονα κατά την ανάπτυξη των μοντέλων.

Correlations											
			Crisis	Accident_Area	Lighting_Confitions	Weather_Con ditions	Traffic_Juncti on	Type_of_Vehi cle2	Road_User_T ype	Gender	Age2
Spearman's rho	Crisis	Correlation Coefficient	1,000	,003	-,025**	,023**	-,016	-,007	,033**	-,006	,031**
		Sig. (2-tailed)	.	,727	,006	,012	,086	,420	,000	,532	,001
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Accident_Area	Correlation Coefficient	,003	1,000	,031**	,100**	,174**	,064**	-,132**	,053**	-,021**
		Sig. (2-tailed)	,727	.	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,020
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Lighting_Confitions	Correlation Coefficient	-,025**	,031**	1,000	-,055**	-,041**	-,018**	-,009	-,044**	-,073**
		Sig. (2-tailed)	,006	,001	.	,000	,000	,047	,355	,000	,000
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Weather_Conditions	Correlation Coefficient	,023**	,100**	-,055**	1,000	,121**	,064**	-,095**	,075**	-,061**
		Sig. (2-tailed)	,012	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Traffic_Junction	Correlation Coefficient	-,016	,174**	-,041**	,121**	1,000	,023*	,038**	-,010	,039**
		Sig. (2-tailed)	,086	,000	,000	,000	.	,011	,000	,302	,000
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Type_of_Vehicle2	Correlation Coefficient	-,007	,064**	-,018**	,064**	,023*	1,000	-,010	-,063**	,011
		Sig. (2-tailed)	,420	,000	,047	,000	,011	.	,273	,000	,245
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Road_User_Type	Correlation Coefficient	,033**	-,132**	-,009	-,095**	,038**	-,010	1,000	-,269**	-,054**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,355	,000	,000	,273	.	,000	,000
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701
	Gender	Correlation Coefficient	-,006	,053**	-,044**	,075**	-,010	-,063**	-,269**	1,000	,009
		Sig. (2-tailed)	,532	,000	,000	,000	,302	,000	,000	.	,311
		N	11695	11695	11695	11695	11695	11695	11695	11695	11695
	Age2	Correlation Coefficient	,031**	-,021**	-,073**	-,061**	,039**	,011	-,054**	,009	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	,020	,000	,000	,000	,245	,000	,311	.
		N	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11701	11695	11701

**.

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

*.

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

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

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

Πίνακας 5.10 Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για την περίοδο 2003-2014

Correlations										
			Accident_Area	Lighting_Conditions	Weather_Conditions	Traffic_Junction	Type_of_Vehicle2	Road_User_Type	Gender	Age2
Spearman's rho	Accident_Area	Correlation Coefficient	1,000	,021	,094**	,166**	,071**	-,129**	,051**	-,015
		Sig. (2-tailed)	.	,096	,000	,000	,000	,000	,000	,217
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Lighting_Conditions	Correlation Coefficient	,021	1,000	-,064**	-,024	-,020	,002	-,040**	-,071**
		Sig. (2-tailed)	,096	.	,000	,056	,111	,889	,001	,000
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Weather_Conditions	Correlation Coefficient	,094**	-,064**	1,000	,118**	,079**	-,096**	,085**	-,046**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Traffic_Junction	Correlation Coefficient	,166**	-,024	,118**	1,000	,019	,036**	-,008	,035**
		Sig. (2-tailed)	,000	,056	,000	.	,131	,003	,535	,005
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Type_of_Vehicle2	Correlation Coefficient	,071**	-,020	,079**	,019	1,000	-,015	-,063**	,011
		Sig. (2-tailed)	,000	,111	,000	,131	.	,220	,000	,389
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Road_User_Type	Correlation Coefficient	-,129**	,002	-,096**	,036**	-,015	1,000	-,266**	-,060**
		Sig. (2-tailed)	,000	,889	,000	,003	,220	.	,000	,000
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Gender	Correlation Coefficient	,051**	-,040**	,085**	-,008	-,063**	-,266**	1,000	,019
		Sig. (2-tailed)	,000	,001	,000	,535	,000	,000	.	,128
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564
	Age2	Correlation Coefficient	-,015	-,071**	-,046**	,035**	,011	-,060**	,019	1,000
		Sig. (2-tailed)	,217	,000	,000	,005	,389	,000	,128	.
		N	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564	6564

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

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

Πίνακας 5.11 Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για την περίοδο 2003-2008

Correlations										
			Accident_Area	Lighting_Conditions	Weather_Conditions	Traffic_Junction	Type_of_Vehicle2	RoadUserType	Gender	Age2
Spearman's rho	Accident_Area	Correlation Coefficient	1,000	,045**	,108**	,184**	,055**	-,137**	,055**	-,029*
		Sig. (2-tailed)	.	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,041
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	Lighting_Conditions	Correlation Coefficient	,045**	1,000	-,040**	-,064**	-,016	-,019	-,049**	-,073**
		Sig. (2-tailed)	,001	.	,004	,000	,243	,166	,000	,000
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	Weather_Conditions	Correlation Coefficient	,108**	-,040**	1,000	,126**	,045**	-,095**	,062**	-,084**
		Sig. (2-tailed)	,000	,004	.	,000	,001	,000	,000	,000
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	Traffic_Junction	Correlation Coefficient	,184**	-,064**	,126**	1,000	,030**	,041**	-,012	,045**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,034	,004	,382	,001
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	Type_of_Vehicle2	Correlation Coefficient	,055**	-,016	,045**	,030**	1,000	-,004	-,063**	,011
		Sig. (2-tailed)	,000	,243	,001	,034	.	,799	,000	,423
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	RoadUserType	Correlation Coefficient	-,137**	-,019	-,095**	,041**	-,004	1,000	-,272**	-,049**
		Sig. (2-tailed)	,000	,166	,000	,004	,799	.	,000	,000
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	Gender	Correlation Coefficient	,055**	-,049**	,062**	-,012	-,063**	-,272**	1,000	-,003
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,382	,000	,000	.	,857
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131
	Age2	Correlation Coefficient	-,029*	-,073**	-,084**	,045**	,011	-,049**	-,003	1,000
		Sig. (2-tailed)	,041	,000	,000	,001	,423	,000	,857	.
		N	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131	5131

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

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

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

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

Πίνακας 5.12 Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για την περίοδο 2009-2014

5.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

5.5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Για τη λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού απαιτείται ο καθορισμός τριών αρχείων, του αρχείου δεδομένων εισόδου, του αρχείου ελέγχου και του αρχείου των 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 προς ανάλυση βάσης δεδομένων, ομαδοποιημένα και κωδικοποιημένα όπως παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Στο αρχείο ελέγχου καθορίζονται από το χρήστη οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν, ενώ παράλληλα επιλέγεται ποια θα είναι εξαρτημένη και ποιες οι

ανεξάρτητες. Επιπροσθέτως, τίθεται στην ευχέρεια του χρήστη η μέθοδος παλινδρόμησης καθώς και η κατανομή που ακολουθούν οι τιμές των μεταβλητών. Πρόκειται δηλαδή για ένα αρχείο το οποίο παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα μέσω μιας σειράς από επιλογές να πραγματοποιήσει με τον τρόπο που επιθυμεί τη στατιστική ανάλυση των εισαγόμενων στο αρχείο εισόδου στοιχείων.

Στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε ως εξαρτημένη μεταβλητή το πλήθος των νεκρών και σοβαρά τραυματιών (KSI: killed and seriously injured) και ως ανεξάρτητες τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων, συμπεριλαμβανομένης και της μεταβλητής της οικονομικής κρίσης. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε μέσω της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης (loglinear regression), ενώ παράλληλα θεωρήθηκε ότι το δείγμα ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται ο στατιστικός έλεγχος των μοντέλων, με σκοπό την επιλογή εκείνου που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Το λογισμικό αυτό, κάνει εύκολο τον στατιστικό έλεγχο μεταξύ των μοντέλων, παρέχοντας ορισμένες πληροφορίες κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων (αρχείο αποτελεσμάτων).

Καταρχάς για τη στατιστική εμπιστοσύνη του μοντέλου χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια πρέπει ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -2 \text{ Restricted Log Likelihood}$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος και γενικά προτιμώνται τα μοντέλα με το μικρότερο λογάριθμο συνάρτησης πιθανοφάνειας L . Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφάνειας, υπολογίζεται η διαφορά $LRT = -2 \{L(b) - L(0)\}$, όπου $L(b) = L$ (μοντέλου με p μεταβλητές) και $L(0) = L$ (μοντέλου χωρίς τις p μεταβλητές) και εάν είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, τότε το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνεται αποδεκτό. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι στα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται και άλλα κριτήρια, τα οποία προκύπτουν από το παραπάνω (AIC, AICC, CAIC και BIC), αλλά στην παρούσα Διπλωματική Εργασία επιλέγεται να εξετάζεται το πρώτο.

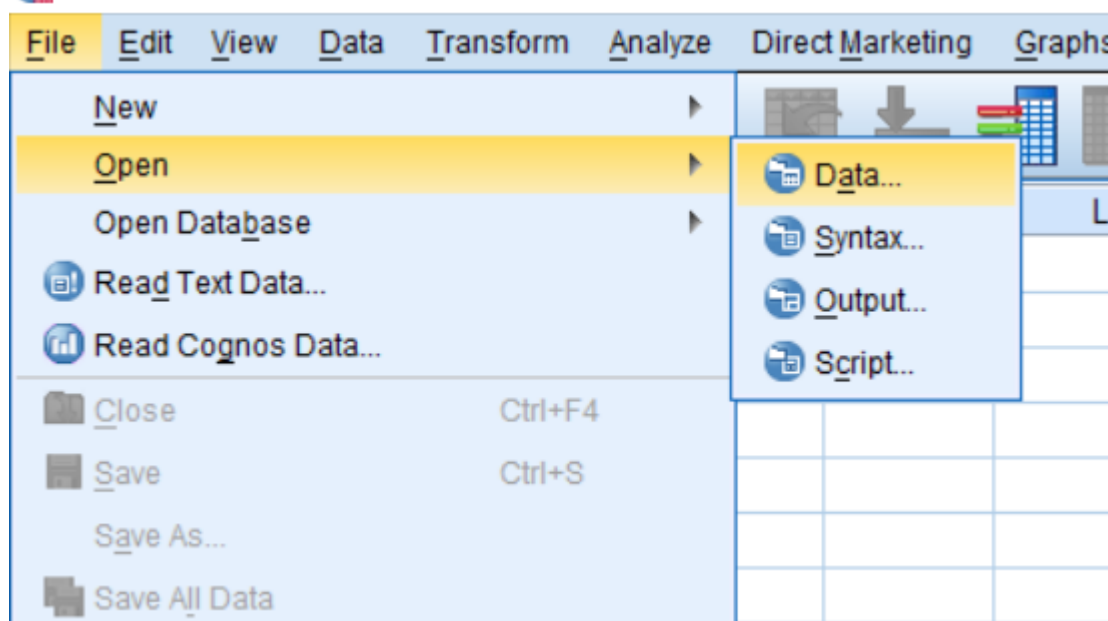
Στη συνέχεια, εξετάζεται εάν η επιρροή της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής επηρεάζει σημαντικά την τιμή της εξαρτημένης. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με βάση το συντελεστή Wald, μιας και η μέθοδος παλινδρόμησης είναι η λογιστική. Ο δεύτερος συντελεστής όπως αναφέρεται στο υποκεφάλαιο 3.7, θα πρέπει να έχει τιμή σημαντικότητας $\text{sig.} \leq 0,05$ ή αλλιώς η τιμή του θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7. Για μία ανεξάρτητη μεταβλητή, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή Wald, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της ανεξάρτητης αυτής μεταβλητής στην τιμή της εξαρτημένης. Μετά τον έλεγχο των μοντέλων βάσει των ανωτέρω κριτηρίων εξετάζεται το μέγεθος επιρροής των συντελεστών των μεταβλητών, επίσης με το κριτήριο Wald. Προκειμένου μία μεταβλητή να γίνει αποδεκτή θα πρέπει και εδώ να ισχύει $\text{sig.} \leq 0,05$. 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.

5.5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ SPSS

Έχοντας ήδη έτοιμες τις βάσεις δεδομένων σε αρχείο xls, πραγματοποιήθηκε αρχικά η εισαγωγή τους στο SPSS. Στη συνέχεια μέσω διαφόρων επιλογών αναπτύχθηκαν τα τελικά μαθηματικά πρότυπα για τις ανάγκες αυτής της Διπλωματικής Εργασίας. Η πορεία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται στο υποκεφάλαιο αυτό, ενώ επισυνάπτονται

και ορισμένες εικόνες από το περιβάλλον του SPSS για την ευκολότερη κατανόηση της διαδικασίας.

Καταρχάς, πραγματοποιείται η διαδικασία της εισαγωγής των στοιχείων στη γραμμή μενού μέσω της επιλογής File (File → Open → Data). Επιλέγεται η επιθυμητή προς ανάλυση βάση δεδομένων σε μορφή xls, από το φάκελο που είναι αποθηκευμένη στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.



Εικόνα 5.1 Εισαγωγή βάσης δεδομένων στο SPSS

Year	Crisis	Accident_Area	Lighting_Conditions	Weather_Conditi...	Traffic_Junction	Type_of_Vehicle2	Road_User_Type	Gender	Age2	KSI
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	1	1
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	1	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	2	3
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	2	5
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	3	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	3	4
2003	0	1	0	2	1	1	2	0	4	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	1	1	2
2003	0	1	0	2	1	1	2	1	2	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	2	2
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	2	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	3	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	3	1
2003	0	1	0	2	1	1	1	0	4	3

Εικόνα 5.2 Προβολή στοιχείων βάσης δεδομένων στο SPSS(Data view)

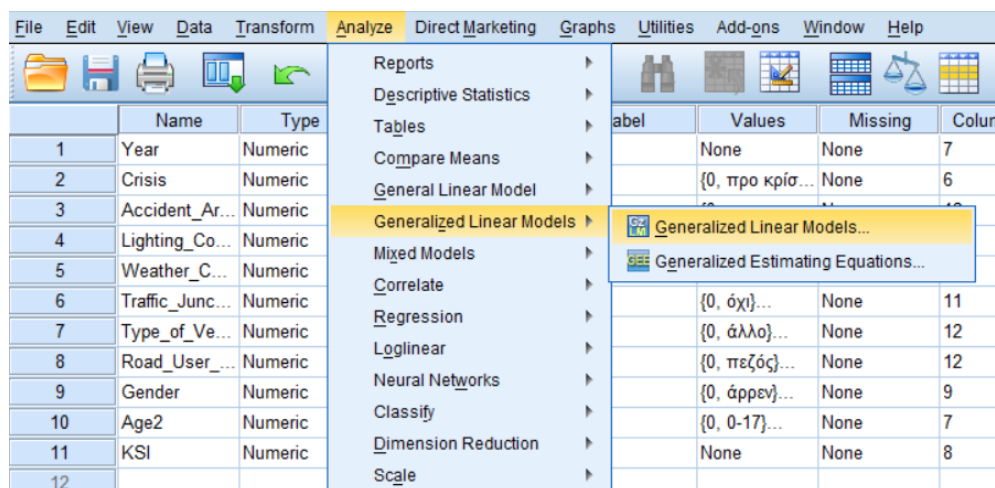
Εναλλάσσοντας την κατάσταση προβολής από Data view σε Variable view, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθορίσει τα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών για την έρευνα του. Στην καρτέλα **label** μπορεί παραδείγματος χάριν να δοθεί ένα δεύτερο όνομα σε κάποια μεταβλητή, ενώ στην καρτέλα **value** μπορούν να εισαχθούν ετικέτες για τις διάφορες τιμές των κωδικοποιημένων μεταβλητών προς αποφυγή σύγχυσης.

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
Year	Numeric	12	0		None	None	7	Right	Scale	Input
Crisis	Numeric	12	0		{0, προ κρίσ...	None	6	Right	Nominal	Input
Accident_Ar...	Numeric	12	0		{0, μη κατοι...	None	12	Right	Nominal	Input
Lighting_Co...	Numeric	12	0		{0, μέρα}...	None	12	Right	Nominal	Input
Weather_C...	Numeric	12	0		{0, άλλες}...	None	12	Right	Nominal	Input
Traffic_Junc...	Numeric	12	0		{0, όχι}...	None	11	Right	Nominal	Input
Type_of_Ve...	Numeric	12	0		{0, άλλο}...	None	12	Right	Nominal	Input
Road_User_...	Numeric	12	0		{0, πεζός}...	None	12	Right	Nominal	Input
Gender	Numeric	14	0		{0, άρρεν}...	None	9	Right	Nominal	Input
Age2	Numeric	12	0		{0, 0-17}...	None	7	Right	Nominal	Input
KSI	Numeric	12	0		None	None	8	Right	Scale	Input

Εικόνα 5.3 Προβολή των μεταβλητών της βάσης δεδομένων στο SPSS (Variable view)

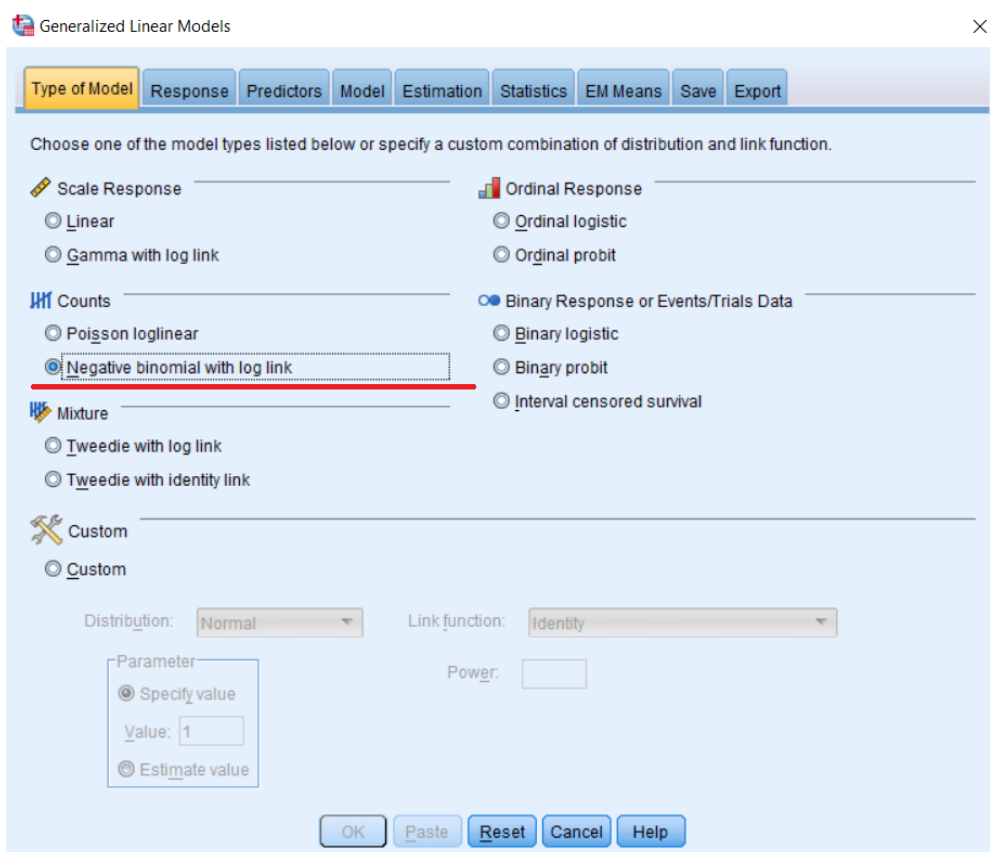
Εν συνεχεία, έχοντας αποφασίσει τη χρήση της αρνητικής διωνυμικής κατανομής και της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης, αναπτύσσεται το μαθηματικό μοντέλο. Η διαδικασία συνοψίζεται στα επόμενα βήματα.

1. Επιλέγεται η Γενική Λογαριθμογραμμική Παλινδρόμηση, μέσω της ακολουθίας Analyze → Generalized linear models → Generalized linear models



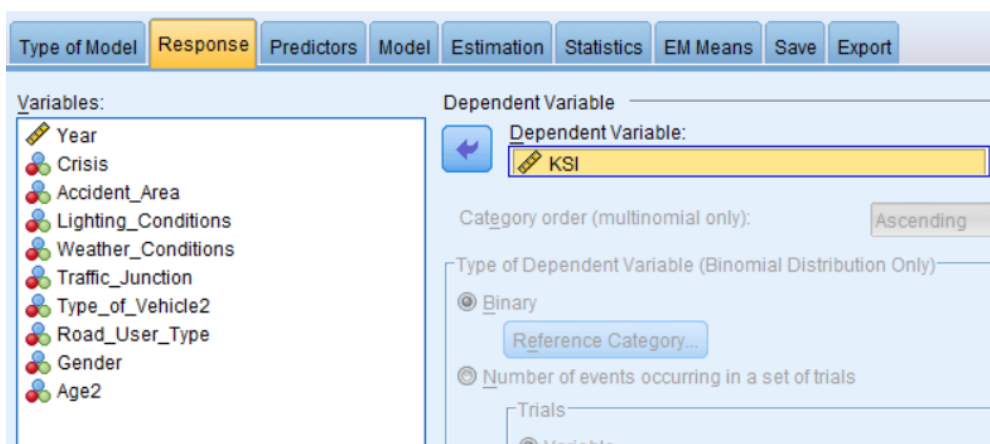
Εικόνα 5.4 Επιλογή γενικών μοντέλων παλινδρόμησης

2. Στην καρτέλα Type of model επιλέγεται : Counts → Negative binomial with log link



Εικόνα 5.5 Επιλογή λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης με αρνητική διωνυμική κατανομή

3. Στην καρτέλα *Response* καθορίζεται ως εξαρτημένη μεταβλητή ο φυσικός λογάριθμος των νεκρών και των βαριά τραυματιών(KSI)

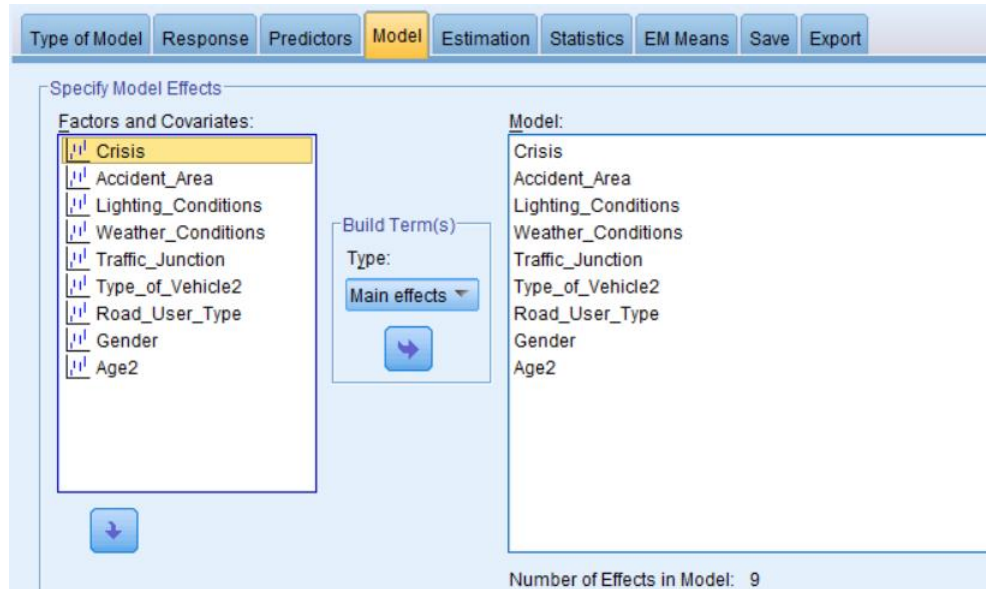


Εικόνα 5.6 Καθορισμός της μεταβλητής των νεκρών και βαριά τραυματιών(KSI) ως εξαρτημένης για τη δημιουργία του μοντέλου

4. Στην καρτέλα *predictors* εισάγονται όλες οι μεταβλητές που επιθυμούμε να εξετάσουμε ως ανεξάρτητες στο πεδίο *factors*. Στην παρούσα περίπτωση οι μεταβλητές αυτές είναι οι εξής:

- Ύπαρξη Οικονομικής κρίσης (Crisis)
- Τύπος περιοχής (Accident_Area)
- Συνθήκες φωτισμού (Lighting_Conditions)
- Ατμοσφαιρικές συνθήκες (Weather_Conditions)

- Ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης (Traffic_Junction)
- Τύπος συνδεδεμένου οχήματος (Type_of_Vehicle2)
- Κατηγορία στόχου (Road_User_Type)
- Φύλο (Gender)
- Ηλικία (Age2)



Εικόνα 5.6 Καθορισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών για τη δημιουργία του μοντέλου

5. Στην καρτέλα Model καθορίζεται η μορφή του προτύπου. Η στατιστική ανάλυση θα πραγματοποιηθεί με βάση τις άμεσες επιδράσεις (main effects) κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής για τη συνολική περίοδο 2003-2014, αλλά και για τις δύο επιμέρους περιόδους 2003-2008 και 2009-2014.
6. Στην καρτέλα Estimation δε σημειώνεται κάποια μεταβολή στις προεπιλεγμένες λειτουργίες.
7. Στην καρτέλα Statistics επιλέγονται οι επιθυμητοί πίνακες που περιγράφουν τη στατιστική ανάλυση. Ομοίως με την καρτέλα Estimation, δεν απαιτείται κάποια τροποποίηση.
8. Εκτελείται η εντολή ανάλυσης OK και ακολουθεί η παρουσίαση της στατιστικής ανάλυσης

5.6 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

5.6.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Στόχος της διπλωματικής εργασίας, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω είναι ο καθορισμός της επιρροής της κρίσης στην εξέλιξη των ατυχημάτων με νεκρούς και βαριά τραυματίες, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο αποτυπώνεται η επιρροή αυτή στους βασικούς παράγοντες των ατυχημάτων. Η αρχική ανάλυση πραγματοποιήθηκε για τη συνολική εξεταζόμενη περίοδο και εμπεριείχε τόσο τις άμεσες επιδράσεις (main effects)

κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής, όσο και τις συνδυασμένες επιδράσεις της κρίσης με καθεμία από τις υπόλοιπες (interactions). Επιλέχθηκε ως εξαρτημένη μεταβλητή ο φυσικός λογάριθμος του πλήθους των νεκρών και βαριά τραυματιών και ως ανεξάρτητες όλες οι υπόλοιπες.

Προέκυψε ωστόσο ένα μοντέλο το οποίο δεν ισορροπεί. Οι άμεσες επιδράσεις των μεταβλητών κρίθηκαν σημαντικές. Ωστόσο οι επιδράσεις της κρίσης με τις υπόλοιπες ανεξάρτητες, προέκυψαν όλες μη σημαντικές. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι μη σημαντικοί για επίπεδο σημαντικότητας 95%, κρίνονται και οι συντελεστές που προκύπτουν για τη μεταβλητή της κρίσης. Συνεπώς, δε δύναται να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα για την άμεση επιρροή της στην εξέλιξη των ατυχημάτων.

Αν και αναφορικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές παρατηρούνται ορισμένα σημαντικά συμπεράσματα στο βαθμό επιρροής τους στα οδικά ατυχήματα με νεκρούς και βαριά τραυματίες, αυτά δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, στα πλαίσια της οποίας δε θα αναλυθούν περαιτέρω.

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μοντέλου δεν οδήγησαν σε χρήσιμα ως προς τον επιδιωκόμενο στόχο συμπεράσματα. Συνεπώς, καθίσταται απαραίτητη μια διαφορετική προσέγγιση του ζητήματος. Κρίθηκε, λοιπόν, σκόπιμη η ανάπτυξη τριών μοντέλων, ένα για τη συνολική περίοδο, στο οποίο αποτυπώνεται η άμεση επιρροή της οικονομικής ύφεσης στο πλήθος των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα και δύο επιπλέον μοντέλα που αναφέρονται στις περιόδους μη ύπαρξης κρίσης (2003-2008) και ύπαρξης αυτής (2009-2014).

Στα δύο επιμέρους μοντέλα εξετάζονται οι υπόλοιπες μεταβλητές και συγκρίνονται μεταξύ τους, ώστε να αποσαφηνιστεί ποιες από αυτές επηρεάζει εντονότερα η οικονομική ύφεση. Επομένως, διασπάστηκε η αρχική βάση δεδομένων σε δύο βάσεις, εκ των οποίων η μία περιείχε τα στοιχεία από το έτος 2003 μέχρι και το έτος 2008 και η δεύτερη όλα τα εναπομείναντα. Με τον τρόπο αυτό, σκιαγραφείται εμμέσως η επίδραση της οικονομικής κρίσης σε καθεμία από τις υπόλοιπες μεταβλητές, καθώς η ύπαρξη της κατά τη διάρκεια της εξαετίας 2009-2014 είναι αυτή που τη διαφοροποιεί σε σχέση με την εξαετία 2003-2008 που προηγήθηκε.

Αξίζει να επισημανθεί στο σημείο αυτό, ότι στη λογαριθμογραμμική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, ένας αρνητικός συντελεστής δε συνεπάγεται μείωση του πλήθους των νεκρών, αλλά μείωση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους αυτού. Ουσιαστικά, ένας αρνητικός συντελεστής μίας ανεξάρτητης μεταβλητής συνεπάγεται μικρότερη επιρροή στο πλήθος των νεκρών και σοβαρά τραυματιών σε σχέση με τη μεταβλητή αναφοράς.

5.6.2 ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2003-2014

Σκοπός της ανάπτυξης του παρόντος μαθηματικού προτύπου είναι η διερεύνηση της άμεσης επιρροής της οικονομικής ύφεσης στο πλήθος των νεκρών και βαριά τραυματιών στην Ελλάδα για την εξεταζόμενη περίοδο 2003-2014. Ως εξαρτημένη μεταβλητή καθορίστηκε ο φυσικός λογάριθμος του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών και ως ανεξάρτητες όλες οι υπόλοιπες συμπεριλαμβανομένης και της μεταβλητής της οικονομικής κρίσης.

5.6.2.1 Αποτελέσματα μοντέλου

Categorical Variable Information

			N	Percent
Factor	Crisis	προ κρίσης	6564	56,1%
		κατά τη διάρκεια της κρίσης	5131	43,9%
		Total	11695	100,0%
	Accident_Area	μη κατοικήμενη	5189	44,4%
		κατοικημένη	6506	55,6%
		Total	11695	100,0%
	Lighting_Conditions	μέρα	5602	47,9%
		σούρουπο	1340	11,5%
		νύχτα	4753	40,6%
		Total	11695	100,0%
	Weather_Conditions	άλλες	759	6,5%
		βρόχη	2069	17,7%
		καλοκαιρία	8867	75,8%
		Total	11695	100,0%
	Traffic_Junction	όχι	8141	69,6%
		ναι	3554	30,4%
		Total	11695	100,0%
	Type_of_Vehicle2	άλλο	927	7,9%
		επιβατικά	5308	45,4%
		PTW	3804	32,5%
		Bus/HGV	1656	14,2%
		Total	11695	100,0%
	Road_User_Type	πεζός	2594	22,2%
		επιβάτης	3485	29,8%
		οδηγός	5616	48,0%
		Total	11695	100,0%
	Gender	άρρεν	7871	67,3%
		θήλυ	3824	32,7%
		Total	11695	100,0%
	Age2	0-17	1551	13,3%
		18-24	2208	18,9%
		25-44	3362	28,7%
		45-64	2734	23,4%
		65+	1840	15,7%
		Total	11695	100,0%

Πίνακας 5.13 Πληροφορίες για τις διακριτές μεταβλητές του μοντέλου της περιόδου 2003-2014

Continuous Variable Information

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable	KSI	11695	1	86	3,15	5,686

Πίνακας 5.14 Πληροφορίες για τη συνεχή μεταβλητή KSI (νεκροί και βαριά τραυματίες) του μοντέλου της περιόδου 2003-2014

Goodness of Fit ^a			
	Value	df	Value/df
Deviance	5054,917	11677	,433
Scaled Deviance	5054,917	11677	
Pearson Chi-Square	8255,319	11677	,707
Scaled Pearson Chi-Square	8255,319	11677	
Log Likelihood ^b	-24509,860		
Akaike's Information Criterion (AIC)	49055,719		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	49055,778		
Bayesian Information Criterion (BIC)	49188,324		
Consistent AIC (CAIC)	49206,324		

Πίνακας 5.15 Έλεγχος καλής προσαρμογής του μοντέλου της περιόδου 2003-2014

Omnibus Test ^a		
Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
4562,039	17	,000

Πίνακας 5.16 Έλεγχος αποδοχής του μοντέλου της περιόδου 2003-2014

Tests of Model Effects			
Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	206,742	1	,000
Crisis	74,625	1	,000
Accident_Area	3,109	1	,078
Lighting_Conditions	509,708	2	,000
Weather_Conditions	1181,916	2	,000
Traffic_Junction	384,076	1	,000
Type_of_Vehicle2	1025,778	3	,000
Road_User_Type	513,157	2	,000
Gender	256,562	1	,000
Age2	479,852	4	,000

Πίνακας 5.17 Έλεγχος σταθερών επιδράσεων του μοντέλου της περιόδου 2003-2014

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	,527	,0613	,406	,647	73,787	1	,000
[Crisis=0]	,196	,0227	,152	,240	74,625	1	,000
[Crisis=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Accident_Area=0]	-,045	,0253	-,094	,005	3,109	1	,078
[Accident_Area=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Lighting_Conditions=0]	,149	,0243	,101	,196	37,480	1	,000
[Lighting_Conditions=1]	-,769	,0414	-,850	-,688	345,334	1	,000
[Lighting_Conditions=2]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Weather_Conditions=0]	-1,251	,0527	-1,355	-,148	564,748	1	,000
[Weather_Conditions=1]	-,896	,0324	-,960	-,833	765,545	1	,000
[Weather_Conditions=2]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Traffic_Junction=0]	,507	,0259	,456	,558	384,076	1	,000
[Traffic_Junction=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Type_of_Vehicle2=0]	-,503	,0569	-,614	-,391	78,140	1	,000
[Type_of_Vehicle2=1]	,810	,0373	,736	,883	471,030	1	,000
[Type_of_Vehicle2=2]	,642	,0405	,562	,721	251,495	1	,000
[Type_of_Vehicle2=3]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Road_User_Type=0]	-,669	,0350	-,738	-,600	366,058	1	,000
[Road_User_Type=1]	-,558	,0302	-,617	-,499	341,485	1	,000
[Road_User_Type=2]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Gender=0]	,440	,0274	,386	,493	256,562	1	,000
[Gender=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Age2=0]	-,844	,0455	-,933	-,755	345,042	1	,000
[Age2=1]	-,411	,0415	-,492	-,330	97,971	1	,000
[Age2=2]	-,178	,0373	-,251	-,105	22,904	1	,000
[Age2=3]	-,515	,0381	-,589	-,440	182,496	1	,000
[Age2=4]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
(Scale)	1 ^b	.	.	.	.	.	.
(Negative binomial)	1 ^b	.	.	.	.	.	.

Πίνακας 5.18 Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο της περιόδου 2003-2014

5.6.2.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου

Από τα αποτελέσματα του μαθηματικού μοντέλου για την περίοδο 2003-2014 που αναπτύχθηκε και τα οποία παρουσιάζονται παραπάνω, προέκυψε η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned}
 \text{LN(KSI)} = & 0,527 + 0,196 * (\text{Μη ύπαρξη κρίσης}) + 0,149 * (\text{Μέρα}) - 0,769 * \\
 & (\text{Σούρουπο}) - 1,251 * (\text{Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες}) - 0,896 * (\text{Βροχή}) + 0,507 * \\
 & (\text{Μη ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης}) - 0,503 * (\text{Άλλος τύπος οχήματος}) + 0,810 \\
 & * (\text{επιβατικό όχημα}) + 0,642 * (\text{Δίκυκλο μηχανοκίνητο όχημα}) - 0,669 * (\text{πεζός}) - \\
 & 0,558 * (\text{επιβάτης}) + 0,440 * (\text{Άρρεν}) - 0,844 * (\text{Ηλικίες 0-17}) - 0,411 * (\text{Ηλικίες 18-24}) \\
 & - 0,178 * (\text{Ηλικίες 25-44}) - 0,515 * (\text{Ηλικίες 45-64})
 \end{aligned}$$

Ύπαρξη οικονομικής κρίσης

Ο συντελεστής της μεταβλητής της μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης λαμβάνει την τιμή **+0,196**. Το πρόσημο του συντελεστή αυτού είναι θετικό, γεγονός που συνεπάγεται ότι

η μη ύπαρξη οικονομικής κρίσης τη χρονική στιγμή του ατυχήματος επιφέρει αύξηση του αριθμού των παθόντων συγκριτικά με τη μη ύπαρξη της. Δεδομένου ότι έχει οριστεί ως επίπεδο αναφοράς η ύπαρξη κρίσης, η απόλυτη τιμή του παραπάνω συντελεστή υποδηλώνει ότι πριν την οικονομική κρίση ο φυσικός λογάριθμος του πλήθους των παθόντων αυξάνεται 0,196 φορές περισσότερο σε σχέση με την περίοδο ύπαρξής της. Το αποτέλεσμα αυτό αποδεικνύει τις αρχικές πεποιθήσεις αναφορικά με την ευνοϊκή επίδραση της οικονομικής κρίσης στην εξέλιξη των οδικών ατυχημάτων.

Η μείωση των ατυχημάτων κατά την περίοδο της κρίσης, ενδεχομένως να οφείλεται στη μεταβολή των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών την περίοδο αυτή. Οι πιθανές περικοπές σε μισθούς και συντάξεις στην περίοδο της οικονομικής ύφεσης που διανύεται, επιφέρουν μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου. Παράλληλα, μειώνονται και τα ταξίδια για λόγους αναψυχής και κατ' επέκταση τα διανυόμενα χιλιόμετρα, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται λιγότερα οδικά ατυχήματα. Επιπλέον, τα αυξημένα ποσοστά ανεργίας στο χρονικό διάστημα της κρίσης, είναι ένας παράγοντας που δρα ευνοϊκά για τα οδικά ατυχήματα, καθώς μειώνονται οι μετακινήσεις για επαγγελματικούς λόγους. Τέλος, είναι πολύ πιθανό σε μία τέτοια περίοδο, να σημειώνονται αλλαγές στην οδική συμπεριφορά των οδηγών, οι οποίες συνδέονται με την οικονομία στην κατανάλωση καυσίμων, αλλά και με τη λιγότερο παραβατική οδήγηση με στόχο την αποφυγή επιβαλλόμενων προστίμων.

Τύπος περιοχής ατυχήματος

Η επιρροή του τύπου περιοχής δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 95% και συνεπώς δε χρησιμοποιήθηκε στην τελική εξίσωση.

Συνθήκες φωτισμού

Υπό συνθήκες ημέρας πραγματοποιείται αύξηση κατά **0,149** του φυσικού λογαρίθμου του αριθμού των νεκρών και βαριά τραυματιών σε σχέση με τη μονάδα αναφοράς, δηλαδή τις συνθήκες νύχτας. Αντιθέτως, όταν τα ατυχήματα σημειώνονται υπό συνθήκες σούρουπου, τότε μειώνεται ο φυσικός λογάριθμος των παθόντων κατά **0,769** σε σχέση με τις συνθήκες νύχτας. Οι παραπάνω παρατηρήσεις, πιθανότατα εξηγούνται από τον αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια της ημέρας σε σχέση με τη νύχτα, οπότε και παρατηρούνται λιγότερες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ατμοσφαιρικές συνθήκες

Για τις δύο κυριότερες κατηγορίες στην περίπτωση αυτή, δηλαδή της βροχής και της καλοκαιρίας, συμπεραίνεται ότι ατυχήματα σε συνθήκες βροχής επιφέρουν μείωση στο φυσικό λογάριθμο των παθόντων. Αυτό εξηγείται από το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής "Βροχή". Μάλιστα οι συνθήκες βροχής επηρεάζουν **0,896** φορές λιγότερο την τιμή του λογαρίθμου σε σχέση με τις συνθήκες καλοκαιρίας. Άλλες περιπτώσεις ατμοσφαιρικών συνθηκών οδηγούν σε μείωση του λογαρίθμου των παθόντων κατά **1,251** σε σχέση με τις συνθήκες καλοκαιρίας. Ο λόγος πίσω από την παραπάνω παρατήρηση, ίσως να έγκειται στην προτίμηση των ανθρώπων για μετακινήσεις υπό συνθήκες καλοκαιρίας, οπότε και ο κυκλοφοριακός φόρτος αναμένεται μεγαλύτερος σε σχέση με πιο δυσχερείς καιρικές συνθήκες.

Ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης

Τα ατυχήματα σε μη ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης συμβάλλουν στην αύξηση του λογαρίθμου του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών **0,507** φορές περισσότερο από ότι τα ατυχήματα που σημειώνονται σε ισόπεδη διασταύρωση. Πιθανό αίτιο για το παραπάνω αποτέλεσμα είναι η σοβαρότητα των ατυχημάτων σε μη ισόπεδες διασταυρώσεις λόγω των υψηλών ταχυτήτων. Αν και οι πιθανές εμπλοκές οι οποίες οδηγούν σε ατυχήματα σε ισόπεδους κόμβους, ενδέχεται να είναι περισσότερες, λόγω των χαμηλών σχετικά ταχυτήτων, δε σημειώνονται σοβαροί τραυματισμοί ή θάνατοι, ενώ παράλληλα αναμένεται αυξημένη προσοχή των οδηγών στα σημεία αυτά.

Τύπος οχήματος

Τα θετικά πρόσημα των μεταβλητών “επιβατικό όχημα” και “μηχανοκίνητο δίκυκλο”, υποδηλώνουν ότι στις περιπτώσεις που εμπλέκονται επιβατικά και μηχανοκίνητα δίκυκλα, ο λογάριθμος των νεκρών και των βαριά τραυματιών αυξάνεται, αναφορικά πάντα με τη μεταβλητή αναφοράς, δηλαδή τη μεταβλητή “Φορτηγά/Λεωφορεία”. Πιο συγκεκριμένα, η εμπλοκή επιβατικού οχήματος επηρεάζει περισσότερο σε σχέση με την εμπλοκή μηχανοκίνητου δίκυκλου, καθώς οι συντελεστές τους είναι **0,810** και **0,642** αντίστοιχα. Τέλος για συμμετοχή διαφορετικού από τους παραπάνω τύπου οχήματος στα οδικά ατυχήματα, παρατηρείται μείωση του φυσικού λογαρίθμου των παθόντων **0,503** φορές σε σχέση με τα φορτηγά/λεωφορεία. Το γεγονός ότι τα επιβατικά αυτοκίνητα αποτελούν την πλειοψηφία στις οδικές μετακινήσεις, ενώ έπονται τα μηχανοκίνητα δίκυκλα πιθανόν να εξηγούν τις παραπάνω επιδράσεις στον αριθμό των νεκρών και βαριά τραυματιών.

Κατηγορία στόχου

Η ύπαρξη πεζών και επιβατών ως θυμάτων μειώνουν το φυσικό λογάριθμο του αριθμού των παθόντων κατά **0,669** και **0,558** αντίστοιχα, σχετικά με την ύπαρξη οδηγών οι οποίοι αποτελούν και τη μεταβλητή αναφοράς. Το γεγονός αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί βάση της μεγαλύτερης συμμετοχής των οδηγών σε οδικά ατυχήματα.

Φύλο

Ο συντελεστής της μεταβλητής “άρρεν”, ο οποίος παίρνει την τιμή **0,440**, δείχνει ότι η συμμετοχή αντρών στα οδικά ατυχήματα επιφέρει αύξηση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους των νεκρών και βαριά τραυματιών, συγκριτικά με τη συμμετοχή γυναικών. Οι άνδρες οδηγοί είναι περισσότεροι συγκριτικά με τις γυναίκες και συνεπώς αναμένονται περισσότερα ατυχήματα με άντρες. Επίσης, πιθανολογείται ότι θα συμμετέχουν σε ατυχήματα μεγαλύτερης σοβαρότητας, θεωρούμενοι περισσότερο επιθετικοί οδηγοί που αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες.

Ηλικία

Τα πρόσημα των συντελεστών για τις μεταβλητές οι οποίες αναφέρονται στις ηλικιακές ομάδες παρατηρούνται αρνητικά. Αυτό σημαίνει ότι αναφορικά με την μεταβλητή αναφοράς, δηλαδή τις ηλικίες άνω των 65 ετών, η συμμετοχή θυμάτων που ανήκουν στις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες, οδηγεί σε μείωση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους των παθόντων. Ενδεικτικά η μεγαλύτερη μείωση σημειώνεται για τους ανήλικους, καθώς ο συντελεστής της μεταβλητής “0-17 έτη” παίρνει την τιμή **-0,844**, ενώ ακολουθούν με τη σειρά που αναγράφονται, οι ηλικίες 45-64 έτη με το συντελεστή

της μεταβλητής να είναι **-0,515**, έπειτα οι νέοι ηλικιών 18-24 έτη, με το συντελεστή της αντίστοιχης μεταβλητής να παίρνει την τιμή **-0,411**, ενώ τέλος, η ηλικιακή ομάδα των 25-44 ετών με συντελεστή μεταβλητής **-0,178**. Η μείωση που παρουσιάζουν οι νεκροί και σοβαρά τραυματίες σε όλες οι ηλικιακές ομάδες σχετικά με τους ηλικιωμένους(65+ έτη), ενδεχομένως να οφείλεται στην ευπάθεια που εμφανίζουν οι τελευταίοι όσον αφορά την υγεία. Η μικρότερη μείωση που παρατηρείται στις ηλικίες 25-44 ετών, ίσως να εξηγείται από τις περισσότερες μετακινήσεις που αναμένονται για αυτές τις ηλικίες και συνεπώς περισσότερες πιθανότητες για συμμετοχή σε οδικά ατυχήματα.

5.6.3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΠΡΟ ΚΡΙΣΗΣ(2003-2008)

Στο μοντέλο αυτό ως εξαρτημένη μεταβλητή καθορίστηκε ο φυσικός λογάριθμος του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών και ως ανεξάρτητες όλες οι υπόλοιπες εξαιρουμένης όμως της μεταβλητής της οικονομικής κρίσης.

5.6.3.1 Αποτελέσματα μοντέλου

Categorical Variable Information			N	Percent
Factor	Accident_Area	μη κατοικημένη	2922	44,5%
		κατοικημένη	3642	55,5%
		Total	6564	100,0%
	Lighting_Conditions	μέρα	3061	46,6%
		σούρουπο	784	11,9%
		νύχτα	2719	41,4%
		Total	6564	100,0%
	Weather_Conditions	άλλες	470	7,2%
		βροχή	1168	17,8%
		καλοκαιρία	4926	75,0%
		Total	6564	100,0%
	Traffic_Junction	όχι	4527	69,0%
		ναι	2037	31,0%
		Total	6564	100,0%
	Type_of_Vehicle2	άλλο	503	7,7%
		επιβατικό	3015	45,9%
		PTW	2054	31,3%
		Bus/HGV	992	15,1%
		Total	6564	100,0%
	Road_User_Type	πεζός	1510	23,0%
		επιβάτης	1997	30,4%
		οδηγός	3057	46,6%
		Total	6564	100,0%
	Gender	άρρεν	4402	67,1%
		θήλυ	2162	32,9%
		Total	6564	100,0%
	Age2	0=17	906	13,8%
		18-24	1286	19,6%
		25-44	1879	28,6%
		45-64	1491	22,7%
		65+	1002	15,3%
		Total	6564	100,0%

Πίνακας 5.19 Πληροφορίες για τις διακριτές μεταβλητές του μοντέλου της περιόδου 2003-2008

Continuous Variable Information

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable KSI	6564	1	86	3,35	6,257

Πίνακας 5.20 Πληροφορίες για τη συνεχή μεταβλητή KSI του μοντέλου της περιόδου 2003-2008

Goodness of Fit ^a			
	Value	df	Value/df
Deviance	3031,116	6547	,463
Scaled Deviance	3031,116	6547	
Pearson Chi-Square	5175,724	6547	,791
Scaled Pearson Chi-Square	5175,724	6547	
Log Likelihood ^b	-14024,691		
Akaike's Information Criterion (AIC)	28083,382		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	28083,476		
Bayesian Information Criterion (BIC)	28198,801		
Consistent AIC (CAIC)	28215,801		

Πίνακας 5.21 Έλεγχος καλής προσαρμογής του μοντέλου της περιόδου 2003-2008

Omnibus Test ^a		
Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
2742,478	16	,000

Πίνακας 5.22 Έλεγχος αποδοχής του μοντέλου της περιόδου 2003-2008

Tests of Model Effects			
Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	89,273	1	,000
Accident_Area	,840	1	,359
Lighting_Conditions	308,400	2	,000
Weather_Conditions	738,744	2	,000
Traffic_Junction	238,787	1	,000
Type_of_Vehicle2	633,185	3	,000
Road_User_Type	297,204	2	,000
Gender	150,200	1	,000
Age2	294,990	4	,000

Πίνακας 5.23 Έλεγχος σταθερών επιδράσεων του μοντέλου της περιόδου 2003-2008

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	,713	,0789	,559	,868	81,759	1	,000
[Accident_Area=,0]	-,031	,0336	-,097	,035	,840	1	,359
[Accident_Area=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Lighting_Conditions=,0]	,151	,0322	,087	,214	21,868	1	,000
[Lighting_Conditions=1,0]	-,783	,0540	-,889	-,677	210,198	1	,000
[Lighting_Conditions=2,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Weather_Conditions=,0]	-1,274	,0666	-1,404	-1,143	365,659	1	,000
[Weather_Conditions=1,0]	-,932	,0429	-1,016	-,848	471,533	1	,000
[Weather_Conditions=2,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Traffic_Junction=,0]	,528	,0342	,461	,595	238,787	1	,000
[Traffic_Junction=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Type_of_Vehicle2=,0]	-,532	,0755	-,680	-,384	49,622	1	,000
[Type_of_Vehicle2=1,0]	,853	,0483	,759	,948	312,109	1	,000
[Type_of_Vehicle2=2,0]	,606	,0528	,503	,709	131,854	1	,000
[Type_of_Vehicle2=3,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Road_User_Type=,0]	-,689	,0465	-,780	-,598	219,951	1	,000
[Road_User_Type=1,0]	-,555	,0400	-,633	-,476	192,765	1	,000
[Road_User_Type=2,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Gender=,0]	,446	,0364	,375	,518	150,200	1	,000
[Gender=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Age2=,0]	-,837	,0602	-,955	-,719	193,617	1	,000
[Age2=1,0]	-,397	,0556	-,506	-,288	50,890	1	,000
[Age2=2,0]	-,186	,0505	-,285	-,087	13,570	1	,000
[Age2=3,0]	-,587	,0517	-,689	-,486	129,130	1	,000
[Age2=4,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
(Scale)	1 ^b	.	.	.	.	.	.
(Negative binomial)	1 ^b	.	.	.	.	.	.

Πίνακας 5.24 Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο της περιόδου 2003-2008

5.6.3.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου

Από τα αποτελέσματα του μαθηματικού μοντέλου για την περίοδο 2003-2008 που αναπτύχθηκε και τα οποία παρουσιάζονται παραπάνω, προέκυψε η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned}
 & \text{LN(KSI)} = \\
 & 0,713 + 0,151 * (\text{Μέρα}) - 0,783 * (\text{Σούρουπο}) - 1,274 * (\text{Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες}) - 0,932 * (\text{Βροχή}) + 0,528 * (\text{Μη ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης}) - 0,532 * (\text{Άλλος τύπος οχήματος}) + 0,853 * (\text{επιβατικό όχημα}) + 0,606 * (\text{Δίκυκλο μηχανοκίνητο όχημα}) - 0,689 * (\text{πεζός}) - 0,555 * (\text{επιβάτης}) + 0,446 * (\text{Άρρεν}) - 0,837 * (\text{Ηλικίες 0-17}) - 0,397 * (\text{Ηλικίες 18-24}) - 0,186 * (\text{Ηλικίες 25-44}) - 0,515 * (\text{Ηλικίες 45-64})
 \end{aligned}$$

Για το μοντέλο της περιόδου 2003-2008, παρατηρούνται παραπλήσια αποτελέσματα με εκείνα της περιόδου 2003-2014, καθώς τα πρόσημα των συντελεστών στο παρόν μοντέλο δε μεταβάλλονται σε σχέση με εκείνο της περιόδου 2003-2014. Ωστόσο, στην ανάλυση της περιόδου της μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης, σημειώνονται ορισμένες μεταβολές στις τιμές των συντελεστών, συγκριτικά με την ανάλυση της συνολικής εξεταζόμενης περιόδου. Η μοναδική στατιστικά μη σημαντική μεταβλητή είναι, όπως και στη προηγούμενη περίπτωση, η μεταβλητή του **τύπου περιοχής**.

Τύπος περιοχής ατυχήματος

Η επιρροή του τύπου περιοχής δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 95% διότι η τιμή της σημαντικότητας ισούται με **0,359 > 0,05** και συνεπώς δε χρησιμοποιήθηκε στην τελική εξίσωση.

Συνθήκες φωτισμού

Υπό συνθήκες ημέρας πραγματοποιείται αύξηση κατά **0,151** του φυσικού λογαρίθμου του αριθμού των νεκρών και βαριά τραυματιών σε σχέση με τη μονάδα αναφοράς, δηλαδή τις συνθήκες νύχτας. Αντιθέτως, όταν τα ατυχήματα σημειώνονται υπό συνθήκες σούρουπου, τότε θα μειωθεί ο φυσικός λογάριθμος των παθόντων κατά **0,783** σε σχέση με τις συνθήκες νύχτας.

Ατμοσφαιρικές συνθήκες

Για τις δύο κυριότερες κατηγορίες στην περίπτωση αυτή, δηλαδή της βροχής και της καλοκαιρίας, συμπεραίνεται ότι ατυχήματα σε συνθήκες βροχής επιφέρουν μείωση στο φυσικό λογάριθμο των παθόντων. Αυτό εξηγείται από το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής "Βροχή". Μάλιστα οι συνθήκες βροχής επηρεάζουν **0,932** φορές λιγότερο την τιμή του λογάριθμου σε σχέση με τις συνθήκες καλοκαιρίας. Άλλες περιπτώσεις ατμοσφαιρικών συνθηκών οδηγούν σε μείωση του λογαρίθμου των παθόντων κατά **1,274** σε σχέση με τις συνθήκες καλοκαιρίας.

Ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης

Τα ατυχήματα σε μη ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης συμβάλλουν στην αύξηση του λογαρίθμου του αριθμού των νεκρών και σοβαρά τραυματιών **0,528** φορές περισσότερο από ότι τα ατυχήματα που σημειώνονται σε ισόπεδη διασταύρωση.

Τύπος οχήματος

Τα θετικά πρόσημα των μεταβλητών "επιβατικό όχημα" και "μηχανοκίνητο δίκυκλο", υποδηλώνουν ότι στις περιπτώσεις που εμπλέκονται επιβατικά και μηχανοκίνητα δίκυκλα, ο λογάριθμος των νεκρών και των βαριά τραυματιών αυξάνεται, αναφορικά πάντα με τη μεταβλητή αναφοράς, δηλαδή τη μεταβλητή "Φορτηγά/Λεωφορεία". Πιο συγκεκριμένα, η εμπλοκή επιβατικού οχήματος επηρεάζει περισσότερο σε σχέση με την εμπλοκή μηχανοκίνητου δίκυκλου, καθώς οι συντελεστές τους είναι **0,853** και **0,606** αντίστοιχα. Τέλος για συμμετοχή διαφορετικού από τους παραπάνω τύπου οχήματος στα οδικά ατυχήματα, παρατηρείται μείωση του φυσικού λογαρίθμου των παθόντων **0,532** φορές σε σχέση με τα φορτηγά/λεωφορεία.

Κατηγορία στόχου

Η ύπαρξη πεζών και επιβατών ως θυμάτων μειώνουν το φυσικό λογάριθμο του αριθμού των παθόντων κατά **0,689** και **0,555** αντίστοιχα, σχετικά με την ύπαρξη οδηγών, οι οποίοι αποτελούν και τη μεταβλητή αναφοράς.

Φύλο

Ο συντελεστής της μεταβλητής “άρρεν”, ο οποίος παίρνει την τιμή **0,446**, δείχνει ότι η συμμετοχή αντρών στα οδικά ατυχήματα επιφέρει αύξηση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους των νεκρών και βαριά τραυματιών, συγκριτικά με τη συμμετοχή γυναικών.

Ηλικία

Τα πρόσημα των συντελεστών για τις μεταβλητές οι οποίες αναφέρονται στις ηλικιακές ομάδες παρατηρούνται αρνητικά. Αυτό σημαίνει ότι αναφορικά με την μεταβλητή αναφοράς, δηλαδή τις ηλικίες άνω των 65 ετών, η συμμετοχή θυμάτων που ανήκουν στις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες, οδηγεί σε μείωση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους των παθόντων. Ενδεικτικά η μεγαλύτερη μείωση σημειώνεται για τους ανήλικους, καθώς ο συντελεστής της μεταβλητής “0-17 έτη” παίρνει την τιμή **-0,837**, ενώ ακολουθούν με τη σειρά που αναγράφονται, οι ηλικίες 45-64 έτη με το συντελεστή της μεταβλητής να είναι **-0,587**, έπειτα οι νέοι ηλικιών 18-24 έτη, με το συντελεστή της αντίστοιχης μεταβλητής να παίρνει την τιμή **-0,397**, ενώ τέλος, η ηλικιακή ομάδα των 25-44 ετών με συντελεστή μεταβλητής **-0,186**.

5.6.4 ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ(2009-2014)

Ομοίως με το μοντέλο της περιόδου 2003-2008, ως εξαρτημένη μεταβλητή καθορίστηκε ο φυσικός λογάριθμος του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών και ως ανεξάρτητες όλες οι υπόλοιπες εξαιρουμένης όμως της μεταβλητής της οικονομικής κρίσης.

5.6.4.1 Αποτελέσματα μοντέλου

Categorical Variable Information

			N	Percent
Factor	Crisis	1,0	5131	100,0%
		Total	5131	100,0%
Accident_Area	μη κατοικημένη	μη κατοικημένη	2267	44,2%
		κατοικημένη	2864	55,8%
		Total	5131	100,0%
Lighting_Conditions	μερα	μερα	2541	49,5%
		σούρουπο	556	10,8%
		νύχτα	2034	39,6%
		Total	5131	100,0%
Weather_Conditions	αλλο	αλλο	289	5,6%
		βροχή	901	17,6%
		καλοκαιρία	3941	76,8%
		Total	5131	100,0%
Traffic_Junction	μη ισοπεδη διασταυρωση	μη ισοπεδη διασταυρωση	3614	70,4%
		ισοπεδη διασταυρωση	1517	29,6%
		Total	5131	100,0%
Type_of_Vehicle2	αλλο	αλλο	424	8,3%
		επιβατικο	2293	44,7%
		PTW	1750	34,1%
		Bus/HGV	664	12,9%
		Total	5131	100,0%
Road_User_Type	πεζος	πεζος	1084	21,1%
		επιβάτης	1488	29,0%
		οδηγος	2559	49,9%
		Total	5131	100,0%
Gender	άρεν	άρεν	3469	67,6%
		θήλυ	1662	32,4%
		Total	5131	100,0%
Age2	0-17	0-17	645	12,6%
		18-24	922	18,0%
		25-44	1483	28,9%
		45-64	1243	24,2%
		65+	838	16,3%
		Total	5131	100,0%

Πίνακας 5.25 Πληροφορίες για τις διακριτές μεταβλητές του μοντέλου της περιόδου 2009-2014

Continuous Variable Information

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable	KSI	5131	1	64	2,89	4,847

Πίνακας 5.26 Πληροφορίες για τη συνεχή μεταβλητή KSI του μοντέλου της περιόδου 2008-2014

Goodness of Fit ^a			
	Value	df	Value/df
Deviance	1998,007	5114	,391
Scaled Deviance	1998,007	5114	
Pearson Chi-Square	3005,651	5114	,588
Scaled Pearson Chi-Square	3005,651	5114	
Log Likelihood ^b	-10472,272		
Akaike's Information Criterion (AIC)	20978,544		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	20978,663		
Bayesian Information Criterion (BIC)	21089,776		
Consistent AIC (CAIC)	21106,776		

Πίνακας 5.27 Έλεγχος καλής προσαρμογής του μοντέλου της περιόδου 2009-2014

Omnibus Test ^a		
Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
1797,107	16	,000

Πίνακας 5.28 Έλεγχος αποδοχής του μοντέλου της περιόδου 2009-2014

Tests of Model Effects			
Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	106,401	1	,000
Crisis	. ^a	.	
Accident_Area	2,777	1	,096
Lighting_Conditions	203,897	2	,000
Weather_Conditions	444,784	2	,000
Traffic_Junction	145,300	1	,000
Type_of_Vehicle2	400,547	3	,000
Road_User_Type	217,282	2	,000
Gender	103,367	1	,000
Age2	193,464	4	,000

Πίνακας

5.29 Έλεγχος σταθερών επιδράσεων του μοντέλου της περιόδου 2009-2014

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	,551	,0924	,370	,732	35,656	1	,000
[Crisis=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Accident_Area=,0]	-,064	,0386	-,140	,011	2,777	1	,096
[Accident_Area=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Lighting_Conditions=,0]	,148	,0370	,075	,221	15,983	1	,000
[Lighting_Conditions=1,0]	-,754	,0645	-,880	-,627	136,478	1	,000
[Lighting_Conditions=2,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Weather_Conditions=,0]	-1,219	,0863	-1,388	-1,050	199,771	1	,000
[Weather_Conditions=1,0]	-,852	,0495	-,949	-,755	296,381	1	,000
[Weather_Conditions=2,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Traffic_Junction=,0]	,478	,0397	,400	,556	145,300	1	,000
[Traffic_Junction=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Type_of_Vehicle2=,0]	-,472	,0867	-,642	-,302	29,589	1	,000
[Type_of_Vehicle2=1,0]	,747	,0589	,632	,862	161,042	1	,000
[Type_of_Vehicle2=2,0]	,676	,0632	,552	,800	114,497	1	,000
[Type_of_Vehicle2=3,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Road_User_Type=,0]	-,639	,0532	-,743	-,535	144,394	1	,000
[Road_User_Type=1,0]	-,568	,0462	-,659	-,478	151,437	1	,000
[Road_User_Type=2,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Gender=,0]	,425	,0418	,343	,507	103,367	1	,000
[Gender=1,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Age2=,0]	-,854	,0697	-,990	-,717	150,208	1	,000
[Age2=1,0]	-,435	,0627	-,558	-,313	48,301	1	,000
[Age2=2,0]	-,171	,0553	-,279	-,062	9,529	1	,002
[Age2=3,0]	-,434	,0564	-,544	-,323	59,227	1	,000
[Age2=4,0]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
(Scale)	1 ^b	.	.	.	.	.	.
(Negative binomial)	1 ^b	.	.	.	.	.	.

Πίνακας 5.30 Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο της περιόδου 2009-2014

5.6.4.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου

Από τα αποτελέσματα του μαθηματικού μοντέλου για την περίοδο 2003-2008 που αναπτύχθηκε και τα οποία παρουσιάζονται παραπάνω, προέκυψε η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned}
 \text{LN(KSI)} = & 0,551 + 0,148 * (\text{Μέρα}) - 0,754 * (\text{Σούρουπο}) - 1,219 * (\text{Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες}) - 0,852 * (\text{Βροχή}) + 0,478 * (\text{Μη ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης}) - \\
 & 0,472 * (\text{Άλλος τύπος οχήματος}) + 0,747 * (\text{επιβατικό όχημα}) + 0,676 * (\text{Δίκυκλο μηχανοκίνητο όχημα}) - 0,639 * (\text{πεζός}) - 0,568 * (\text{επιβάτης}) + 0,425 * (\text{Άρρεν}) - 0,854 * \\
 & (\text{Ηλικίες 0-17}) - 0,435 * (\text{Ηλικίες 18-24}) - 0,171 * (\text{Ηλικίες 25-44}) - 0,434 * (\text{Ηλικίες 45-64})
 \end{aligned}$$

Στην περίπτωση του μαθηματικού μοντέλου της περιόδου στην οποία διήρκησε η οικονομική ύφεση στη χώρα μας, δηλαδή τα έτη 2009-2014, τα πρόσημα των συντελεστών των μεταβλητών παραμένουν αμετάβλητα σε σχέση με τα άλλα δύο μοντέλα που έχουν προηγηθεί. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι ο τρόπος που επιδρούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές στην εξαρτημένη παραμένει ως έχει. Οι τιμές των συντελεστών, όμως, διαφοροποιούνται με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται ο βαθμός της επιρροής τους.

Ομοίως με τα δύο προηγούμενα μοντέλα, η επιρροή του τύπου περιοχής κρίνεται στατιστικά μη σημαντική για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Τύπος περιοχής ατυχήματος

Η επιρροή του τύπου περιοχής δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 95%, καθώς η τιμή της σημαντικότητας προέκυψε **0,096 > 0,05**, και συνεπώς δεν υπεισέρχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου.

Συνθήκες φωτισμού

Υπό συνθήκες ημέρας πραγματοποιείται αύξηση κατά **0,148** του φυσικού λογαρίθμου του αριθμού των νεκρών και βαριά τραυματιών σε σχέση με τη μονάδα αναφοράς, δηλαδή τις συνθήκες νύχτας. Αντιθέτως, όταν τα ατυχήματα σημειώνονται υπό συνθήκες σούρουπου, τότε θα μειωθεί ο φυσικός λογάριθμος των παθόντων κατά **0,754** σε σχέση με τις συνθήκες νύχτας.

Ατμοσφαιρικές συνθήκες

Για τις δύο κυριότερες κατηγορίες στην περίπτωση αυτή, δηλαδή της βροχής και της καλοκαιρίας, συμπεραίνεται ότι ατυχήματα σε συνθήκες βροχής επιφέρουν μείωση στο φυσικό λογάριθμο των παθόντων. Αυτό εξηγείται από το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής "Βροχή". Μάλιστα οι συνθήκες βροχής επηρεάζουν **0,852** φορές λιγότερο την τιμή του λογάριθμου σε σχέση με τις συνθήκες καλοκαιρίας. Άλλες περιπτώσεις ατμοσφαιρικών συνθηκών οδηγούν σε μείωση του λογαρίθμου των παθόντων κατά **1,219** σε σχέση με τις συνθήκες καλοκαιρίας.

Ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης

Τα ατυχήματα εκτός ισόπεδης διασταύρωσης συμβάλλουν στην αύξηση του λογαρίθμου των νεκρών και σοβαρά τραυματιών **0,478** φορές περισσότερο από ότι τα ατυχήματα που σημειώνονται σε ισόπεδη διασταύρωση.

Τύπος οχήματος

Τα θετικά πρόσημα των μεταβλητών "επιβατικό όχημα" και "μηχανοκίνητο δίκυκλο", υποδηλώνουν ότι στις περιπτώσεις που εμπλέκονται επιβατικά και μηχανοκίνητα δίκυκλα, ο λογάριθμος των νεκρών και των βαριά τραυματιών αυξάνεται, αναφορικά πάντα με τη μεταβλητή αναφοράς, δηλαδή τη μεταβλητή "Φορτηγά/Λεωφορεία". Πιο συγκεκριμένα, η εμπλοκή επιβατικού οχήματος επηρεάζει περισσότερο σε σχέση με την εμπλοκή μηχανοκίνητου δίκυκλου, καθώς οι συντελεστές τους είναι **0,747** και **0,676** αντίστοιχα. Τέλος για συμμετοχή διαφορετικού από τους παραπάνω τύπου οχήματος στα οδικά ατυχήματα, παρατηρείται μείωση του φυσικού λογαρίθμου των παθόντων **0,472** φορές σε σχέση με τα φορτηγά/λεωφορεία.

Κατηγορία στόχου

Η ύπαρξη πεζών και επιβατών ως θυμάτων μειώνουν το φυσικό λογάριθμο του αριθμού των παθόντων κατά **0,639** και **0,568** φορές αντίστοιχα, σχετικά με την ύπαρξη οδηγών οι οποίοι αποτελούν και τη μεταβλητή αναφοράς.

Φύλο

Ο συντελεστής της μεταβλητής “άρρεν”, ο οποίος λαμβάνει την τιμή **0,425**, δείχνει ότι η συμμετοχή αντρών στα οδικά ατυχήματα επιφέρει αύξηση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους των νεκρών και βαριά τραυματιών συγκριτικά με τη συμμετοχή γυναικών.

Ηλικία

Τα πρόσημα των συντελεστών για τις μεταβλητές οι οποίες αναφέρονται στις ηλικιακές ομάδες παρατηρούνται αρνητικά. Αυτό σημαίνει ότι αναφορικά με την μεταβλητή αναφοράς, δηλαδή τις ηλικίες άνω των 65 ετών, η συμμετοχή θυμάτων που ανήκουν στις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες, οδηγεί σε μείωση του φυσικού λογαρίθμου του πλήθους των παθόντων. Ενδεικτικά η μεγαλύτερη μείωση σημειώνεται για τους ανηλίκους, καθώς ο συντελεστής της μεταβλητής “0-17 έτη” παίρνει την τιμή **-0,854**, ενώ ακολουθούν σε αντίθεση με το μοντέλο της περιόδου πριν το ξέσπασμα της οικονομικής κρίσης, πρώτα οι ηλικίες 18-24 έτη, με το συντελεστή της μεταβλητής να είναι **-0,435**, έπειτα η ηλικιακή ομάδα των 45-64 ετών, με το συντελεστή της αντίστοιχης μεταβλητής να παίρνει την τιμή **-0,434**, ενώ τέλος, η ηλικιακή ομάδα των 25-44 ετών με συντελεστή μεταβλητής **-0,171**.

5.7 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

5.7.1 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Μέσω της σύγκρισης των συντελεστών των μεταβλητών στα μοντέλα των δύο επιμέρους εξαετιών, οι οποίες διαφοροποιήθηκαν ως προς την ύπαρξη οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα, θα προσδιοριστεί ποιες περιπτώσεις νεκρών και βαριά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα επηρεάστηκαν εντονότερα λόγω της οικονομικής ύφεσης που σημειώθηκε

Προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα των μοντέλων και να πραγματοποιηθεί η εξαγωγή των συμπερασμάτων, δημιουργήθηκε ένας πίνακας ο οποίος εμπεριέχει τις τιμές των συντελεστών κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και την ψευδοελαστικότητα κάθε μεταβλητής για τα μοντέλα των περιόδων 2003-2008 και 2009-2014. Χρησιμοποιήθηκε η ψευδοελαστικότητα, διότι η έρευνα βασίζεται σε διακριτές μεταβλητές και μέσω αυτής εξηγείται η επί τις εκατό μεταβολή του αριθμού των παθόντων λόγω της ύπαρξης ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού-μεταβλητής του ατυχήματος.

Μέσω της ψευδοελαστικότητας προσδιορίζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη (ϵ_i^* στον ακόλουθο **πίνακα 5.31**). Ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών δίνεται ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη, η οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι η μεταβλητή «άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες». Συνεπώς, προκύπτει κατά πόσο μεγαλύτερη επιρροή έχουν οι υπόλοιπες μεταβλητές συγκριτικά με την επιρροή της μεταβλητής «άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες» και κατ' επέκταση τα εξαγόμενα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους. Συγκρίνοντας τη σχετική επιρροή μίας μεταβλητής στο μοντέλο της εξαετίας 2003-2008 με την αντίστοιχη στο μοντέλο της εξαετίας 2009-2014, θα γίνει μία προσπάθεια προσδιορισμού των

παραγόντων, οι οποίοι διαδραμάτισαν καθοριστικότερο ρόλο στη μείωση του αριθμού των νεκρών και βαριά τραυματιών κατά τη διάρκεια της κρίσης.

5.7.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΡΡΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2014			ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2008			ΜΟΝΤΕΛΟ 2009-2014		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή	
			ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικότητα)		ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικότητα)		ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικότητα)
	Σταθερός Όρος	0,527			0,713			0,551		
Υπαρξη οικονομικής κρίσης	Περίοδος (2003-2008)- Όχι	0,196	4,25	1,22						
	Περίοδος (2009-2014)- Ναι									
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή									
	Κατοικημένη περιοχή									
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Μέρα	0,149	4,06	1,16	0,151	4,15	1,16	0,148	3,92	1,16
	Σούρουπο	-0,769	1,62	0,46	-0,783	1,63	0,46	-0,754	1,59	0,47
	Νύχτα									
Ατμοσφαιρικές συνθήκες ατυχήματος	Άλλες	-1,251	1,00	0,29	-1,274	1,00	0,28	-1,219	1,00	0,30
	Βροχή	-0,896	1,43	0,41	-0,932	1,41	0,39	-0,852	1,44	0,43
	Καλοκαιρία									
Υπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης	Ισόπεδη διασταύρωση-Όχι	0,507	5,81	1,66	0,528	6,06	1,70	0,478	5,45	1,61
	Ισόπεδη διασταύρωση-Ναι									
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Άλλος	-0,503	2,11	0,60	-0,532	2,10	0,59	-0,472	2,11	0,62
	Επιβατικό	0,81	7,86	2,25	0,853	8,38	2,35	0,747	7,13	2,11
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	0,642	6,64	1,90	0,606	6,55	1,83	0,676	6,64	1,97
	Λεωφορείο/Φορτηγό									
Κατηγορία χρήστη οδού	Πεζός	-0,669	1,79	0,51	-0,689	1,79	0,50	-0,639	1,78	0,53
	Επιβάτης	-0,558	2,00	0,57	-0,555	2,05	0,57	-0,568	1,91	0,57
	Οδηγός									
Φύλο	Άρρεν	0,44	5,43	1,55	0,446	5,58	1,56	0,425	5,17	1,53
	Θήλυ									
Ηλικία	0-17 έτη	-0,844	1,50	0,43	-0,837	1,55	0,43	-0,854	1,44	0,43
	18-24 έτη	-0,411	2,32	0,66	-0,397	2,40	0,67	-0,435	2,19	0,65
	25-44 έτη	-0,178	2,93	0,84	-0,186	2,97	0,83	-0,171	2,85	0,84
	45-64 έτη	-0,515	2,09	0,60	-0,587	1,99	0,56	-0,434	2,19	0,65
	65+ έτη									

Πίνακας 5.31 Συγκεντρωτικός πίνακας μοντέλων

5.7.2.1 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2014

Για το μοντέλο της συνολικής εξεταζόμενης περιόδου(2003-2014) συμπεραίνεται ότι η μεταβλητή της μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης έχει θετική επίδραση στην αύξηση των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Η επίδραση αυτή κρίνεται αρκετά σημαντική σε σχέση με την επίδραση των υπολοίπων μεταβλητών. Πιο

συγκεκριμένα, μεγαλύτερη επιρροή από αυτή της μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης στην αύξηση του αριθμού των παθόντων, εμφανίζουν η μη ύπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης, η συμμετοχή επιβατικού οχήματος στο ατύχημα, η συμμετοχή μηχανοκίνητου δίκυκλου στο ατύχημα και το φύλο του άνδρα. Μάλιστα, τη μεγαλύτερη επιρροή από τις εξεταζόμενες μεταβλητές παρουσιάζει η εμπλοκή επιβατικού οχήματος, η οποία είναι 1,85 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της μη ύπαρξης οικονομικής κρίσης. Προκύπτει επομένως ότι **η οικονομική ύφεση, με τον τρόπο που έχει οριστεί για την Ελλάδα, έχει μία ιδιαίτερα ευνοϊκή επίδραση στα οδικά ατυχήματα.**

Η σύνδεση της οικονομικής κρίσης με την οδική ασφάλεια εξηγείται πιθανώς εάν θεωρήσει κανείς ότι η μεταβολή της οικονομικής κατάστασης μίας χώρας μπορεί να επιφέρει μεταβολή των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών της. Οι πιθανές περικοπές σε μισθούς και συντάξεις σε περίοδο οικονομικής ύφεσης επιφέρουν μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου. Παράλληλα, μειώνονται και τα ταξίδια για λόγους αναψυχής και κατ' επέκταση τα διανυόμενα χιλιόμετρα, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται λιγότερα οδικά ατυχήματα. Επιπλέον, τα αυξημένα ποσοστά ανεργίας στο χρονικό διάστημα της κρίσης, είναι ένας παράγοντας που δρα ευνοϊκά για τα οδικά ατυχήματα, καθώς μειώνονται οι μετακινήσεις για επαγγελματικούς λόγους. Τέλος, είναι πολύ πιθανό σε μία τέτοια περίοδο, να σημειώνονται αλλαγές στην οδική συμπεριφορά των οδηγών, οι οποίες συνδέονται με την οικονομία στην κατανάλωση καυσίμων, αλλά και με τη λιγότερο παραβατική οδήγηση με στόχο την αποφυγή επιβαλλόμενων προστίμων.

5.7.2.2 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ 2003-2008 ΚΑΙ 2009-2014

Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η παρατήρηση των διαφορών στις σχετικές επιρροές των μεταβλητών στα δύο επιμέρους μοντέλα (πριν και κατά τη διάρκεια της κρίσης), ώστε να διαπιστωθεί ο τρόπος με τον οποίο αποτυπώθηκε η ευνοϊκή επιρροή της οικονομικής ύφεσης.

Τύπος περιοχής ατυχήματος

Ο τύπος περιοχής δεν επηρεάζει την εξέλιξη του αριθμού των νεκρών και βαριά τραυματιών, καθότι στα μοντέλα η αντίστοιχη ανεξάρτητη μεταβλητή δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική.

Συνθήκες φωτισμού

Για τη μεταβλητή «**μέρα**» παρατηρείται **μείωση** της σχετικής επιρροής στον αριθμό των παθόντων κατά **5,7%**, ενώ για τη μεταβλητή «**σούρουπο**» **μείωση** κατά **2,6%**. Ενδεχομένως, η μείωση αυτή να οφείλεται στις λιγότερες μετακινήσεις που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας και του σούρουπου, λόγω της αύξησης της ανεργίας αλλά και λόγω των μειωμένων γενικότερα ανθρωπίνων δραστηριοτήτων

Ατμοσφαιρικές συνθήκες

Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται **αύξηση** της σχετικής επιρροής της **βροχής** κατά τη διάρκεια της κρίσης σε ποσοστό **2,5%**. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στις λιγότερες δαπάνες των χρηστών της οδού στη συντήρηση των οχημάτων εν καιρώ οικονομικής ύφεσης. Η σημασία της σωστής συντήρησης των οχημάτων στην αποφυγή

ατυχημάτων, γίνεται περισσότερο αντιληπτή σε επικίνδυνες καταστάσεις οδήγησης όπως υπό βροχή.

Εκτός ισόπεδης διασταύρωσης

Η σχετική επιρροή των ατυχημάτων εκτός ισόπεδων διασταυρώσεων παρουσιάζει **μείωση** της τάξης του **10%** για την εξαιτία της οικονομικής ύφεσης. Πρόκειται για μία μείωση, η οποία πιθανότατα να συνδέεται με τη μείωση των ταχυτήτων των οχημάτων σε σημεία εκτός διασταυρώσεων, όπου και αναμένεται η ανάπτυξη υψηλότερων ταχυτήτων από τους χρήστες της οδού. Κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης, η αποφυγή δαπανών για κατανάλωση περισσότερων καυσίμων και ο κίνδυνος επιβολής προστίμων δρουν ανασταλτικά στην επιθετική οδήγηση των χρηστών της οδού σε σημεία εκτός διασταυρώσεων.

Τύπος οχήματος

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα τελικά αποτελέσματα για τις κατηγορίες των εμπλεκόμενων οχημάτων. Όσον αφορά τα **μηχανοκίνητα δίκυκλα**, παρατηρείται μικρή **αύξηση** της σχετικής επιρροής τους την περίοδο της κρίσης κατά **1,5%**, ενώ αναφορικά με τους **άλλους τύπους οχημάτων**, η επίδραση τους παρέμεινε σχεδόν **αναλλοίωτη** (αύξηση **0,4%**).

Εν αντιθέσει με τα παραπάνω, στα **επιβατικά οχήματα** παρατηρείται μία αξιοσημείωτη **μείωση** της σχετικής επιρροής στον αριθμό των νεκρών και βαριά τραυματιών, της τάξης του **14,9%** κατά τη διάρκεια της κρίσης. Είναι πολύ πιθανό λόγω της οικονομικής κρίσης, οι Έλληνες να κατέφυγαν στη χρήση περισσότερο οικονομικών μέσων για τις μετακινήσεις τους, όπως λόγου χάρη τα μηχανοκίνητα δίκυκλα και κυρίως αυτά του μικρού κυβισμού (Powered Two- Wheeler), γεγονός που αιτιολογεί τη μικρή μεν, αύξηση δε, της σχετικής επιρροής τους στον αριθμό των παθόντων κατά την περίοδο της ύφεσης.

Θα μπορούσε επίσης να ισχυριστεί κανείς ότι και η επιρροή των άλλων τύπων οχημάτων παρουσίασε την ανεπαίσθητη αύξηση της τάξης του **0,4%**, διότι συμπεριλαμβάνει οικονομικότερους τύπους οχημάτων όπως παραδείγματος χάριν τα ποδήλατα. Όσον αφορά τα επιβατικά οχήματα, η οικονομική ύφεση πιθανώς να αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην μείωση της σχετικής επιρροής τους, καθώς πρόκειται για κατηγορία οχήματος που επηρεάστηκε περισσότερο κατά την κρίση, λόγω των εξόδων συντήρησης και τελών κυκλοφορίας και της αύξησης της τιμής των καυσίμων.

Κατηγορία χρήστη οδού

Αναφορικά με την κατηγορία του χρήστη της οδού, η επιρροή της **εμπλοκής πεζών** στα ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά **τραυματίες δε διαφοροποιήθηκε** στις δύο ξεχωριστές περιόδους, ενώ για τους **επιβάτες** η σχετική επιρροή παρουσίασε **μείωση** κατά την περίοδο 2009-2014 της τάξης του **6,6%**. Τα παραπάνω στοιχεία φαίνονται λογικά, καθώς η οικονομική κρίση είναι πιθανό να ώθησε τους ανθρώπους στο περπάτημα έναντι της χρήσης αυτοκινήτου σε περιπτώσεις μετακινήσεων μικρών αποστάσεων. Η μείωση της σχετικής επιρροής των επιβατών τα χρόνια της κρίσης ενδέχεται να υποδηλώνει μείωση της αντίστοιχης επιρροής των οδηγών, μιας και οι δύο κατηγορίες παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά

Φύλο

Η επιρροή των **ανδρών** στη μεταβολή του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών **μειώθηκε** κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης κατά **7,4%**. Οι άνδρες δεν έχουν πληχθεί σε μεγαλύτερο βαθμό από τις γυναίκες από την οικονομική κρίση, με αποτέλεσμα η μείωση που παρατηρείται να μη σχετίζεται με τη μείωση των μετακινήσεων των ανδρών οδηγών. Πιθανώς, η μείωση αυτή να έγκειται στη μεταβολή τις οδηγικής συμπεριφοράς των ανδρών τα έτη της κρίσης η οποία γίνεται περισσότερο αντιληπτή εν συγκρίσει με εκείνη των γυναικών. Στους άνδρες, οι οποίοι αποτελούν πιο επιθετικούς οδηγούς από τις γυναίκες, η ελάττωση των ταχυτήτων για λόγους οικονομίας και αποφυγής προστίμων έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση των ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται.

Ηλικία

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα αποτελέσματα της σύγκρισης της σχετικής επιρροής των διαφόρων ηλικιακών ομάδων στις δύο περιόδους. **Μείωση** της σχετικής επιρροής στον αριθμό των νεκρών και σοβαρά τραυματιών για την περίοδο της κρίσης, παρατηρείται στις ηλικίες **0-17 ετών κατά 7%**, στις ηλικίες **18-24 ετών κατά 8,9%** και στις ηλικίες **25-44 ετών κατά 4%**. Στον αντίποδα, οι ηλικίες **45-64 ετών** παρουσιάζουν **αύξηση** της σχετικής επιρροής τους της τάξης του **10.2%** κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης.

Τα στοιχεία που αναφέρθηκαν φαίνονται λογικά όσον αφορά τους νέους ηλικίας 18-24 ετών, καθώς εκ των πραγμάτων έχουν πληχθεί περισσότερο από τις υπόλοιπες ηλικίες από την ανεργία και επομένως οι μετακινήσεις τους αναμένεται να μειώνονται αισθητά. Επιπλέον, αν και πρόκειται για πιο επιθετικούς και άπειρους οδηγούς σχετικά με τους μεγαλύτερους τους, η ανάγκη για οικονομία καυσίμων και ο κίνδυνος επιβολής προστίμων πιθανώς να οδήγησε σε πιο συνετό τρόπο οδήγησης τα έτη της κρίσης.

Οι παραπάνω αιτίες ενδεχομένως δεν έχουν το ίδιο αντίκτυπο στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες, με αποτέλεσμα στις ηλικίες 25-44 να παρατηρείται μικρότερη μείωση της σχετικής επιρροής τους στον αριθμό των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών. Μάλιστα στις ηλικίες 45-64 παρατηρείται αύξηση της αντίστοιχης σχετικής επιρροής τους. Πιθανώς, λόγω της μείωσης των μετακινήσεων των νέων οδηγών, κυκλοφορούν ποσοστιαία περισσότεροι ηλικιωμένοι οδηγοί, οι οποίοι είναι και περισσότερο ευάλωτοι σε θέματα υγείας με αποτέλεσμα της αύξησης του αριθμού των παθόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η **ανάλυση της επιρροής της οικονομικής κρίσης στη μεταβολή του αριθμού των νεκρών και των σοβαρά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, προσδιορίστηκαν οι παράγοντες επιρροής και ποσοτικοποιήθηκε η επιρροή αυτή.

Τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου ακολούθησε η **βιβλιογραφική αναζήτηση** ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και παγκοσμίως.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε χώρα η **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** για τις ανάγκες της εργασίας, ούτως ώστε να δημιουργηθεί η σχετική βάση δεδομένων. Για τον προσδιορισμό της περιόδου της οικονομικής ύφεσης (2009-2014) χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία της Eurostat σχετικά με την εξέλιξη του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. στην Ελλάδα. Επιπροσθέτως, στα στοιχεία που συλλέχθηκαν, περιλαμβάνεται ο αριθμός των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα, ο οποίος διαχωρίζεται βάσει ορισμένων σημαντικών χαρακτηριστικών των ατυχημάτων. Η συλλογή του πλήθους των παθόντων πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α, το οποίο περιέχει δεδομένα που προέρχονται από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και αναφέρονται στην περίοδο 2003-2014.

Τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία τους προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη μεθοδολογία, αλλά και η κωδικοποίηση τους ώστε να εισαχθούν στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Για τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων και την ανάπτυξη των κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων επιλέχθηκε η εφαρμογή της **λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης**.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη **ενός μοντέλου για τη συνολική εξεταζόμενη περίοδο 2003-2014**, με εξαρτημένη μεταβλητή το φυσικό λογάριθμο των νεκρών και των βαριά τραυματιών και ανεξάρτητες μεταβλητές την ύπαρξη οικονομικής κρίσης, όπως ορίστηκε βάσει της εξέλιξης του Α.Ε.Π., καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων που επιλέχθηκαν κατά τη συλλογή των στοιχείων. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίστηκε η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στην εξέλιξη των ατυχημάτων.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν **δύο ξεχωριστά μοντέλα για τις δύο επιμέρους περιόδους της ύπαρξης (2009-2014) και μη (2003-2008) οικονομικής ύφεσης**, με εξαρτημένη μεταβλητή το φυσικό λογάριθμο των νεκρών και των βαριά τραυματιών και ανεξάρτητες τα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων. Συγκρίνοντας τη σχετική επιρροή των βασικών χαρακτηριστικών των ατυχημάτων στα δύο παραπάνω μαθηματικά πρότυπα, επιχειρήθηκε ο εντοπισμός των μηχανισμών μέσω των οποίων αποτυπώνεται η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στα οδικά ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες.

Σημειώνεται ότι η επιλογή των μοντέλων έγινε έπειτα από **αρκετές δοκιμές** συνδυασμών ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των μοντέλων

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2014			ΜΟΝΤΕΛΟ 2003-2008			ΜΟΝΤΕΛΟ 2009-2014		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική επιρροή	
			ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικό τητα)		ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικό τητα)		ει* (σχετική επιρροή)	ει (Ψευδοελαστικό τητα)
	Σταθερός Όρος	0,527			0,713			0,551		
Υπαρξη οικονομικής κρίσης	Περίοδος (2003-2008)-Οχι	0,196	4,25	1,22						
	Περίοδος (2009-2014)-Ναι									
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή									
	Κατοικημένη περιοχή									
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Μέρα	0,149	4,06	1,16	0,151	4,15	1,16	0,148	3,92	1,16
	Σούρουπο	-0,769	1,62	0,46	-0,783	1,63	0,46	-0,754	1,59	0,47
	Νύχτα									
Ατμοσφαιρικές συνθήκες ατυχήματος	Άλλες	-1,251	1,00	0,29	-1,274	1,00	0,28	-1,219	1,00	0,30
	Βροχή	-0,896	1,43	0,41	-0,932	1,41	0,39	-0,852	1,44	0,43
	Καλοκαίρια									
Υπαρξη ισόπεδης διασταύρωσης	Ισόπεδη διασταύρωση-Οχι	0,507	5,81	1,66	0,528	6,06	1,70	0,478	5,45	1,61
	Ισόπεδη διασταύρωση-Ναι									
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Άλλος	-0,503	2,11	0,60	-0,532	2,10	0,59	-0,472	2,11	0,62
	Επιβατικό	0,81	7,86	2,25	0,853	8,38	2,35	0,747	7,13	2,11
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	0,642	6,64	1,90	0,606	6,55	1,83	0,676	6,64	1,97
	Λεωφορείο/Φορτηγό									
Κατηγορία χρήστη οδού	Πεζός	-0,669	1,79	0,51	-0,689	1,79	0,50	-0,639	1,78	0,53
	Επιβάτης	-0,558	2,00	0,57	-0,555	2,05	0,57	-0,568	1,91	0,57
	Οδηγός									
Φύλο	Άρρεν	0,44	5,43	1,55	0,446	5,58	1,56	0,425	5,17	1,53
	Θήλυ									
Ηλικία	0-17 έτη	-0,844	1,50	0,43	-0,837	1,55	0,43	-0,854	1,44	0,43
	18-24 έτη	-0,411	2,32	0,66	-0,397	2,40	0,67	-0,435	2,19	0,65
	25-44 έτη	-0,178	2,93	0,84	-0,186	2,97	0,83	-0,171	2,85	0,84
	45-64 έτη	-0,515	2,09	0,60	-0,587	1,99	0,56	-0,434	2,19	0,65
	65+ έτη									

Πίνακας 6.1 Συγκεντρωτικός πίνακας μοντέλων

6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας προέκυψαν αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με τον κύριο στόχο που τέθηκε αρχικά. Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων, τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- ❖ Από την εφαρμογή του μοντέλου για τη συνολική περίοδο που εξετάσθηκε, θεωρώντας την ύπαρξη οικονομικής κρίσης ως παράμετρο των ατυχημάτων, διαπιστώθηκε ότι **η ύπαρξη ύφεσης επιφέρει σημαντική μείωση του πλήθους των νεκρών και σοβαρά τραυματιών** στα οδικά ατυχήματα. Η θετική επίδραση της κρίσης στην οδική ασφάλεια πιθανώς εξηγείται από τη μεταβολή των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας (μείωση των μετακινήσεων) και της συμπεριφοράς των οδηγών (οικονομία για λιγότερα πρόστιμα και ζημιές).
- ❖ Όσον αφορά τον τύπο οχήματος, η μείωση των ατυχημάτων με νεκρούς και βαριά τραυματίες κατά τη διάρκεια της κρίσης αποτυπώνεται κυρίως με τη **σημαντική μείωση** των ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται **επιβατικά οχήματα**. Στον αντίποδα, τα οδικά ατυχήματα στα οποία συμμετείχαν **μηχανοκίνητα δίκυκλα παρουσίασαν μικρή αύξηση** στην περίοδο ύπαρξης της ύφεσης σε σχέση με πριν. Ενδεχομένως, αυτό να οφείλεται στη προτίμηση των δίκυκλων οχημάτων έναντι των επιβατικών, λόγω του χαμηλότερου κόστους κυκλοφορίας αλλά και συντήρησης. Τέλος, αναφορικά με τους υπόλοιπους τύπους οχημάτων, δεν παρουσιάστηκε κάποια ιδιαίτερη μεταβολή πριν και μετά την έναρξη της οικονομικής κρίσης.
- ❖ Σημαντικά αισθητή φαίνεται επίσης να είναι και η θετική επίδραση της οικονομικής κρίσης στην οδική ασφάλεια των νέων χρηστών της οδού. Παρατηρήθηκε σημαντική **μείωση** τόσο των νεκρών και σοβαρά τραυματιών νέων με **ηλικίες 18-24 ετών**, όσο και των **ανήλικων** θυμάτων κατά τη διάρκεια της κρίσης, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στη μείωση των μετακινήσεων των νέων οδηγών που είναι ασθενέστεροι οικονομικά και οι πιο ευάλωτοι χρήστες της οδού. Επιπλέον, αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί η σχετικά μικρότερη μείωση των παθόντων ηλικιών 25-44, καθώς και η αύξηση της επιρροής των ηλικιωμένων στον αριθμό των νεκρών και σοβαρά τραυματιών στα χρόνια της κρίσης.
- ❖ Επιπλέον, από την ανάλυση διαπιστώθηκε ότι η οικονομική ύφεση συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την **αξιόλογη μείωση** των ατυχημάτων με νεκρούς και βαριά τραυματίες **εκτός ισόπεδων διασταυρώσεων**. Στην περίπτωση αυτή, η συσχέτιση με την οικονομική κρίση μπορεί να δικαιολογηθεί με τη μείωση των ταχυτήτων σε τμήματα της οδού μακριά από διασταυρώσεις, όπου μπορούν να αναπτύσσονται υψηλότερες ταχύτητες, για λόγους οικονομίας καυσίμου και αποφυγής προστίμων.
- ❖ Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης ο αριθμός **των ανδρών θυμάτων** στα οδικά ατυχήματα μειώθηκε σημαντικά περισσότερο από τον αντίστοιχο αριθμό των γυναικών θυμάτων. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανώς

στη μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς των ανδρών οδηγών, ώστε να οδηγούν λιγότερο επιθετικά και λιγότερο γρήγορα.

- ❖ Όπως προκύπτει από τα τελικά μοντέλα, **η εμπλοκή πεζών** στα οδικά ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες **δεν συνέβαλε ιδιαίτερα στη μείωση** του συνολικού αριθμού των θυμάτων κατά τη διάρκεια της κρίσης, μιας και η σχετική επιρροή τους στον αριθμό των θυμάτων παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη στις δύο εξεταζόμενες υποπεριόδους. Αντιθέτως, η εμπλοκή επιβατών οδήγησε στη μείωση του πλήθους των παθόντων. Το γεγονός αυτό πιθανώς να υποδηλώνει τη μείωση της σχετικής επιρροής της κατηγορίας των οδηγών στην εξαετία της κρίσης. Μία λογική εξήγηση για τα παραπάνω ενδέχεται να αποτελεί και η μείωση των μετακινήσεων με επιβατικά οχήματα.
- ❖ Τα ατυχήματα με νεκρούς και βαριά τραυματίες **κατά τη διάρκεια της ημέρας προέκυψε ότι μειώθηκαν** την περίοδο της κρίσης. Επιπλέον, μικρή μείωση παρατηρήθηκε στα ατυχήματα που συνέβησαν κατά το σούρουπο. Δεδομένης της αναμενόμενης συνολικής μείωσης των οχηματοχιλιομέτρων τα έτη της ύφεσης, φαίνεται αναμενόμενο να μειώθηκαν τα ατυχήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν και σημειώνεται η πλειοψηφία των μετακινήσεων.
- ❖ **Μικρή αύξηση** των ατυχημάτων υπό **συνθήκες βροχής** παρατηρήθηκε την περίοδο 2009-2014. Μία εξήγηση για το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει η πλημελέστερη συντήρηση των οχημάτων για τη μείωση των εξόδων, αυξάνοντας τις πιθανότητες ατυχήματος σε δυσμενείς συνθήκες βροχής.
- ❖ Στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, **η επιρροή του τύπου περιοχής** του ατυχήματος στο πλήθος των νεκρών και βαριά τραυματιών **δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική** σε κανένα από τα τρία αναπτυσσόμενα μαθηματικά πρότυπα.
- ❖ Η διαδικασία που ακολουθήθηκε και η χρήση της **λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης** για τον εντοπισμό των παραγόντων που οδήγησαν στη μείωση των νεκρών και βαριά τραυματιών τα έτη της οικονομικής κρίσης αποτέλεσαν μία αποτελεσματική προσέγγιση του ζητήματος. Ο διαχωρισμός της συνολικής εξεταζόμενης περιόδου σε δύο εξαετίες, η μία ακριβώς πριν την έναρξη της κρίσης και η άλλη κατά τη διάρκεια της, και ακολούθως η σύγκριση των δύο αντίστοιχων μοντέλων οδήγησε σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, καθώς και στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων τα οποία εξηγούνται λογικά.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

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

Οι φορείς της πολιτείας που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή του εθνικού προγράμματος οδικής ασφάλειας και για την παρακολούθηση της εξέλιξης των οδικών

ατυχημάτων, οφείλουν **να λαμβάνουν υπόψη την επιρροή της πρόσφατης οικονομικής ύφεσης** που έπληξε την Ελλάδα.

Είναι απαραίτητο, η προσπάθεια αντιμετώπισης και κατ' επέκταση μείωσης των ατυχημάτων να βασίζεται εκτός των άλλων και στην επιρροή της οικονομικής κρίσης στα διάφορα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων. Οι αρμόδιοι φορείς έχουν τη δυνατότητα να εστιάσουν τα μέτρα αντιμετώπισης σε εκείνους τους παράγοντες των ατυχημάτων, των οποίων η σχετική επιρροή στο πλήθος των νεκρών και των βαριά τραυματιών έμεινε αμετάβλητη ή ακόμη και αυξήθηκε τα έτη της ύφεσης. Θα μπορούσε, παραδείγματος χάριν, **να δοθεί περισσότερη έμφαση σε μέτρα σχετικά με τους δικυκλιστές ή τους οδηγούς μεγαλύτερων ηλικιών**, αφού στις κατηγορίες αυτές δεν έγινε ιδιαίτερα αντιληπτή η ευνοϊκή επίδραση της οικονομικής κρίσης.

Επιπροσθέτως, η μείωση του αριθμού των ατυχημάτων που παρατηρείται κατά την περίοδο της πρόσφατης οικονομικής ύφεσης δεν πρέπει να αποτελεί καθησυχαστικό παράγοντα για την πολιτεία. Η συνεχής καθοδική πορεία των ατυχημάτων τα τελευταία χρόνια είναι αναμφισβήτητη, και επομένως θα ήταν αναμενόμενο να συνεχιστεί η μείωση των οδικών ατυχημάτων ανεξαρτήτως έλευσης κρίσης. Επομένως, είναι απαραίτητο **η αποτελεσματικότητα των μέτρων να κρίνεται με βάση την επίτευξη της επιπλέον μείωσης των ατυχημάτων** λόγω των οικονομικών συνθηκών κατά την κρίση και όχι με βάση την απόλυτη μείωση που παρατηρήθηκε.

Τέλος, θα πρέπει όμως, οι αρμόδιες αρχές, παρατηρώντας τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η μείωση των οδικών ατυχημάτων σε περιόδους οικονομικής ύφεσης και στηριζόμενες στην υπάρχουσα εξέλιξη, **να αναπτύσσουν σχέδια με στόχο τη διατήρηση της πτωτικής τάσης των ατυχημάτων** στην επερχόμενη περίοδο οικονομικής ανάκαμψης. Με τον τρόπο αυτό, θα τεθούν οι απαραίτητοι στόχοι οι οποίοι θα οδηγήσουν σε περαιτέρω βελτίωση των επιδόσεων οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας μελετήθηκε ο βαθμός αλλά και ο τρόπος με τον οποίο αποτυπώνεται η επιρροή της οικονομικής ύφεσης στα οδικά ατυχήματα της Ελλάδας, θεωρώντας την περίοδο της πρόσφατης ύφεσης ως έναν εκ των βασικών παραγόντων των ατυχημάτων.

Αρκετό ενδιαφέρον θα είχε πιθανότατα η επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας με **επιπλέον μεταβλητές**, όπως η κατοχή διπλώματος, η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας και η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ στις περιπτώσεις των ατυχημάτων. Συμπεριλαμβανομένων και επιπλέον μεταβλητών, θα διαμορφωνόταν μία πιο σφαιρική εικόνα των μηχανισμών μέσω των οποίων αποτυπώνεται η μείωση των ατυχημάτων λόγω της οικονομικής κρίσης.

Ένα βήμα περαιτέρω έρευνας θα αποτελούσε η **επανάληψη της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε μετά από λίγα χρόνια**, θεωρώντας μεγαλύτερη περίοδο ύφεσης. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη δεν κρίνεται στο σύνολο της ως ελλιπής, αλλά σίγουρα μεγαλύτερο πλήθος στοιχείων θα οδηγούσε σε καλύτερη αξιολόγηση της επιρροής της οικονομικής κρίσης στην οδική ασφάλεια.

Επιπροσθέτως, ύστερα από ορισμένο χρονικό διάστημα στο μέλλον, πιθανώς να δοθεί η δυνατότητα στους ερευνητές να αναλύσουν την επιρροή της οικονομικής κρίσης στην οδική ασφάλεια **με βάση την περίοδο μετά το πέρας αυτής**. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων μίας τέτοιας έρευνας με την παρούσα θα οδηγούσε σε πιο ολοκληρωμένη εικόνα των παραγόντων μέσω των οποίων αποτυπώνεται η επιρροή της πρόσφατης οικονομικής κρίσης.

Τέλος, σε επόμενη φάση θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί διαφορετική στατιστική ανάλυση στο συγκεκριμένο ζήτημα. Αφενός μεν, θα μπορούσε να αναλυθεί το φαινόμενο με χρήση άλλων στατιστικών μεθόδων. Αφετέρου δε, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί διαφορετική προσέγγιση στη διερεύνηση της συνδυασμένης επίδρασης της οικονομικής κρίσης με τα υπόλοιπα βασικά χαρακτηριστικά των ατυχημάτων, χωρίς να απαιτηθεί ο διαχωρισμός σε περίοδο κρίσης και μη ύπαρξης κρίσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. NRSO – National Technical University of Athens Road Safety Observatory. <https://www.nrso.ntua.gr/>
2. European Commission, 2017 https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/road_safety_encouraging_results_in_2016_en
3. ΕΛ.ΣΤΑΤ. – Ελληνική Στατιστική Αρχή. <http://www.statistics.gr/>
4. WHO – World Health Organization. <http://www.who.int/en>
5. Tihansky D.P., 1974. “Impact of the energy crisis on traffic accidents”, Accident Analysis and Prevention, Vol: 8, pp. 481-492.
6. Wagenaar A.C., 1984. “Effects of macroeconomic conditions on the incidence of motor vehicle accidents”, Accident Analysis and Prevention, Vol:16, Issue:3, pp. 191-205.
7. George Yannis et. al., 2013. “Effect of GDP changes on road traffic fatalities”, Safety Science 63 (2014), pp. 42–49
8. Ruth Bergel-Hayat et. al., 2013. “The impact of the economic crisis on road mortality: An exploratory approach for some countries in Europe”, European Transport Conference, 2013
9. Fred Wegman et. al., 2017. “How did the economic recession (2008–2010) influence traffic fatalities in OECD-countries?”, Accident Analysis & Prevention Vol: 102, May 2017, pp. 51-59
10. Konstantinos Mpogas et. al., 2016. “Road Safety in urban areas in Greece during economy downturn. A before – after comparison”. Transportation Research Procedia 24 (2017), pp. 228–234
11. Κρητικού Σμαράγδα, Μάρτιος 2011. “Ανάπτυξη μακροσκοπικών προτύπων σοβαρότητας οδικών ατυχημάτων ενός ή περισσότερων οχημάτων”, Διπλωματική Εργασία Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.
12. IRTAD - International Traffic Safety Data and Analysis Group, 2015. “Why does road safety improve when economic times are hard”, ITF, Paris.
13. Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων, 2016. <http://www.ses.gr/>
14. Κατερίνα Φώλλα, 2012. “Η επιρροή της μεταβολής του ΑΕΠ στα οδικά ατυχήματα”, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα.
15. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι. Εισαγωγή στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστική, Εκδ. Συμεών, Αθήνα 1991.

- 16.Ιωάννης Πανάρετος, Καθηγητής Τμήματος Στατιστικής του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, 2003, “Γραμμικά μοντέλα με έμφαση στις εφαρμογές”. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Στατιστικής