



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΟΧΗΜΑΤΟΣ



ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΙΣΠΙΡΙΓΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΑΝ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΙΣΠΙΡΙΓΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΑΝ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Γιώργο Γιαννή, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και για την πολύτιμη καθοδήγηση και αδιάκοπη συνεργασία που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της.

Παράλληλα, θέλω να ευχαριστήσω την κ. Ελεονώρα Παπαδημητρίου, Διδάκτορα Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, καθώς και τους κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου και Άκη Θεοφιλάτο, Υποψήφιους Διδάκτορες, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις τους πάνω σε θέματα σχετικά με την λειτουργία του ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης SPSS, αλλά και ζητήματα που αφορούσαν τη χρήση της βάσης δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ του ΕΜΠ.

Εξίσου σημαντική και απαραίτητη ήταν η συνεισφορά της κ. Έφης Αργυροπούλου αλλά και της κ. Σμαράγδας Κρητικού, που με τις ουσιαστικές οδηγίες και παρατηρήσεις τους, συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της σύνταξης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην οικογένεια μου για την απεριόριστη ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια στην εκπαιδευτική μου πορεία, συμβάλλοντας καθοριστικά στην μόρφωση και κυρίως στην παιδεία μου.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Γεώργιος Πισπιρίγκος

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει στόχο τη διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων ανά τύπο οχήματος. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων με εξατομικευμένα στοιχεία οδικών ατυχημάτων του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. και αναπτύχθηκαν μαθηματικά στατιστικά μοντέλα με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Με την εφαρμογή των μοντέλων αυτών, προσδιορίστηκε η επιρροή διαφόρων παραμέτρων όπως ο τύπος του ατυχήματος, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, οι συνθήκες φωτισμού, κτλ, στο πλήθος των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων, για κάθε τύπο οχήματος ξεχωριστά (επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο πάνω από 50cc). Προέκυψε μεταξύ άλλων, ότι για όλους τους τύπους οχήματος, η σοβαρότητα εμφανίζεται αυξημένη σε ατυχήματα που εμπλέκονται δύο ή και περισσότερα οχήματα, καθώς αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη υψηλότερων ταχυτήτων, άρα και σφοδρότερων συγκρούσεων, ενώ επίσης διαπιστώθηκε αυξημένη επιρροή στη σοβαρότητα, στις παρασύρσεις πεζών από επιβατικά αυτοκίνητα.

Λέξεις-Κλειδιά

Σοβαρότητα ατυχήματος, οδική ασφάλεια, οδικό ατύχημα, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

INVESTIGATION OF ROAD ACCIDENT SEVERITY PER VEHICLE TYPE

George Pispirigkos

Supervisor: George Yannis, Associate Professor NTUA

ABSTRACT

The present Diploma Thesis aims to investigate road accident severity per vehicle type. On that purpose, the database with disaggregate road accident data of the Department of Transportation Planning and Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) was exploited, and lognormal regression models were developed. The application of these models allowed the identification of the effect of various parameters such as the type of accident, the weather conditions, the lighting conditions etc. on the number of killed, seriously and slightly injured, per number of vehicles involved, for each vehicle type separately (car, truck, bus, motorcycle up to 49cc and motorcycle over 50cc). One of the results was that, for every vehicle type, accidents in which two or more vehicles are involved are more severe, due to the fact that typically they are higher-speed and hence higher impact. Furthermore, severity is higher at accidents involving pedestrians and passenger cars.

Keywords:

Road accident severity, road safety, road accident, lognormal regression

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων ανά τύπο οχήματος, με τη χρήση της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**.

Με βάση και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προσδιορίστηκε ότι τα κατάλληλα δεδομένα για την περαιτέρω ανάλυση, είναι εκείνα που συγκεντρώνονται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), μέσω των Δελτίων Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων (**Δ.Ο.Τ.Α.**) που συμπληρώνει η Τροχαία.

Για τη διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων, επιλέχθηκε η εξέταση **του λόγου** του αριθμού των παθόντων (νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες) προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων. Ο λόγος αυτός αποτελεί ένα βασικό τρόπο έκφρασης της σοβαρότητας των ατυχημάτων, αφού συνδέει τον αριθμό των παθόντων με τον αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων στο ατύχημα. Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στον λόγο αυτό, επιλέχθηκε η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

Από τη στατιστική ανάλυση και μετά από αρκετές δοκιμές, προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ του εξεταζόμενου λόγου του αριθμού των παθόντων προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων και των παραγόντων που τον επηρεάζουν. Αναπτύχθηκαν 15 στατιστικά μοντέλα, για τους 5 τύπους οχήματος (επιβατικά, φορτηγά, λεωφορεία, δίκυκλα <50cc και ≥50cc) για κάθε κατηγορία παθόντα (νεκροί, βαριά, ελαφρά τραυματίες).

Η επιρροή των παραγόντων κάθε μοντέλου στον εξεταζόμενο λόγο, προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της **σχετικής επιρροής**, ο υπολογισμός της οποίας βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα των νεκρών, των βαριά και των ελαφρά τραυματιών, περιλαμβάνοντας τις τιμές των συντελεστών **β_i** και τις τιμές της σχετικής επιρροής **ei^*** των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΝΕΚΡΟΙ									
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 50cc	
	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή
		ei*		ei*		ei*		ei*		ei*
Σταθερά	0,451	-	-1,372	-	-1,160	-	-1,314	-	-1,276	-
Τύπος περιοχής										
Νύχτα							-0,019	-1,00		
Βροχή	0,044	1,00	0,030	1,00					0,063	3,96
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες										
Μετωπική σύγκρουση			0,317	10,43	0,348	1,01	0,304	23,58	0,304	17,54
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,077	1,92	0,335	11,90	0,382	1,00	0,32	23,78	0,322	18,99
Παράσυρση πεζού	-0,335	-8,32								
Πλαγιομετωπική σύγκρουση			0,340	10,65	0,558	1,48	0,302	17,05	0,270	13,15
Πλάγια σύγκρουση	0,074	1,92	0,257	9,42			0,339	27,08	0,328	19,62
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα	-0,272	-6,38	0,084	2,74					0,018	1,00
Εκτροπή από οδό	-0,291	-6,87								
Άλλος τύπος ατυχήματος							0,039	3,06		
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας										
Επιβάτης										
Ηλικία	-0,0004	-	0,0005	-	-0,002	-	0,0004	-	-0,0004	-

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ									
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 50cc	
	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή
		ei*		ei*		ei*		ei*		ei*
Σταθερά	0,477	-	-1,420	-	-0,815	-	0,287	-	-1,250	-
Τύπος περιοχής										
Νύχτα									-0,017	-1,00
Βροχή	0,044	1,61							0,093	9,29
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες										
Μετωπική σύγκρουση			0,334	3,70	0,238	9,83	0,093	1,66	0,300	28,33
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,087	3,38	0,323	3,84	0,250	10,48			0,320	30,71
Παράσυρση πεζού	-0,336	-13,13			-0,050	-1,00	-0,229	-4,30		
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	0,034	1,00	0,322	2,83	0,281	11,75	0,079	1,00	0,200	15,24
Πλάγια σύγκρουση			0,344	4,11					0,329	31,17
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα	-0,257	-9,71	0,092	1,00					0,077	7,03
Εκτροπή από οδό	-0,287	-10,90					-0,216	-3,82		
Άλλος τύπος ατυχήματος							-0,206	-3,75		
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας										
Επιβάτης										
Ηλικία	-0,0005	-	0,0003	-	0,001	-	-0,0005	-	-0,0007	-

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ									
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 50cc	
	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή
		ei*		ei*		ei*		ei*		ei*
Σταθερά	-0,501	-	-1,822	-	-1,411	-	-1,281	-	-0,156	-
Τύπος περιοχής							-0,065	-1,00	-0,151	-1,00
Νύχτα										
Βροχή	0,161	5,26	0,032	1,00			0,102	9,79	0,248	6,25
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες	0,179	6,69							0,277	7,24
Μετωπική σύγκρουση	0,142	4,76	0,387	12,25	0,324	26,19	0,292	27,39		
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,209	6,77	0,421	14,00	0,374	27,66	0,282	25,1		
Παράσυρση πεζού	-0,354	-12,98							-0,305	-7,38
Πλαγιομετωπική σύγκρουση			0,363	9,18	0,334	21,74	0,142	9,13	-0,136	-2,80
Πλάγια σύγκρουση	0,201	7,32	0,392	14,04	0,354	26,92	0,275	24,29		
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα			0,207	7,02	0,112	8,80	0,202	18,87		
Εκτροπή από οδό	-0,167	-5,94	0,093	3,10					-0,183	-4,52
Άλλος τύπος ατυχήματος										
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	0,152	5,31							0,193	4,52
Επιβάτης	0,044	1,00			-0,036	-1,00	0,089	7,37	0,169	3,49
Ηλικία	-0,002	-	0,0004	-	-0,0005	-	-0,002	-	-0,003	-

Από τους πίνακες της σχετικής επιρροής των μεταβλητών προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα **συμπεράσματα** στα οποία οδηγούν τα παραπάνω αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στη συνέχεια.

1. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής **του τύπου οχήματος** στη σοβαρότητα των ατυχημάτων όπως αυτή εκφράζεται από τον λόγο των παθόντων (νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες) προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων.
2. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης** που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης των εξαρτημένων με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.
3. Με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής των μοντέλων, για τον προσδιορισμό της επιρροής των παραμέτρων που εξετάστηκαν, στον αριθμό των **νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων**, προέκυψαν τα εξής:
 - Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η παράσυρση πεζού, ενώ εξίσου σημαντικές για τον λόγο των νεκρών προς τα εμπλεκόμενα οχήματα είναι και η εκτροπή από την οδό και η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα.
 - Τη σημαντικότερη επιρροή, για τα **δίκυκλα μικρού και μεγάλου κυβισμού**, φαίνεται να έχουν οι μετωπικές, νωτομετωπικές και πλάγιες συγκρούσεις, αφού πρόκειται για τύπους σύγκρουσης ιδιαίτερα κρίσιμους για τους δικυκλιστές.
 - Ελάχιστα φαίνεται να επηρεάζει η βροχή τον αριθμό των νεκρών ανά όχημα, σε σχέση με τις υπόλοιπες παραμέτρους, **για όλους τους τύπους οχήματος**. Αυτό ενδεχομένως, οφείλεται στην προσοχή που δείχνουν οι οδηγοί σε ασταθείς καιρικές συνθήκες, αλλά και ενδεχομένως στις χαμηλότερες ταχύτητες που παρατηρούνται σε συνθήκες βροχής.

4. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα μοντέλα που αφορούσαν στον αριθμό των **βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων**, φαίνεται ότι:

- Ο αριθμός των βαριά τραυματιών ανά όχημα, όταν πρόκειται για **επιβατικά**, επηρεάζεται περισσότερο από ατυχήματα με παράσυρση πεζού, ενώ ακολουθούν οι περιπτώσεις εκτροπής από οδό και πρόσκρουσης σε σταθμευμένο όχημα-αντικείμενο.
- Όταν ο τύπος οχήματος είναι **φορτηγό**, τη μικρότερη επιρροή εμφανίζει η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα-αντικείμενο. Ενδεχομένως, σε αυτήν την περίπτωση, η μεγάλη μάζα του φορτηγού, να αποτελεί και ένα είδος προστασίας των παθόντων εντός του φορτηγού.
- Στα **δίκυκλα από 50cc και πάνω**, η νύχτα φαίνεται να επηρεάζει λιγότερο από τους υπόλοιπους παράγοντες που εξετάστηκαν τον λόγο των βαριά τραυματιών προς τα εμπλεκόμενα οχήματα και μάλιστα αρνητικά. Πιθανώς, λόγω της μειωμένης ορατότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας, να δίνεται περισσότερη προσοχή από τους δικυκλιστές και να αναπτύσσουν χαμηλότερες ταχύτητες. Αντιθέτως, ατυχήματα με μετωπική, νωτομετωπική και πλάγια σύγκρουση παραμένουν ιδιαίτερα κρίσιμα για τον λόγο αυτό.
- Ελάχιστα φαίνεται να επηρεάζουν τα ατυχήματα με παράσυρση πεζού, τον αριθμό των βαριά τραυματιών ανά όχημα, στην περίπτωση που εμπλέκονται **λεωφορεία**, καθώς η μεγάλη μάζα του λεωφορείου σε συνδυασμό με τις χαμηλότερες ταχύτητες που αναπτύσσει, ενδεχομένως να το καθιστά εύκολα ορατό και αντιληπτό από τους πεζούς, με συνέπεια να προστατεύονται εγκαίρως.

5. Από την εφαρμογή των μοντέλων που αφορούσαν στον αριθμό των **ελαφρά τραυματιών ανά το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων**, προέκυψε ότι :

- Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα εμφανίζει η παράσυρση πεζού, ενώ ακολουθούν οι μεταβλητές πλάγια και νωτομετωπική σύγκρουση.
- Η βροχή έχει τη μικρότερη επιρροή για τις κατηγορίες των **δίκυκλων μικρού και μεγάλου κυβισμού**, κάτι το οποίο φαίνεται λογικό, δεδομένου ότι σε συνθήκες βροχής τα δίκυκλα

κινούνται με χαμηλότερες ταχύτητες και με μεγαλύτερη προσοχή.

- Οι μετωπικές, νωτομετωπικές και πλάγιες συγκρούσεις επηρεάζουν σημαντικά και τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, για τις κατηγορίες των **φορτηγών**, των **λεωφορείων** και των **δικύκλων μέχρι 49cc**.

6. Η **παράσυρση πεζού** επηρεάζει περισσότερο από κάθε άλλο εξετασθέντα παράγοντα τον αριθμό των παθόντων ανά όχημα και για τις τρεις κατηγορίες σοβαρότητας (νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών), όταν το όχημα στο ατύχημα είναι **επιβατικό**. Το συμπέρασμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι οι εμπλοκές με πεζούς είναι συχνές σε κατοικημένες περιοχές, όπου η πλειοψηφία των οχημάτων είναι επιβατικά και τα σημεία με αυξημένη διέλευση πεζών είναι αρκετά (διαβάσεις, ισόπεδοι κόμβοι με φωτεινούς σηματοδότες, πεζοδρομήσεις).
7. Αυξημένη επιρροή στη σοβαρότητα των ατυχημάτων παρουσιάζουν οι μετωπικές, νωτομετωπικές και πλάγιες συγκρούσεις στον αριθμό των νεκρών και βαριά τραυματιών, όταν εμπλέκονται **δίκυκλα από 50cc και πάνω**. Το γεγονός ότι τα δίκυκλα παρέχουν ελάχιστη προστασία, καθιστούν ιδιαίτερα κρίσιμους τους παραπάνω τύπους ατυχήματος, όπου η σύγκρουση μεταξύ δύο κινούμενων οχημάτων είναι σφοδρότερη.
8. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι για ατυχήματα με **μετωπική, νωτομετωπική ή πλάγια σύγκρουση**, η σοβαρότητα **αυξάνει**, ενώ για ατυχήματα όπου συμβαίνει **εκτροπή από οδό ή παράσυρση πεζού**, αυτή **μειώνεται**, ανεξάρτητα από τον τύπο του οχήματος. Στην πρώτη περίπτωση, η ανάπτυξη μεγαλύτερων ταχυτήτων, καθώς στο ατύχημα εμπλέκονται δύο ή και περισσότερα οχήματα, συνεπάγεται σφοδρότερες συγκρούσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός των παθόντων ανά όχημα. Αντιθέτως στη δεύτερη περίπτωση, όπου το οδικό ατύχημα συμβαίνει με την ταχύτητα ενός μόνο οχήματος, η σύγκρουση είναι λιγότερο σφοδρή, με συνέπεια να μειώνεται και η σοβαρότητα του ατυχήματος.
9. Όσον αφορά στην **ηλικία** των παθόντων, παρατηρείται ότι, στην περίπτωση των **επιβατικών** και των **δικύκλων μεγάλου κυβισμού**, η αύξηση της ηλικίας, συνδέεται με μείωση του αριθμού των νεκρών, των βαριά και των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, γεγονός που πιθανώς δείχνει ότι οι νεαρότεροι χρήστες του οδικού δικτύου, προβαίνουν σε πιο ακραίες οδηγικές συμπεριφορές, αναπτύσσοντας υψηλότερες ταχύτητες, προκαλώντας με τον τρόπο αυτό σοβαρότερα ατυχήματα. Ωστόσο, στην

περίπτωση που εμπλέκονται **φορτηγά**, η αύξηση της ηλικίας, συνεπάγεται την αύξηση της σοβαρότητας. Πιθανώς, ο χειρισμός και η οδήγηση ενός φορτηγού, απαιτεί κατάλληλη ικανότητα και αντίληψη, που με την αύξηση της ηλικίας περιορίζεται, καθιστώντας έτσι έναν μεγαλύτερο σε ηλικία χρήστη περισσότερο επικίνδυνο για την πρόκληση ατυχήματος.

10. Παρατηρείται ότι **η βροχή** παρουσιάζει σχετικά μικρή επιρροή στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, για όλους σχεδόν τους τύπους οχήματος. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι σε συνθήκες βροχής οι οδηγοί αναγκάζονται να ελαττώσουν την ταχύτητα κίνησης και να είναι περισσότερο προσεκτικοί. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση δικύκλων μεγάλου κυβισμού σε περιπτώσεις ελαφρών τραυματισμών, το οποίο ενδεχομένως εξηγείται από την ελάχιστη προστασία που προσφέρουν τα δίκυκλα στον οδηγό αλλά και στον επιβάτη τους, σε συνδυασμό με το ολισθηρό οδόστρωμα σε συνθήκες βροχής.
11. Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή **η γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σε άλλες περιοχές και σε άλλα κράτη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	9
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	13
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	13
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	13
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ	13
2.3 ΣΥΝΟΨΗ.....	20
2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	22
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	22
3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	22
3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	24
3.3 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	26
3.3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	27
3.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	32
ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	32
4.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	32
4.1.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....	33

4.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	34
4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	37
4.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	53
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	53
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	53
5.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	54
5.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	55
5.2.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	57
5.2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	61
5.2.4 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	63
5.2.5 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	65
5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ	66
5.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	76
5.3.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	79
5.3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	81
5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	84
5.4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	94
5.4.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	97
5.4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	98
5.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	100
5.5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	111
5.5.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	114
5.5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	118
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	118
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	118
6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	121
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	125
6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	127
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	128
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	128

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1.1 Εξέλιξη οδικών ατυχημάτων (1994-2006)	1
Διάγραμμα 1.2 Εξέλιξη αριθμού βαριά τραυματιών και νεκρών.....	2
Διάγραμμα 1.3 Εξέλιξη αριθμού νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα (Πηγή: CARE database, 2010)	2
Διάγραμμα 1.4 Ποσοστό θανατηφόρων ατυχημάτων στα κράτη του ΟΟΣΑ με βάση τον πληθυσμό για το έτος 2009 (Πηγή: IRTAD database, 2009)	3
Διάγραμμα 1.5 Αριθμός θανάτων από οδικά ατυχήματα στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2009 (Πηγή: CARE database, 2010).....	3
Διάγραμμα 1.6 Ποσοστό νεκρών σε κράτη της Ε.Ε. ανάλογα με το μέσο μεταφοράς (CARE database, 2009).....	5
Διάγραμμα 1.7 Αριθμός νεκρών ανάλογα με το μέσο μεταφοράς (Πηγή: CARE, EU road accidents database).....	6
Διάγραμμα 1.8 Ποσοστό θανάτων σε οδικά ατυχήματα ανά μέσο μεταφοράς στα κράτη της Ε.Ε. για το έτος 2008 (CARE database)	7
Διάγραμμα 1.9 Σχηματική απεικόνιση της ακολουθούμενης μεθοδολογίας ..	10
Διάγραμμα 5.1 Κατανομή συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή για το μοντέλο των νεκρών	61
Διάγραμμα 5.2 Κατανομή συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή για το μοντέλο των βαριά τραυματιών	62

Διάγραμμα 5.3 Κατανομή συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή για το μοντέλο των ελαφρά τραυματιών	62
Διάγραμμα 5.4 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι επιβατικό	67
Διάγραμμα 5.5 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι επιβατικό.....	67
Διάγραμμα 5.6 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι φορτηγό.....	68
Διάγραμμα 5.7 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι φορτηγό	69
Διάγραμμα 5.8 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι λεωφορείο	70
Διάγραμμα 5.9 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι λεωφορείο.....	71
Διάγραμμα 5.10 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc	72
Διάγραμμα 5.11 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc.....	73
Διάγραμμα 5.12 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω.....	74
Διάγραμμα 5.13 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc.....	75
Διάγραμμα 5.14 Συσχέτιση αριθμού νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος και τις συνθήκες βροχής	82
Διάγραμμα 5.15 Συσχέτιση αριθμού νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος	82
Διάγραμμα 5.16 Συσχέτιση αριθμού νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.....	83
Διάγραμμα 5.17 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι επιβατικό	85

Διάγραμμα 5.18 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι επιβατικό.....	85
Διάγραμμα 5.19 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι φορτηγό.....	86
Διάγραμμα 5.20 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι φορτηγό	87
Διάγραμμα 5.21 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι λεωφορείο	88
Διάγραμμα 5.22 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι λεωφορείο	89
Διάγραμμα 5.23 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc	90
Διάγραμμα 5.24 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc.....	91
Διάγραμμα 5.25 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω.....	92
Διάγραμμα 5.26 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω	93
Διάγραμμα 5.27 Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού	98
Διάγραμμα 5.28 Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.....	99
Διάγραμμα 5.29 Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος	99
Διάγραμμα 5.30 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι επιβατικό	101
Διάγραμμα 5.31 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι επιβατικό.....	102
Διάγραμμα 5.32 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι φορτηγό.....	103

Διάγραμμα 5.33 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι φορτηγό	104
Διάγραμμα 5.34 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι λεωφορείο	105
Διάγραμμα 5.35 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι λεωφορείο	106
Διάγραμμα 5.36 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc	107
Διάγραμμα 5.37 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc.....	108
Διάγραμμα 5.38 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω.....	109
Διάγραμμα 5.39 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω	110
Διάγραμμα 5.40 Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο περιοχής και τις συνθήκες βροχής	115
Διάγραμμα 5.41 Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος	116
Διάγραμμα 5.42 Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος	116

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t.....	29
Πίνακας 2 Περιγραφή επιλεγμένων μεταβλητών της βάσης δεδομένων για την περίοδο 2004-2008 της ΕΛ.ΣΤΑΤ.	36
Πίνακας 3 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος.....	39
Πίνακας 4 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού	40

Πίνακας 5 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες	41
Πίνακας 6 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τον τύπο χρήστη της οδού	42
Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός πίνακας επιρροής του τύπου οχήματος στην σοβαρότητα οδικών ατυχημάτων	44
Πίνακας 8 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (ΣΥΝΟΛΙΚΑ)...	56
Πίνακας 9 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΟΧΗΜΑΤΟΣ)	56
Πίνακας 10 Συσχέτιση μεταβλητών στο μοντέλο των νεκρών	58
Πίνακας 11 Συσχέτιση μεταβλητών στο μοντέλο των βαριά τραυματιών	59
Πίνακας 12 Συσχέτιση μεταβλητών στο μοντέλο των ελαφρά τραυματιών ...	60
Πίνακας 13 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι επιβατικό	66
Πίνακας 14 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι φορτηγό.....	68
Πίνακας 15 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι λεωφορείο	70
Πίνακας 16 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc	72
Πίνακας 17 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω	74
Πίνακας 18 Σχετική επιρροή μεταβλητών στα μοντέλα των νεκρών	80
Πίνακας 19 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι επιβατικό.....	84
Πίνακας 20 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι φορτηγό	86
Πίνακας 21 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι λεωφορείο	88
Πίνακας 22 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc.....	90

Πίνακας 23 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω	92
Πίνακας 24 Σχετική επιρροή μεταβλητών στα μοντέλα βαριά τραυματιών	97
Πίνακας 25 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι επιβατικό.....	101
Πίνακας 26 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι φορτηγό	103
Πίνακας 27 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι λεωφορείο.....	105
Πίνακας 28 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc.....	107
Πίνακας 29 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω	109
Πίνακας 30 Σχετική επιρροή μεταβλητών στα μοντέλα ελαφρά τραυματιών	114
Πίνακας 31 Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στις τρεις κατηγορίες μοντέλων	120

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1 Πίνακας για τους νεκρούς όπως εξάγεται από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α	45
Εικόνα 2 Πίνακας για τους βαριά τραυματίες όπως εξάγεται από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α	45
Εικόνα 3 Πίνακας για τους ελαφρά τραυματίες όπως εξάγεται από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.....	46
Εικόνα 4 Πίνακας για τους νεκρούς μετά την τροποποίηση	46
Εικόνα 5 Παράδειγμα εισαγωγής των στοιχείων στο λογισμικό (Πλήθος σοβαρά τραυματιών όταν ο τύπος οχήματος είναι φορτηγό)	48
Εικόνα 6 Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών	49
Εικόνα 7 Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων	49
Εικόνα 8 Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου	50

Εικόνα 9 Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών	50
Εικόνα 10 Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση.....	51
Εικόνα 11 Παράδειγμα ορισμού εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

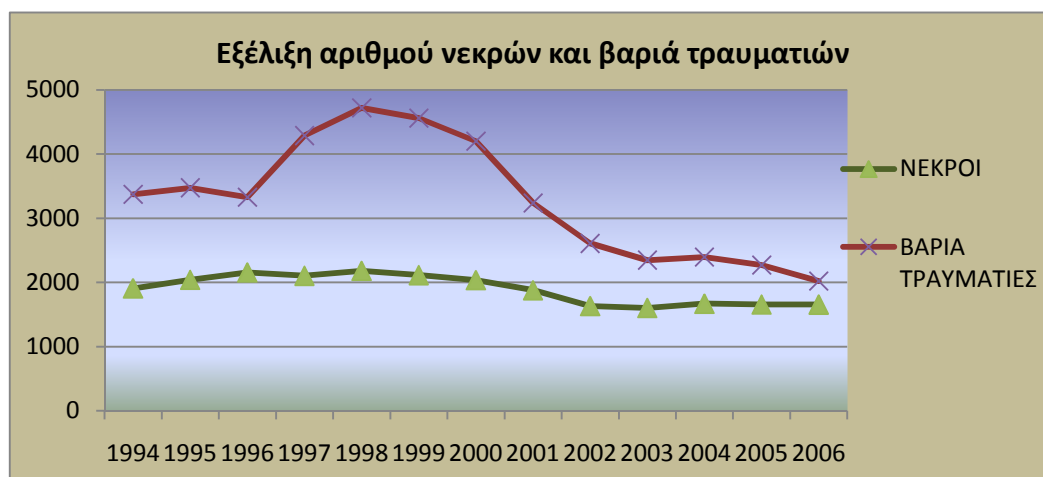
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η οδική ασφάλεια στα μεταφορικά συστήματα αποτελεί σημαντικό και αναπόσπαστο μέρος του τομέα των μεταφορών και της συγκοινωνιακής υποδομής καθώς **τα οδικά ατυχήματα αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία του συνόλου των ατυχημάτων στις μεταφορές**. Η συνεχής αύξηση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα τα τελευταία χρόνια, έχει καθιερώσει τα οδικά ατυχήματα στις υψηλότερες θέσεις των αιτιών θανάτου στις σύγχρονες κοινωνίες. Σύμφωνα με έρευνα του Διεθνούς Οργανισμού Υγείας (World Health Organization, WHO) εκτιμάται ότι 1,2 εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους σε οδικά ατυχήματα κάθε χρόνο ενώ οι τραυματίες ξεπερνούν τα πενήντα εκατομμύρια. Για τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το οικονομικό κόστος των οδικών ατυχημάτων ανέρχεται περίπου σε 70 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως, ενώ το κοινωνικό κόστος είναι ανυπολόγιστης αξίας (Κανελλαΐδης, et al., 2004).

Στην **Ελλάδα**, βάσει των στοιχείων της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.) καταγράφονται κάθε χρόνο περίπου 16.000 οδικά ατυχήματα με απολογισμό περίπου 1500 νεκρούς και 20000 τραυματίες, με τους βαριά τραυματίες να ξεπερνούν το 15% του συνόλου των βαριά και ελαφρά τραυματιών (Διάγραμμα 1.1 και 1.2).

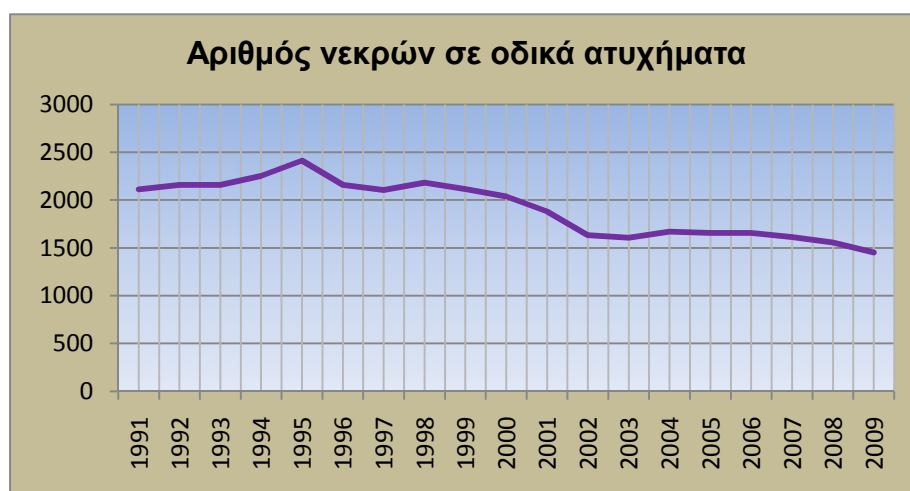


Διάγραμμα 1.1 Εξέλιξη οδικών ατυχημάτων (1994-2006)

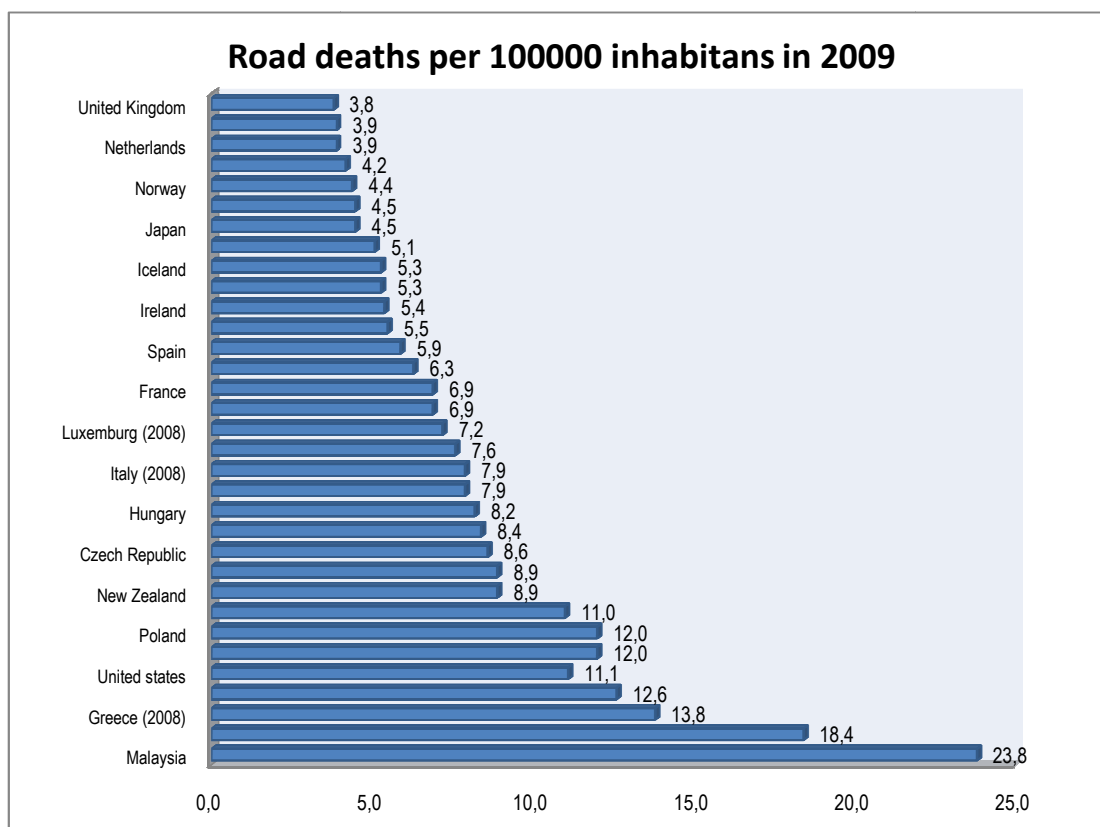


Διάγραμμα 1.2 Εξέλιξη αριθμού βαριά τραυματιών και νεκρών

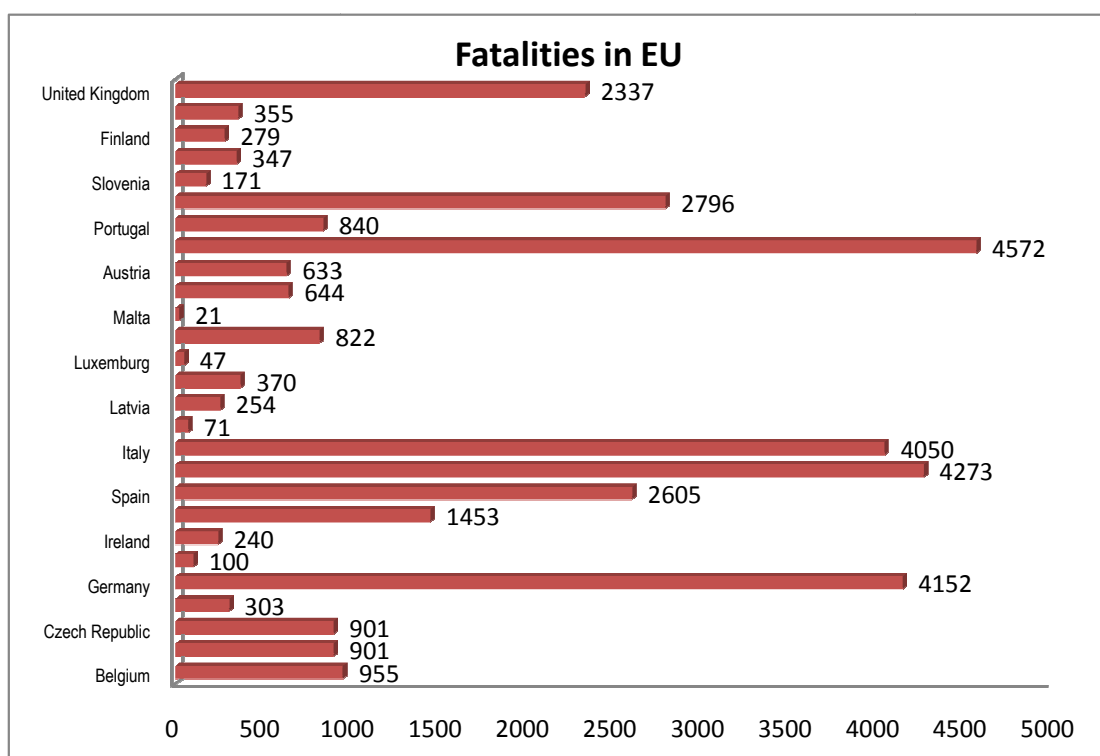
Παρά την προσπάθεια για βελτίωση της συγκοινωνιακής υποδομής, οι συνεχώς αυξανόμενοι ρυθμοί των μετακινήσεων έχουν ως συνέπεια τον πολύ μεγάλο ετήσιο αριθμό οδικών ατυχημάτων. Έτσι, αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται μειωτικές τάσεις στον αριθμό των οδικών ατυχημάτων αλλά και μείωση της τάξης του 23% (2001-2009) σε θανάτους από οδικά ατυχήματα (Διάγραμμα 1.3), η Ελλάδα διατηρεί ένα από τα **υψηλότερα ποσοστά θανατηφόρων ατυχημάτων** στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Διάγραμμα 1.4 και 1.5).



Διάγραμμα 1.3 Εξέλιξη αριθμού νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα (Πηγή: CARE database, 2010)



Διάγραμμα 1.4 Ποσοστό θανατηφόρων ατυχημάτων στα κράτη του ΟΟΣΑ με βάση τον πληθυσμό για το έτος 2009 (Πηγή: IRTAD database, 2009)



Διάγραμμα 1.5 Αριθμός θανάτων από οδικά ατυχήματα στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2009 (Πηγή: CARE database, 2010)

Η **οδική ασφάλεια** στις μεταφορές αποτελεί ένα αρκετά πολύπλοκο θέμα. Πολυάριθμες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί, στις οποίες επιχειρούνται συσχετίσεις διαφόρων παραμέτρων με τα οδικά ατυχήματα, έτσι ώστε να καθοριστούν οι κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα και κατ' επέκταση την οδική ασφάλεια. Έτσι, πέρα από την αναγκαιότητα βελτίωσης της συγκοινωνιακής υποδομής και του οδικού δικτύου, μια γενικά αποδεκτή κατηγοριοποίηση των παραγόντων που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα είναι η εξής :

α) Η συμπεριφορά του χρήστη της οδού

β) Το οδικό περιβάλλον

γ) Το όχημα

Από διάφορες μελέτες σχετικά με οδικά ατυχήματα προκύπτει ότι ο **χρήστης της οδού** **μόνος ή σε συνδυασμό με τους άλλους δυο παράγοντες, αποτελεί την κύρια αιτία πρόκλησης των οδικών ατυχημάτων.** (Φραντζεσκάκης, et al., 1994).

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στις Η.Π.Α. (Rumar, 1995), προέκυψε ότι η συμπεριφορά του **χρήστη της οδού** επιδρά στο 95% των ατυχημάτων, **το οδικό περιβάλλον** στο 35% των ατυχημάτων και **το όχημα** στο 13% των ατυχημάτων. Σχετικά με **το οδικό περιβάλλον**, κάποιες από τις πιο βασικές συνθήκες που επιδρούν στην οδική ασφάλεια αποτελούν (Frantzeskakis, 1991) :

α) Ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά, όπως: λωρίδες κυκλοφορίας και ερείσματα με ανεπαρκές πλάτος, έλλειψη ή με μικρό πλάτος και ύψος μεσαίων διαχωριστικών νησίδων, κακή διαμόρφωση κόμβων,

β) Χαμηλά πρότυπα κατασκευής, που αφορούν ολισθηρά οδοστρώματα και ανεπαρκής αποστράγγιση υδάτων,

γ) Κακή μελέτη, τοποθέτηση και κατασκευή παρόδιων στοιχείων όπως: στύλων, στηθαίων, διαφημιστικών πινακίδων, δένδρων, αναχωμάτων κ.λπ.,

δ) Κακή οργάνωση της κυκλοφορίας όπως: έλλειψη ή ανεπαρκής σήμανση, ανεπαρκής έλεγχος προσβάσεων (είσοδοι, έξοδοι) και στάθμευσης στην οδό,

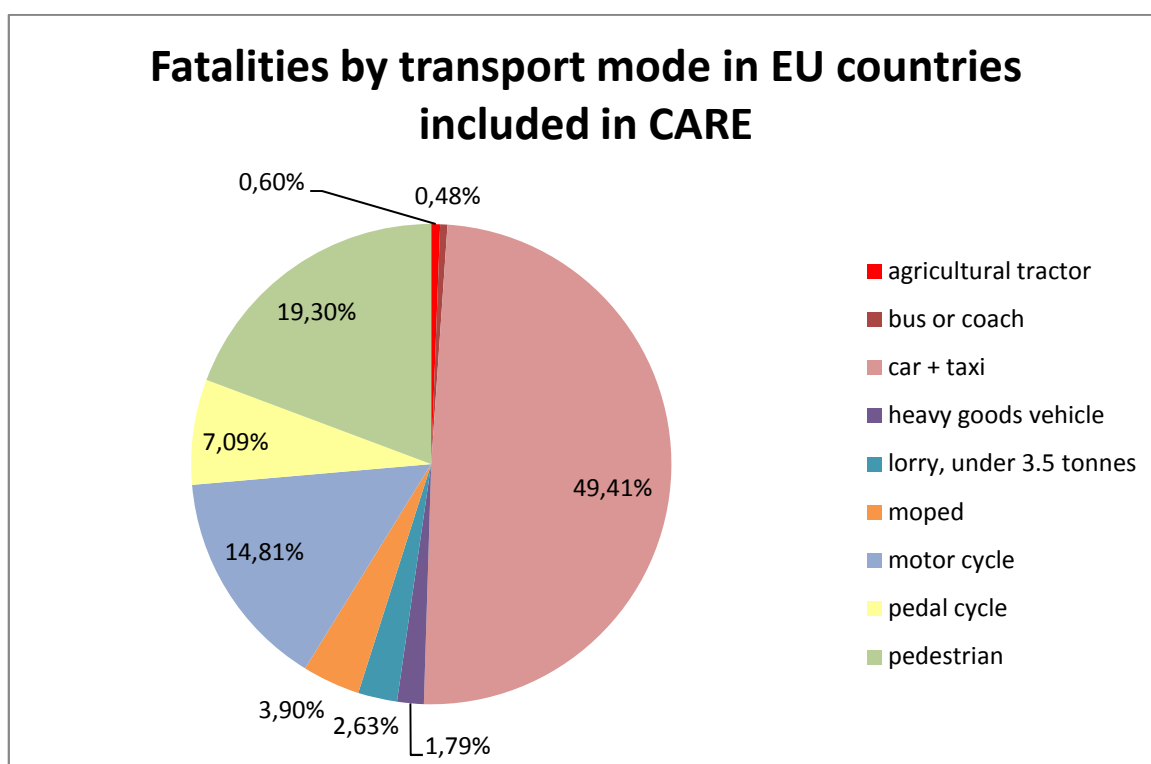
ε) Πλήρης έλλειψη ή ανεπάρκεια οδικού φωτισμού,

στ) Ανεπαρκής έλεγχος και σήμανση κατά τη διάρκεια εργασιών στο οδόστρωμα και,

ζ) Δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως ομίχλη, βροχή, υγρές επιφάνειες, χιόνι και πάγος, σκόνη, καπνός κ.λπ.

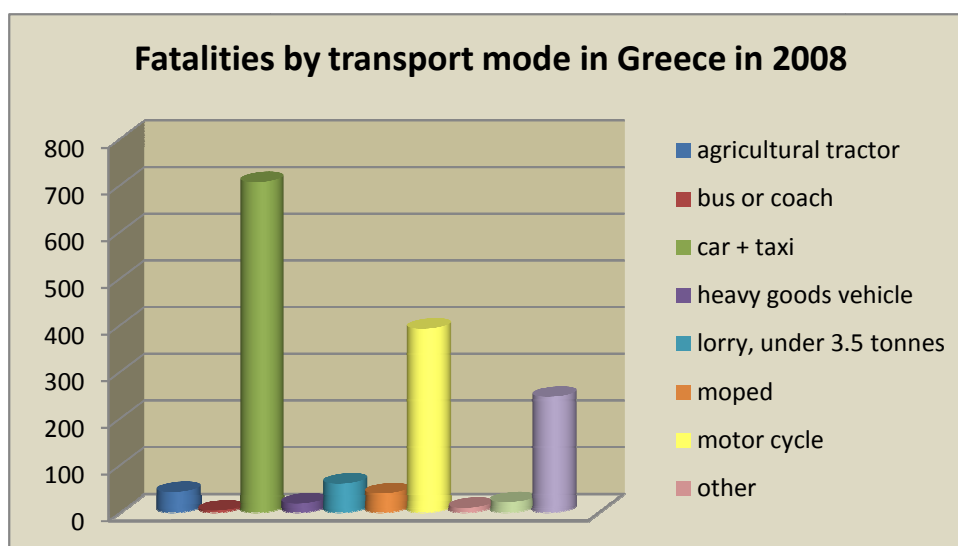
Πολλές είναι οι μεταβλητές εκείνες που επηρεάζουν την **σοβαρότητα** των οδικών ατυχημάτων, επιδρώντας θετικά ή αρνητικά στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Παράγοντες όπως ο τύπος περιοχής, οι καιρικές συνθήκες, ο τύπος ατυχήματος, ο τύπος οχήματος, οι συνθήκες φωτισμού κ.α. σχετίζονται με τη σοβαρότητα και επικινδυνότητα των οδικών ατυχημάτων και μπορούν να οδηγήσουν μέσα από κατάλληλες μελέτες στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο τη συγκοινωνιακή υποδομή και γενικότερα την οδική ασφάλεια.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων **ανά τύπο οχήματος**, που αποτελεί και το κύριο αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής. Σε πρόσφατες καταγραφές για τους θανάτους από οδικά ατυχήματα σε κράτη της Ε.Ε. (πηγή: CARE, 2009), το **49,41%** αφορά σε ατυχήματα όπου εμπλέκονται **επιβατικά**, το **19,30%** σε εμπλοκές με **πεζούς** και το **14,81%** σε εμπλοκή με **δίκυκλα άνω των 50cc**, με τις υπόλοιπες κατηγορίες να κατέχουν μικρότερο ποσοστό (Διάγραμμα 1.6).



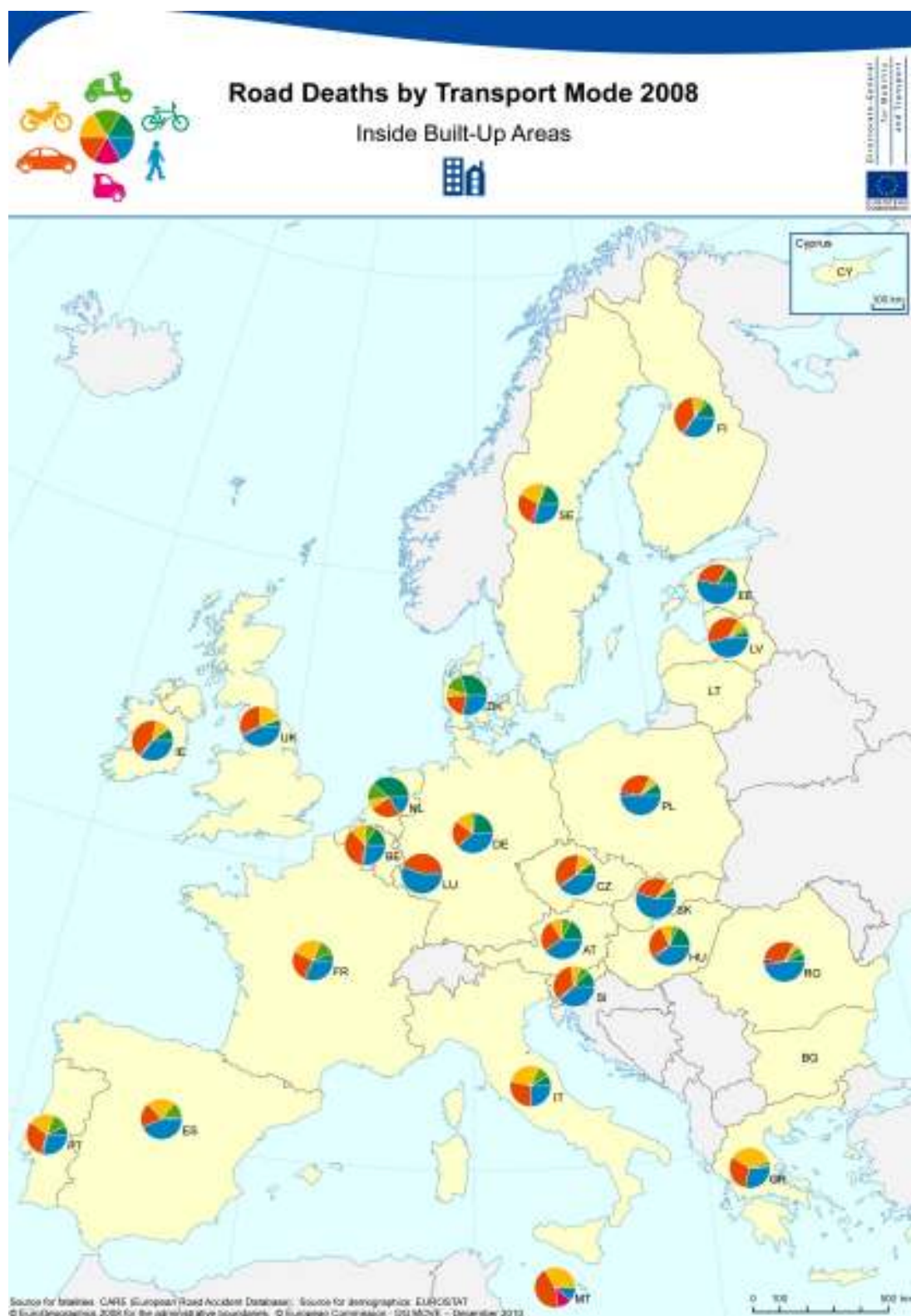
Διάγραμμα 1.6 Ποσοστό νεκρών σε κράτη της Ε.Ε. ανάλογα με το μέσο μεταφοράς (CARE database, 2009)

Στην **Ελλάδα** σημαντικά αυξημένοι είναι οι θάνατοι σε οδικά ατυχήματα όταν το εμπλεκόμενο όχημα είναι **επιβατικό** και ακολουθεί η κατηγορία των **δίκυκλων πάνω από 50cc**. Πιο συγκεκριμένα, το 2008 καταγράφονται 708 θάνατοι σε οδικά ατυχήματα όταν ο τύπος του οχήματος ήταν επιβατικό και 394 θάνατοι όταν ο τύπος του ατυχήματος ήταν δίκυκλο άνω των 50cc (Διάγραμμα 1.7).



Διάγραμμα 1.7 Αριθμός νεκρών ανάλογα με το μέσο μεταφοράς (Πηγή: CARE, EU road accidents database)

Σε **ευρωπαϊκό επίπεδο**, εξαιτίας των μεγάλων διαφορών στους τομείς των μεταφορών και της συγκοινωνιακής υποδομής από χώρα σε χώρα, η επιρροή του τύπου οχήματος στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων διαφοροποιείται σημαντικά (Διάγραμμα 1.8). Έτσι σε χώρες όπως η Ελλάδα, η Ιταλία και η Μάλτα, αλλά και στα περισσότερα ευρωπαϊκά κράτη, αυξημένη βαρύτητα παρουσιάζουν οι κατηγορίες των δίκυκλων άνω των 50cc και των επιβατικών. Σε χώρες όπως η Πολωνία, το Λουξεμβούργο, η Σλοβακία, η Εσθονία και η Ρουμανία μεγάλο ποσοστό σε θανάτους καταλαμβάνει η κατηγορία της παράσυρσης πεζού, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις όπως εκείνες της Γερμανίας, της Ολλανδίας και της Δανίας με την κατηγορία του ποδηλάτου να εμπλέκεται σημαντικά στα θανατηφόρα ατυχήματα.



Διάγραμμα 1.8 Ποσοστό θανάτων σε οδικά ατυχήματα ανά μέσο μεταφοράς στα κράτη της Ε.Ε. για το έτος 2008 (CARE database)

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στη γενική ανασκόπηση, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων ανά τύπο οχήματος**. Για τον σκοπό αυτό είναι αναγκαία η εύρεση μαθηματικών σχέσεων μέσω των οποίων θα είναι δυνατή η εκτίμηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων και ενδεχομένως η πρόβλεψη τους, ανάλογα με τον τύπο του εμπλεκόμενου οχήματος. Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται η δυνατότητα στους υπεύθυνους φορείς που ασχολούνται με την οδική ασφάλεια αλλά και στους χρήστες του οδικού δικτύου να γνωρίζουν καλύτερα την επιρροή του κάθε τύπου οχήματος στην πρόκληση οδικού ατυχήματος με τραυματισμό ή θάνατο και να σχεδιάζουν ανάλογα με τη δυσμενέστερη κάθε φορά περίπτωση. Παράλληλα, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις μαθηματικές αυτές σχέσεις, μπορούν να συμβάλλουν σε μια περισσότερο προσεκτική και λιγότερο αδιάφορη οδήγηση, άρα και στη μείωση του αριθμού των θανατηφόρων κυρίως οδικών ατυχημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, στη παρούσα διπλωματική εργασία θα εξεταστεί ο βαθμός στον οποίο **ο τύπος του οχήματος (επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο πάνω από 50cc, δίκυκλο μέχρι 49cc)** σε συνδυασμό με κάποια χαρακτηριστικά του οδηγού, του οδικού περιβάλλοντος και του ατυχήματος, επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών και τραυματιών (ελαφρά και βαριά) ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων.

Προκειμένου για την ποσοτικοποίηση της επιρροής αυτής, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους στόχο της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ των εξεταζόμενων παραμέτρων. Έτσι μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα αναπτυχθούν τρία μαθηματικά μοντέλα για όλους τους τύπους οχήματος, που θα αποτυπώνουν επαρκώς τη σχέση του λόγου του αριθμού των νεκρών και τραυματιών προς τον αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων συναρτήσει διαφόρων άλλων παραγόντων που τον επηρεάζουν (τύπος περιοχής, ατμοσφαιρικές συνθήκες, τύπος ατυχήματος κ.α.).

Έτσι λοιπόν αυτό που **επιδιώκεται** είναι **να προσδιοριστεί ο τρόπος** με τον οποίο οι παράμετροι αυτές επηρεάζουν τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων καθώς και **ο βαθμός επιρροής** καθεμιάς στο τελικό αποτέλεσμα. Τέλος, εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση, θα δώσουν την δυνατότητα λήψης αποτελεσματικότερων μέτρων ενώ πολλά από τα συμπεράσματα μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμες πηγές για μελλοντικές εργασίες σε συναφή θέματα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας και για την επίτευξη του τελικού στόχου της, ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, όπως αυτή παρουσιάζεται παρακάτω.

Αρχικά, μετά τον **καθορισμό του θέματος** και την **οριστικοποίηση του επιδιωκόμενου στόχου** πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση τόσο σε ελληνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Στη φάση αυτή πραγματοποιήθηκε αναζήτηση παρεμφερών ερευνών, επιστημονικών άρθρων, καθώς επίσης και γενικών πληροφοριών σχετικών με το θέμα, που θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμες για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Στη συνέχεια, μέσω των παρεμφερών αυτών ερευνών καταβλήθηκε προσπάθεια να αποκτηθεί μια **σχετική εμπειρία στην επεξεργασία** τέτοιων θεμάτων, καθώς επίσης και να αποφασιστεί η μέθοδος με βάση την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των στοιχείων και θα επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος.

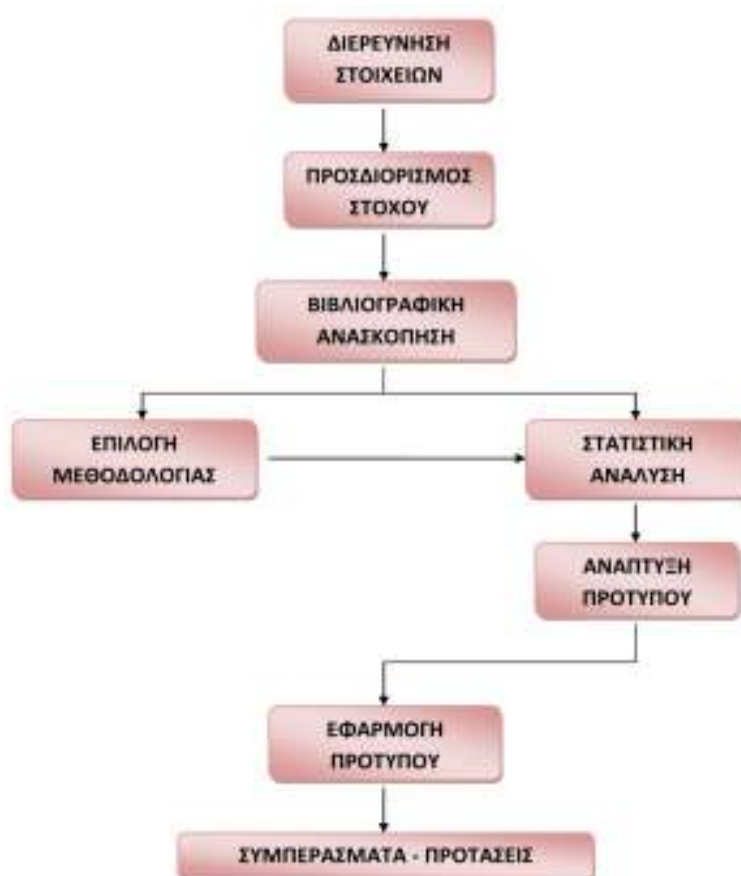
Αφού μελετήθηκαν τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προέκυψε ότι τα **δεδομένα** για την περαιτέρω ανάλυση, είναι εκείνα που **συλλέγονται** από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), μέσω των Δελτίων Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων (**Δ.Ο.Τ.Α**). Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α (Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων) με τα εξατομικευμένα στοιχεία των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα που έχει αναπτυχθεί στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του ΕΜΠ με βάση τα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. Το επόμενο βήμα ήταν η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσω της βάσης δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. Η επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το **ειδικό πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS** το οποίο επιτρέπει την εκτέλεση γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression) και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης (lognormal regression). Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα έρευνα όλα τα χαρακτηριστικά κωδικοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελούν μεταβλητές συμβατές με το λογισμικό. Το εύρος των τιμών προήλθε από τον αριθμό των ατυχημάτων στο αστικό και υπεραστικό δίκτυο της χώρας, για την περίοδο από το **2004 έως το 2008**.

Στην πορεία της εργασίας διαπιστώθηκε ότι η χρήση της **γραμμικής παλινδρόμησης δεν εξασφάλιζε ικανοποιητική συσχέτιση** μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής (αριθμός των νεκρών, βαριά τραυματιών, ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων) και των υπό εξέταση ανεξάρτητων μεταβλητών (συνθήκες φωτισμού, ατμοσφαιρικές συνθήκες, τύπος περιοχής, τύπος ατυχήματος, κατηγορία συμμετέχοντα στόχου, κεντρικό σθηθαίο ασφαλείας, ηλικία). Έτσι η στατιστική επεξεργασία με

γραμμική παλινδρόμηση δεν θα οδηγούσε σε ένα αποδεκτό μαθηματικό μοντέλο που θα ήταν χρήσιμο για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων, με αποτέλεσμα η έρευνα να στραφεί στην αναζήτηση νέας στατιστικής μεθόδου για την επεξεργασία των στοιχείων.

Ακολούθως επιδιώχθηκε η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων με χρήση της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**. Η ανάλυση με τη μέθοδο αυτή οδήγησε σε ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει ικανοποιητικά τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής ($\log$ [αριθμός νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων]) και μιας σειράς από ανεξάρτητες μεταβλητές και οδηγεί σε αξιόπιστα και χρήσιμα αποτελέσματα.

Την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας διαδέχτηκε η **ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων** και η εφαρμογή τους, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιήθηκε η περιγραφή της επιρροής του τύπου οχήματος στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων. Από τις σχέσεις αυτές προέκυψαν πληροφορίες ικανές να οδηγήσουν σε χρήσιμα συμπεράσματα, τα όποια μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του σοβαρού θέματος της οδικής ασφάλειας. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται, υπό μορφή διαγράμματος ροής, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.



Διάγραμμα 1.9 Σχηματική απεικόνιση της ακολουθούμενης μεθοδολογίας

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας, όπου και γίνεται συνοπτική αναφορά στο περιεχόμενο των κεφαλαίων της.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:** Πρόκειται για ένα **εισαγωγικό** κεφάλαιο που σκοπό έχει να δώσει στον αναγνώστη τη **δυνατότητα να σχηματίσει** μια εικόνα για το **αντικείμενο** με το οποίο ασχολείται η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Αρχικά παρουσιάζεται συνοπτικά το πρόβλημα της οδικής ασφάλειας και παρατίθενται γενικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα αλλά και σε ευρύτερη κλίμακα. Στη συνέχεια προσδιορίζεται το μέρος του προβλήματος με το οποίο ασχολείται η παρούσα διπλωματική εργασία, εξετάζοντας **την επιρροή του κάθε τύπου οχήματος στην σοβαρότητα** των οδικών ατυχημάτων και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών τόσο από την Ελλάδα όσο κι από την Ευρώπη. Τέλος, παρουσιάζεται ο **στόχος** της συγκεκριμένης έρευνας και περιγράφεται η **μεθοδολογία** η οποία ακολουθήθηκε, παραθέτοντας και ένα διάγραμμα ροής με την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν. Το παρόν κεφάλαιο αυτό τελειώνει με την παρουσίαση της δομής της διπλωματικής εργασίας.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:** Στο κεφάλαιο αυτό **παρουσιάζονται μεθοδολογίες και αποτελέσματα ερευνών** με αντικείμενο συναφές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Πρόκειται για τα αποτελέσματα της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης** που έγινε, όπου μέσα από διάφορες μελέτες παρατίθενται πληροφορίες σχετικά με τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων και αφορούν στη στατιστική μέθοδο της γραμμικής ή λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στο τέλος του κεφαλαίου, συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν και καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα τους.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:** Στο κεφάλαιο 3, που αφορά στο **θεωρητικό υπόβαθρο**, αναλύεται η επιλεγείσα μεθοδολογία και περιγράφεται η οικογένεια στην οποία ανήκει. Αρχικά, περιγράφονται βασικές μαθηματικές και στατιστικές έννοιες και στη συνέχεια αναλύονται οι προϋποθέσεις εφαρμογής και τα επιμέρους στοιχεία της γραμμικής και της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**. Ακολούθως, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, έτσι ώστε να αναπτυχθεί το τελικό μαθηματικό μοντέλο.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:** Το θέμα του κεφαλαίου αυτού είναι η επεξεργασία των δεδομένων, παρουσιάζοντας τις διαδικασίες συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική εργασία. Επιλέγονται οι μεταβλητές οι οποίες ενδέχεται να έχουν ουσιαστική επίδραση στην οδική ασφάλεια και με τη βοήθεια της βάσης δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α του ΕΜΠ διαμορφώνονται ερωτήματα (queries) μέσα από τα οποία δημιουργούνται οι αρχικοί πίνακες με ένα πλήθος χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία διαμόρφωσης της βάσης δεδομένων έως την απόκτηση της τελικής της μορφής, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο εισαγωγής της βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Τέλος, επισημαίνονται τα κρίσιμα σημεία στη λειτουργία του λογισμικού και παρατίθενται οι διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης της επεξεργασίας των στοιχείων.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:** Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κεφάλαια της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης του μαθηματικού μοντέλου. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου και εξόδου δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων ενώ τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν αλλά και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την ευκολότερη κατανόηση τους.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:** Το κεφάλαιο 6 αποτελεί το τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Σε αυτό συγκεντρώνονται τα τελικά συμπεράσματα που προέκυψαν ύστερα από την ερμηνεία των μαθηματικών μοντέλων. Αποτελούν μία σύνθεση αρκετών ποσοτικοποιημένων στοιχείων σε συνδυασμό με τα επιμέρους αποτελέσματα του προηγούμενου κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, καταγράφονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας είτε με άλλες μεθόδους, είτε με εξέταση πρόσθετων παραμέτρων και μεταβλητών.

♦ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:** Στο κεφάλαιο 7 παρατίθεται ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών. Ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει αναφορές, που αφορούν τόσο σε έρευνες που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια της εισαγωγής και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, όσο και σε στατιστικές έννοιες και μεθόδους, που αναλύθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που έγινε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Περιλαμβάνονται μεθοδολογίες και αποτελέσματα ερευνών με αντικείμενο συναφές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται αποτελέσματα από έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή διαφόρων παραγόντων στην σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων, ενώ παράλληλα γίνεται αναφορά στις μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή των κατάλληλων μοντέλων. Τέλος, μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός της καταλληλότερης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ

► Στο πανεπιστήμιο **King Saud University** της Σαουδικής Αραβίας, στην πρωτεύουσα **Riyadh**, πραγματοποιήθηκε μελέτη (Ali S. Al-Ghamdi, 2001), στην οποία εξετάστηκε η συμβολή διαφόρων παραγόντων στην σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων με στόχο τη μείωση της σοβαρότητας αλλά και την πρόληψη των ατυχημάτων. Σύμφωνα με τον μελετητή, οι κυριότεροι παράγοντες που συμβάλλουν σημαντικά στην πρόκληση θανατηφόρων ή σοβαρών ατυχημάτων είναι η θέση ατυχήματος, ο τύπος ατυχήματος, ο τύπος σύγκρουσης, η χρονική στιγμή ατυχήματος, η αιτία ατυχήματος, η ηλικία και εθνικότητα του οδηγού που προκάλεσε το ατύχημα, η κατάσταση άδειας και ο τύπος του οχήματος, στοιχεία που συλλέχθηκαν από επιτόπιες εκθέσεις ατυχημάτων και αποτέλεσαν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου που αναπτύχθηκε.

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε είναι εκείνη της **λογιστικής παλινδρόμησης** (logistic regression), όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε η σοβαρότητα του ατυχήματος η οποία εκφράζεται με δυαδική μορφή με τις κατηγορίες θανατηφόρο ή μη θανατηφόρο ατύχημα. Μάλιστα, λόγω αυτής της

δυναμικής φύσης της μεταβλητής, η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη.

Το μαθηματικό πρότυπο στο οποίο κατέληξε η μελέτη αυτή, έχει τη μορφή :

$$E(Y / x) = \pi(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} \quad , \text{ όπου } Y \text{ η εξαρτημένη μεταβλητή,}$$

$g(x) = -2.029 + 0.9697LOC(2) - 0.3558CAUS(2) + 0.2130CAUS(3) - 0.8971CAUS(4) - 0.6705CAUS(5)$ και LOC, CAUS οι μεταβλητές που αντιστοιχούν στη θέση του ατυχήματος και την αιτία του ατυχήματος αντίστοιχα, για τις διάφορες κατηγορίες 1,2 και 1,2,3,4,5,6 αντίστοιχα.

Από τις εννιά ανεξάρτητες μεταβλητές που προαναφέρθηκαν, τη **σημαντικότερη συσχέτιση** με την σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων, είχαν η **θέση** και η **αιτία του ατυχήματος**, όπως φαίνεται και στο τελικό μοντέλο. Επιπλέον, εξάγονται τα ακόλουθα **συμπεράσματα** :

- Σχετικά με την θέση ατυχήματος παρατηρήθηκε ότι η πιθανότητα να συμβεί ένα θανατηφόρο ατύχημα σε θέση που δεν είναι διασταύρωση είναι 2,64 υψηλότερη. Και γενικότερα, ανεξάρτητα από την αιτία πρόκλησης ατυχημάτων, όλοι οι συνδυασμοί με τις μη διασταυρώσεις προκαλούν σοβαρά ατυχήματα. Αυτό οδηγεί στην απαίτηση για μεγαλύτερη εστίαση στις περιοχές εκτός διασταυρώσεων και την λήψη κατάλληλων μέτρων για τη βελτίωση της ασφάλειας.
- Η πιθανότητα να προκληθεί ένα θανατηφόρο ατύχημα σε μια θέση εκτός διασταύρωσης λόγω λανθασμένου τρόπου οδήγησης είναι υψηλότερη από κάθε άλλη παράβαση.
- Ο συνδυασμός σύγκρουση υπό δεξιά γωνία ως τρόπος σύγκρουσης και η παραβίαση φωτεινής σηματοδότησης ως αιτία ατυχήματος εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα.
- Όσον αφορά στην επίδραση της ηλικίας, επειδή παλιότερες έρευνες είχαν δείξει ότι οι νέοι οδηγοί περιλαμβάνονται περίπου στο ένα πέμπτο των ατυχημάτων σε εθνικό επίπεδο (official Statistics, 1997), ο συντάκτης αποφάσισε να ερευνήσει τον παράγοντα ηλικίας περισσότερο, αλλά από την ανάλυση, η επίδραση της ηλικίας δεν αποδείχτηκε στατιστικά σημαντική.
- Η πιθανότητα ένα ατύχημα να είναι μοιραίο λόγω της παραβίασης της φωτεινής σηματοδότησης είναι 2.72 φορές υψηλότερη από την οδήγηση χωρίς παραβίαση.
- Σχετικά με την επίδραση της οδήγησης σε λανθασμένη πορεία σε περιοχή μη διασταύρωσης, η αναλογία πιθανοτήτων σε ένα μοιραίο ατύχημα που προκαλείται από λανθασμένη οδήγηση είναι τρεις φορές υψηλότερη από

τη μη παραχώρηση προτεραιότητας. Ο λανθασμένος τρόπος οδήγησης μάλιστα, θεωρείται ότι προκαλεί τα σοβαρότερα ατυχήματα.

► Σε μελέτη (Julia B. Edwards, 1998) που έγινε **στην Αγγλία και την Ουαλία** σχετικά με τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, εξετάστηκαν οι περιπτώσεις **των συνθηκών βροχής, ομίχλης, χιονιού και δυνατών ανέμων** σε σύγκριση με **ήπιες καιρικές συνθήκες**. Τα αποτελέσματα της έρευνας που προέκυψαν από τα αρχεία της αστυνομίας έδειξαν ότι η σοβαρότητα ατυχήματος μειώνεται σημαντικά σε συνθήκες βροχής συγκριτικά με ήπιες καιρικές συνθήκες. Σε ομίχλη παρατηρείται διαφοροποίηση ανά γεωγραφική ενότητα ενώ τα συμπεράσματα για δυνατούς ανέμους παραμένουν ασαφή.

Για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ της σοβαρότητας ατυχήματος και καιρικών συνθηκών, χρησιμοποιήθηκαν **αναλογίες** που δείχνουν τον αριθμό θανατηφόρων και σοβαρών ατυχημάτων ως ποσοστό του συνόλου, αναγόμενα σε ένα δείγμα 1000 οδικών ατυχημάτων. Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν, προέκυψε πως οι αναλογίες τραυματισμών είναι μικρότερες σε βροχή από εκείνες σε καλοκαιρία, ενώ οι αναλογίες σε ομίχλη και δυνατούς ανέμους εμφανίζονται αυξημένες.

Εξετάζοντας τη σοβαρότητα σε αίθριες συνθήκες, έγινε διάκριση μεταξύ των οδικών δικτύων εντός κατοικημένων περιοχών και εκείνων εκτός κατοικημένων περιοχών. Το οδικό δίκτυο των κατοικημένων περιοχών παρουσιάζει μεγαλύτερες πυκνότητες κυκλοφορίας από εκείνες των μη κατοικημένων περιοχών, οι οποίες έχουν σαφώς χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους. Ωστόσο διαθέτει και υψηλότερο επίπεδο υποδομής από το αντίστοιχο εκτός, ενώ και ο φωτισμός των οδών αποτελεί ένα επιπλέον θετικό χαρακτηριστικό γνώρισμα τους. Έτσι σε αγροτικές περιοχές καταγράφονται υψηλότερες αναλογίες σοβαρών και θανατηφόρων ατυχημάτων, μια παρατήρηση που είναι κοινή για όλες τις καιρικές συνθήκες.

Τα **συμπεράσματα** που προέκυψαν, ακολουθούν:

- Τα οδικά ατυχήματα που σχετίζονται με βροχή δείχνουν σημαντική μείωση στη σοβαρότητα συγκριτικά με ατυχήματα σε καλό καιρό. Προκύπτει ότι η συχνότητα των ατυχημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα ελαφρείς τραυματισμούς αυξάνεται κατά τη διάρκεια βροχής, γεγονός που σημαίνει ότι οι οδηγοί πρέπει να προσαρμόζουν την οδηγική τους συμπεριφορά στις επικρατούσες καιρικές συνθήκες μειώνοντας την ταχύτητα και αυξάνοντας την απόσταση μεταξύ των προπορευόμενων οχημάτων.
- Τα στοιχεία για την σοβαρότητα ατυχήματος σε συνθήκες ομίχλης δεν οδηγούν σε σίγουρα συμπεράσματα, αν και γενικά σε περιόδους ομίχλης έχει παρατηρηθεί μείωση της σοβαρότητας ατυχημάτων.

Η σχέση μεταξύ δυνατών ανέμων και σοβαρότητας ατυχήματος δεν βρέθηκε σημαντική σε αυτή τη μελέτη.

► Σε έρευνα που έγινε στην πόλη **Arcueil** της **Γαλλίας** (Matthieu de Lapparent, 2007), εξετάστηκαν οι μεμονωμένες πιθανότητες των διαφορετικών επιπέδων τραυματισμού σε περίπτωση ατυχήματος **μοτοσικλετών** σε Γαλλικές αστικές περιοχές.

Η προσέγγιση χρησιμοποιεί ένα εμπειρικό μοντέλο, την **Εμπειρική Μπαϋζιανή μέθοδο** (Empirical Bayesian analysis) βασισμένη στο πρότυπο multinomial-Dirichlet. Τα τέσσερα επίπεδα σοβαρότητας που χρησιμοποιεί το μοντέλο είναι οι υλικές ζημιές μόνο, ο ελαφρύς τραυματισμός, ο σοβαρός τραυματισμός και ο θάνατος. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι συχνότητες ατυχημάτων σε κάθε επίπεδο ζημίας ανά κατηγορία συνθηκών. Έτσι οι συνθήκες που καταγράφηκαν είναι: τύπος ατυχήματος (σύγκρουση με πεζό, με ποδήλατο, με δημόσια συγκοινωνία, με άλλο κλπ), ηλικία (νεώτεροι των 30 χρόνων, μεταξύ 30 και 50, μεγαλύτεροι από 50), φύλο, ισχύς μηχανής, θέση ατυχήματος (σε διασταύρωση ή σε άλλη θέση), χρονική στιγμή (ημέρα, νύχτα), χρήση ή μη προστατευτικού κράνους, καιρικές συνθήκες (χιόνι, ομίχλη, βροχή, ξηρός καιρός), σκοπός μετακίνησης (εργασία και η άλλο). Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σημαντικότερα **συμπεράσματα** που προέκυψαν όσον αφορά στη σοβαρότητα.

Βρέθηκε ότι η πιθανότητα ένα ατύχημα να είναι σοβαρό είναι μικρότερη για τους άντρες μοτοσικλετιστές απ' ότι για τις γυναίκες και η πιθανότητα το επίπεδο σοβαρότητας να είναι χαμηλότερο είναι συνηθέστερο για τους οδηγούς μικρού κυβισμού μοτοσικλετών απ' ότι για τους οδηγούς μεγάλου κυβισμού μοτοσικλέτας. Επίσης αν και το μεγαλύτερο μέρος των ατυχημάτων συνέβησαν κατά τη διάρκεια της ημέρας, βρέθηκε ότι η σοβαρότητα είναι υψηλότερη κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα από τα ατυχήματα μοτοσικλετών συνέβησαν κατά τη διάρκεια των μεταφορών για επαγγελματικούς λόγους και όχι αναψυχής, ενώ η σύγκρουση σε μια διασταύρωση είναι σοβαρότερη από τη σύγκρουση σε άλλη θέση. Τέλος προκύπτει ότι οι κανονικές καιρικές συνθήκες αυξάνουν ελαφρώς τις πιθανότητες μιας μοιραίας συντριβής, ενώ σε ότι αφορά την ηλικία, βρέθηκε ότι οι μοτοσικλετιστές μεταξύ 30 και 50 χρόνων συγκριτικά με άλλους νεώτερους των 30 χρόνων και πάνω από 50 χρόνων, είναι εκτεθειμένοι στον κίνδυνο σοβαρού τραυματισμού.

► Σε μελέτη (M.Abdel-Aty, 2003) που πραγματοποιήθηκε στην **Κεντρική Φλόριντα** των **ΗΠΑ** ερευνηθήκαν οι παράγοντες που προκαλούν σοβαρά ατυχήματα **σε διάφορες θέσεις**.

Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν **τρία πρότυπα** (Ordered probit model, Multinomial logit model, Nested logit model) για τη μελέτη της σοβαρότητας **σε οδικά τμήματα, σε διασταυρώσεις και σταθμούς διοδίων**. Οι παράγοντες που εξετάστηκαν είναι η ηλικία του οδηγού, το φύλο, η χρήση ζωνών ασφαλείας, ο τύπος οχημάτων που ενεπλάκησαν η θέση σύγκρουσης, η ταχύτητα, οι καιρικές συνθήκες, οι συνθήκες φωτισμού τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά των διοδίων.

Αυξημένη πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού εμφανίζεται στους μεγαλύτερους σε ηλικία οδηγούς (65+άνω), στους άνδρες, σε αυτούς που δεν φορούν ζώνη ασφαλείας και στους οδηγούς που κινούνται με υψηλή ταχύτητα. Ο οδηγός που προκάλεσε το ατύχημα τραυματίζεται σε μικρότερο βαθμό από αυτόν με τον οποίο συγκρούστηκε, ενώ σημεία με έντονες στροφές και χαμηλό φωτισμό συμβάλλουν σε υψηλότερη πιθανότητα τραυματισμών στα οδικά τμήματα. Τέλος και στις διασταυρώσεις και σε οδικά τμήματα παρουσιάζεται αυξανόμενη πιθανότητα τραυματισμού στις υπεραστικές περιοχές.

► Στην ίδια περιοχή των **ΗΠΑ (Φλόριντα)** πραγματοποιήθηκε μία έρευνα (Abdel-Aty et al, 1998) στην οποία μελετήθηκε η επιρροή της ηλικίας των οδηγών στα οδικά ατυχήματα κατά το διάστημα 1994-1995. Οι μελετητές χρησιμοποίησαν τέσσερα **λογαριθμογραμμικά μοντέλα** (log-linear models) με τρεις μεταβλητές το καθένα λαμβάνοντας υπόψη όλες τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις. Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** θεωρήθηκαν η θέση ατυχήματος τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος, τα χαρακτηριστικά του οδηγού και ο μέσος ημερήσιος κυκλοφοριακός φόρτος.

Πιο συγκεκριμένα, τα **αποτελέσματα** έδειξαν στατιστικά σημαντική τη σχέση μεταξύ της ηλικίας του οδηγού με τον μέσο ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο, τη σοβαρότητα τραυματισμού, τον τρόπο σύγκρουσης, την ταχύτητα, το αλκοόλ και τα οδικά χαρακτηριστικά. Σχετικά με τη σοβαρότητα, έδειξαν ότι οι ηλικιωμένοι (65-79) και οι πολύ ηλικιωμένοι (80+άνω) εμφανίζουν τα περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα.

► Ένα σύνολο από τροχαία ατυχημάτων που συνέβησαν στη **Μεγάλη Βρετανία** από το 1991 ως το 2003 αναλύθηκε (R.C.Gray, 2008) με στόχο να εξεταστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την σοβαρότητα ατυχημάτων που περιλαμβάνουν τους **νέους άνδρες οδηγούς στο Λονδίνο** και στη Μεγάλη Βρετανία ώστε να προταθούν κατάλληλα μέτρα για τη μείωση της.

Για τον προσδιορισμό των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ατυχήματος που αυξάνουν την πιθανότητα της σοβαρότητας ενός ατυχήματος (ελαφρύ, σοβαρό, ή μοιραίο ατύχημα), επιλέχθηκε η μέθοδος των **διατεταγμένων μοντέλων** (ordered probit model).

Στο μοντέλο ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε η σοβαρότητα τραυματισμού λόγω ενός ατυχήματος που περιλαμβάνει ένα νέο άντρα οδηγό (εύρος ηλικίας 17-25) και ως **ανεξάρτητες** μεταβλητές θεωρήθηκαν λεπτομέρειες παραγόντων όπως η **οδός, ο χρήστης, και το περιβάλλον**.

- Τα χαρακτηριστικά που προβλέπονται ότι μπορούν να οδηγήσουν σε **σοβαρό και μοιραίο τραυματισμό** περιλαμβάνουν:

Την οδήγηση στις βραδινές ώρες, την οδήγηση τις ημέρες μεταξύ Παρασκευής και Κυριακής, την οδήγηση στους δρόμους με ένα όριο ταχύτητας 96,5 km/h ή υψηλότερο, την πρόσκρουση σε ένα αντικείμενο του οδοστρώματος, την οδήγηση σε οδό διπλής κατεύθυνσης χωρίς διαχωριστική νησίδα, την προσπάθεια προσπέρασης και την προσπέλαση περιοχής που έχει προηγηθεί ατύχημα.

- Τα χαρακτηριστικά που προβλέπονται ότι μπορούν να προκαλέσουν **ελαφρύ τραυματισμό** περιλαμβάνουν:

Την οδήγηση κατά τη διάρκεια της ημέρας, μεταξύ Δευτέρας και Πέμπτης, σε δρόμους με ένα όριο ταχύτητας 48 km/h ή χαμηλότερο και την είσοδο σε μία διασταύρωση κυκλικής κυκλοφορίας.

► Στην **Ελλάδα**, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Yannis et al., 2004) εξετάστηκε μεταξύ άλλων η επίδραση της **ηλικίας του οδηγού** και του **μεγέθους του κινητήρα** του οχήματος στη **θνησιμότητα** και την **υπαιτιότητα** των νεαρών **δικυκλιστών**, όταν εμπλακούν σε ατύχημα. Τα δεδομένα ελήφθησαν από τη βάση δεδομένων ατυχημάτων της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.) για την περίοδο 1985 έως και 2000.

Η ανάπτυξη του προτύπου έγινε με χρήση της **λογαριθμογραμμικής ανάλυσης** (loglinear), προκειμένου να ληφθούν υπόψη όλες οι πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εξεταζόμενων παραμέτρων. Τα **αποτελέσματα** της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει πιθανή συσχέτιση μεταξύ της θνησιμότητας του οδηγού δικύκλου με την ηλικία του και το μέγεθος του κινητήρα, καθώς και μεταξύ της ηλικίας του οδηγού και του δείκτη επικινδυνότητας.

► Σε πρόσφατη μελέτη οι ερευνητές (Christoforou et al., 2009) εφάρμοσαν ένα διαταγμένο **probit model** για να ερευνήσουν την επιρροή των χαρακτηριστικών κυκλοφορίας στο δείκτη σοβαρότητας τη στιγμή του ατυχήματος. Η έρευνα αναφέρεται στους κατόχους οχημάτων που ενεπλάκησαν σε ατυχήματα στη σύνδεση Α4-Α86 στην περιοχή του **Παρισιού**.

Τα **αποτελέσματα** δείχνουν ότι ο αυξανόμενος **φόρτος κυκλοφορίας** συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της σοβαρότητας, ενώ η **ταχύτητα** έχει μια διαφορική επίδραση σε αυτήν ανάλογα με τους όρους ροής. Παρατηρείται ότι ενώ στους υψηλότερους φόρτους κυκλοφορίας οι υψηλότερες ταχύτητες επιδεινώνουν την έκβαση της σοβαρότητας, στους χαμηλότερους φόρτους κυκλοφορίας η ταχύτητα δεν επηρεάζει σημαντικά τη σοβαρότητα. Επίσης διαπιστώθηκε ότι το ταξίδι σε δύο λωρίδες, τη νύχτα ή στα τμήματα εθνικών οδών με κυρτότητα αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα να συμβούν σοβαρά ατυχήματα. Αντίθετα, το ταξίδι με βαριά οχήματα, τα Σαββατοκύριακα μειώνει την πιθανότητα των σοβαρών ατυχημάτων και οι λιγότερο πεπειραμένοι οδηγοί φαίνονται πιο ευάλωτοι στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και στους σχετικούς πιθανούς κινδύνους.

► Σε διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε πρόσφατα (Μιτζάλης, 2010), εξετάστηκε η **επιρροή του φωτισμού** στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν εκείνη της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης** (lognormal regression). Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), επελέγησαν ως παράμετροι επιρροής ο φωτισμός, οι καιρικές συνθήκες, ο τύπος οχήματος, ο τύπος ατυχήματος, η ηλικία, το φύλο, ο λόγος μετακίνησης και η κεντρική νησίδα, διερευνώντας την επιρροή του φωτισμού για τις τρεις κατηγορίες σοβαρότητας (νεκροί, βαριά τραυματίες και ελαφρά τραυματίες). Τα **συμπεράσματα** που προέκυψαν συνοψίζονται παρακάτω:

- Η απουσία οδικού φωτισμού τις νυχτερινές ώρες αυξάνει τον αριθμό των νεκρών ενώ η αύξηση αυτή παρατηρείται ότι είναι μεγαλύτερη στις κατοικημένες περιοχές.
- Η επιρροή της απουσίας φωτισμού και της ύπαρξης αμυδρού φωτισμού σχετίζεται με τη σοβαρότητα των ατυχημάτων και μάλιστα η επιρροή αυτών των μεταβλητών μειώνεται, όσο μειώνεται η σοβαρότητα των ατυχημάτων.
- Η επιρροή του οδικού φωτισμού είναι μεγαλύτερη στον αριθμό των νεκρών και στον αριθμό των τραυματιών για τα ατυχήματα που συνέβησαν εντός κατοικημένης περιοχής.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στην επιρροή διαφόρων παραγόντων στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Παρακάτω συνοψίζονται **τα κυριότερα αποτελέσματα και συμπεράσματα** που προέκυψαν από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων:

- Η σοβαρότητα εμφανίζεται αυξημένη σε ατυχήματα με συγκρούσεις εκτός διασταύρωσης, υπό δεξιά γωνία, με παραβίαση φωτεινού σηματοδότη.
- Τα οδικά ατυχήματα που σχετίζονται με βροχή δείχνουν σημαντική μείωση στη σοβαρότητα συγκριτικά με ατυχήματα σε καλοκαιρία.
- Η σοβαρότητα εμφανίζεται αυξημένη σε γυναίκες, σε οδηγούς μοτοσικλέτας μεγάλου κυβισμού έναντι μικρού, σε ατυχήματα τη νύχτα και σε διασταύρωση για τις ηλικίες 30-50 έτη.
- Η σοβαρότητα εμφανίζεται αυξημένη σε ηλικίες 65+ άνω, στους άνδρες, στους συμμετέχοντες που δεν φορούν ζώνη ασφάλειας, σε οδήγηση με υψηλή ταχύτητα, τις ώρες με χαμηλό φωτισμό, σε έντονες στροφές και σε υπεραστικές οδούς.
- Εμφανίζεται στατιστικά σημαντική η σχέση μεταξύ της ηλικίας του οδηγού με τον μέσο ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο, τη σοβαρότητα τραυματισμού, τον τρόπο σύγκρουσης, την ταχύτητα, το αλκοόλ και τα οδικά χαρακτηριστικά. Οι ηλικιωμένοι (65-79) και οι πολύ ηλικιωμένοι (80+άνω) εμφανίζουν τα περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα.
- Υπάρχει πιθανή συσχέτιση μεταξύ της θνησιμότητας του οδηγού δικύκλου με την ηλικία του και το μέγεθος του κινητήρα, καθώς και μεταξύ της ηλικίας του οδηγού και του δείκτη επικινδυνότητας.
- Η σοβαρότητα εμφανίζεται αυξημένη σε οδούς με δύο λωρίδες κυκλοφορίας, με κυρτότητα και κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Η απουσία οδικού φωτισμού τις νυχτερινές ώρες αυξάνει τον αριθμό των νεκρών και μάλιστα με μεγαλύτερο ρυθμό στις κατοικημένες περιοχές.

2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε μέσα στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρκετές έρευνες από την Ελλάδα και το εξωτερικό, σχετικά με την σοβαρότητα οδικών ατυχημάτων συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν. Παρατηρήθηκε ότι **η σοβαρότητα ως λόγος δεν εξετάζεται συχνά**. Στις περισσότερες έρευνες η σοβαρότητα εκφράζεται ως αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων ή αριθμός νεκρών, ενώ αρκετές φορές εκφράζεται και ως διακριτή μεταβλητή με τιμές (0,1) για θανατηφόρο ή μη ατύχημα. Υπάρχουν και άλλες περιπτώσεις, όπου αναφέρεται σε πρόσωπα, που μπορεί να λάβει και περισσότερες τιμές όπως βαριά και ελαφρά τραυματίας, νεκρός, μη παθών, ή συνδυασμούς αυτών.

Οι περισσότερες από τις παραπάνω έρευνες αναφέρονται σε μικρή χρονική περίοδο, με συνέπεια το στατιστικό δείγμα να είναι αρκετά μικρό σε πλήθος, ενώ και οι σχετικές έρευνες που έχουν διεξαχθεί και αφορούν τα ελληνικά δεδομένα, είναι περιορισμένες σε αριθμό. Αυτό συνεπάγεται ότι οποιαδήποτε **γενίκευση των αποτελεσμάτων** τους στο σύνολο του πληθυσμού, πρέπει να γίνεται με **μεγάλη προσοχή**. Παράλληλα, το γεγονός ότι η πλειοψηφία των ερευνών αφορούν **δεδομένα και συνθήκες του εξωτερικού**, έχει ως αποτέλεσμα τα συμπεράσματά τους να μην είναι ευθέως αξιοποιήσιμα για την Ελλάδα, δεδομένων των οδικών και κυκλοφοριακών διαφοροποιήσεων.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι υπάρχει ανάγκη για **περαιτέρω διερεύνηση** των παραγόντων που επηρεάζουν τη σοβαρότητα των ατυχημάτων, γεγονός που αποτελεί και το σκοπό της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να **αναζητηθούν συσχετίσεις** όπου θα εξετάζεται η επιρροή διαφόρων παραγόντων στον **δείκτη σοβαρότητας** των οδικών ατυχημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Ο όρος **πληθυσμός** (population) αναφέρεται στο σύνολο των παρατηρήσεων του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα.

Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι *πραγματικός*, ή *θεωρητικός*.

Ο όρος **δείγμα** (sample) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού 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:

(α) Ποιοτικές μεταβλητές (qualitative variables). Είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μίας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης. Η οικογενειακή κατάσταση είναι μια τέτοια μεταβλητή.

(β) Ποσοτικές μεταβλητές (quantitative variables). Είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Η ηλικία και ο αριθμός παιδιών μιας οικογένειας συνιστούν τέτοιες μεταβλητές. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις **διακριτές (ή ασυνεχείς)** και τις **συνεχείς**.

Σε μία διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές της είναι σταθερή ποσότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο αριθμός των μελών της οικογένειας. Αντίθετα, σε μία συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα.

Ως παράδειγμα αναφέρεται η ηλικία, για την οποία η διαφορά ανάμεσα σε δύο τιμές θα μπορούσε να είναι χρόνια, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα. Στην πράξη, συνεχώς 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 $x_1, x_2, \dots, x_v$ η μέση τιμή υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_v) / v = (1/v) \cdot \sum_{i=1}^v (x_i)$$

Μέτρα διασποράς και μεταβλητότητας (measures of variability): Στην περίπτωση όπου τα δεδομένα αποτελούν ένα δείγμα, η **διακύμανση** συμβολίζεται με s^2 και διαιρείται με $(v-1)$:

$$s^2 = [1/(v-1)] \cdot \sum_{i=1}^v (x_i - \bar{x})^2$$

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:

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

Για την περίπτωση συμμετρικά κατανεμημένου 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 περίπου το 99% των δεδομένων

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

$$\text{Cov}(X, Y) = [1/(v-1)] \cdot \sum_{i=1}^v [(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]$$

Μέτρα αξιοπιστίας:

- **Επίπεδο εμπιστοσύνης:** η αναλογία των περιπτώσεων κατά τις οποίες μια εκτίμηση θα είναι σωστή.

- **Επίπεδο σημαντικότητας:** η αναλογία των περιπτώσεων κατά τις οποίες ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

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 τον **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient) ρ ο οποίος ορίζεται ως:

$$\rho = (\sigma_{XY} / \sigma_X) \cdot (1/\sigma_Y)$$

Ο συντελεστή συσχέτισης ρ εκφράζει το βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται. Δεν εξαρτάται από τη 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 :

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

3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

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). Η μέθοδος με την οποία θα πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση εξαρτάται άμεσα από το αντικείμενο της έρευνας, αλλά και από τη μορφή και το περιεχόμενο της βάσης δεδομένων από την οποία έχουν συλλεχθεί τα απαραίτητα στοιχεία. Το γεγονός ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ανάλογη έρευνα αναλόγου περιεχομένου στο παρελθόν οδήγησε στη χρησιμοποίηση της πιο απλής μεθόδου στη γραμμική παλινδρόμηση.

Η **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression) οδηγεί στην ανάπτυξη γραμμικού μαθηματικού προτύπου που υπολογίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας κάποιου συγκεκριμένου γεγονότος συναρτήσει παραγόντων που το επηρεάζουν (Pindyuck et al. 1991). Η σχέση που προκύπτει είναι γραμμική. Στη γραμμική παλινδρόμηση οι παράμετροι εκτιμώνται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Αυτό σημαίνει ότι οι συντελεστές

υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των παρατηρούμενων και των υπολογιζόμενων να είναι το ελάχιστο.

Κατά την πρόοδο της έρευνας η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γραμμική παλινδρόμησης οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η παραπάνω μέθοδος δίνει μια αρχική εκτίμηση του αντικείμενου της έρευνας, αλλά **δεν είναι η κατάλληλη μέθοδος** για την εξαγωγή χρήσιμων και αξιόπιστων συμπερασμάτων. Γι αυτό το λόγο, αναζητήθηκε μια νέα μέθοδος στατιστικής ανάλυσης, η οποία θα ήταν καταλληλότερη από την μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης. Με βάση το αντικείμενο της μελέτης και το περιεχόμενο της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε, κρίθηκε καταλληλότερη για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression) οδηγεί στην ανάπτυξη ενός μαθηματικού προτύπου μέσω του οποίου συνδυάζονται δυο ή περισσότερες μεταβλητές. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την μελέτη της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι το ίδιο με αυτό που εφαρμόζεται για την εκτέλεση της γραμμική παλινδρόμησης. Η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση είναι μια γραμμική παλινδρόμηση η οποία δίνει την δυνατότητα να αποτυπωθεί με **καμπύλη**. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες είναι όπως και στην γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) γραμμική με τη διάφορα ότι στην λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση μελετάται ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής (αριθμός νεκρών, βαριά τραυματιών, ελαφριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων) και αυτός σχετίζεται γραμμικά με τις εξεταζόμενες παραμέτρους που αποτελούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression) οι συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζονται από την ανάλυση παλινδρόμησης με βάση **την αρχή των ελαχίστων τετραγώνων**, δηλαδή υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα:

$$\sum (Y - (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_i X_i))^2$$

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής ακολουθεί μια **κανονική κατανομή** με αριθμητικό μέσο μ και τυπική απόκλιση σ^2 . Με άλλα λόγια η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση αποτελεί χρήσιμο εργαλείο όταν τα στοιχεία που περιέχονται στη βάση δεδομένων είναι μη αρνητικά, ο φυσικός λογάριθμος της ανεξάρτητης μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή και ο αριθμητικός μέσος είναι σχετικά μεγάλος. Το μοντέλο αυτό μάλιστα

εξασφαλίζει ότι το μ_i (αριθμός νεκρών, βαριά τραυματιών, ελαφριά τραυματιών) παραμένει θετικός. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο αυτή είναι η εξής:

$$\text{Log } y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \beta_3 \cdot x_{3i} + \dots + \beta_k \cdot x_{ki}$$

Η απαλογοαριθμοποίηση της παραπάνω σχέσης δίνει την εξίσωση της καμπύλης:

$$\mu_i = 10^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \beta_3 \cdot x_{3i} + \dots + \beta_k \cdot x_{ki})}$$

Μια άλλη μέθοδος που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι εκείνη της μη γραμμικής παλινδρόμησης. Παράδειγμα τέτοιας μεθόδου αποτελεί η Poisson η οποία στην οδική ασφάλεια χρησιμοποιείται κυρίως για τον εντοπισμό επικίνδυνων θέσεων και όχι τόσο για τη συσχέτιση μεταξύ οδικών χαρακτηριστικών (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας 1994).

Η μη γραμμική παλινδρόμηση παρουσιάζει κάποια προβλήματα που την καθιστούν ακατάλληλη για τη παρούσα εργασία. Είναι πολύ πιο σύνθετη από την γραμμική παλινδρόμηση και απαιτεί πενταπλάσιο χρόνο ανάπτυξης. Επίσης, η εξαρτημένη μεταβλητή στην παρούσα διπλωματική είναι ο αριθμός νεκρών και τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων, ο οποίος μπορεί προσεγγιστικά να θεωρηθεί κανονικά κατανομημένος. Ο λόγος αυτός ήταν αρκετός για να μην επιλεγεί η μέθοδος αφού τόσο μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση όσο και από τη φύση της μελέτης ως πρώτη προσπάθεια δεν χρησιμοποιείται πολύπλοκη μέθοδος. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας θα μπορούσαν να ελεγχθούν με τη μη γραμμική παλινδρόμηση κάτι το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει μια επόμενη διπλωματική εργασία.

Συμπερασματικά λοιπόν, **η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης (lognormal regression) κρίθηκε καταλληλότερη** για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων στη παρούσα διπλωματική εργασία, με σκοπό την ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου υπολογισμού του αναμενόμενου αριθμού νεκρών και τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων. Η μέθοδος αυτή περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο που ακολουθεί.

3.3 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η προσπάθεια συσχέτισης των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών βασίστηκε στη μέθοδο της παλινδρόμησης, κατά την οποία η αλληλεπίδραση των μεταβλητών απεικονίζεται μέσα από μαθηματικές σχέσεις. Με τη διαδικασία

της παλινδρόμησης συσχετίζεται μια **εξαρτημένη μεταβλητή** με άλλες, τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Βρίσκει εφαρμογή στη μελλοντική πρόβλεψη μιας μεταβλητής σε σχέση με μια άλλη ή στον προσδιορισμό μιας συναρτησιακής σχέσης $\log(\mu_i) = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq})$ μεταξύ των παραχωρηθέντων τιμών $\mu_i (i=1, 2, \dots, q)$ της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer-Harwood 1998)

Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο αυτή είναι η εξής:

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

όπου:

y : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$: είναι οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης

$x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$: είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πιο πολύπλοκη μορφή:

$$\mu_i = \exp(\beta_0) \cdot \exp(\beta_1 X_{i1}) \dots \exp(\beta_q X_{iq})$$

όπου το $\log(\mu_i)$ ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο μ_i και τυπική απόκλιση σ^2 .

3.3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Οι βασικές προϋποθέσεις που εξετάζονται πριν την ανάπτυξη ενός μοντέλου αφορούν καταρχήν στην κανονικότητα. Βάσει της προϋπόθεσης αυτής, απαιτείται οι τιμές της μεταβλητής Y να ακολουθούν κανονική κατανομή.

Η **συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών** αποτελεί τη δεύτερη βασική προϋπόθεση. Σύμφωνα με αυτή, οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους ($\rho(X_i, X_j) = 0 \ \forall \ i \neq j$), γιατί σε αντίθετη περίπτωση δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Αν δηλαδή, σε ένα μοντέλο εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους, εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ενός μοντέλου **μετά τη διαμόρφωσή του**, είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών β_i της εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των προσήμων τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Η τιμή του συντελεστή θα πρέπει και αυτή να ερμηνεύεται λογικά δεδομένου ότι, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β_i μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά, τότε αναφερόμαστε στην ελαστικότητα (elasticity).

Η ελαστικότητα αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

Η **στατιστική εμπιστοσύνη του μοντέλου** αξιολογείται μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο t της κατανομής student). Με τον δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, καθορίζονται δηλαδή ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με τη σχέση:

$$t_{\text{stat}} = \beta_i / s.e$$

Όπου, $s.e$: τυπικό σφάλμα (standard error)

Βάσει της ανωτέρω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα, αυξάνεται ο συντελεστής t_{stat} και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t , τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που δίνεται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t (t^*) 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 1 Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

Έτσι, για μέγεθος δείγματος περί τα 80 και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι $t^* = 1,7$ και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι $t^* = 1,3$. Αν λοιπόν έχουμε $t = -3,2$ για κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή X_i , τότε παρατηρείται ότι η απόλυτη τιμή του t είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t^* (1,7) και άρα είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

Μετά τον έλεγχο της στατιστικής εμπιστοσύνης, εξετάζεται η **ποιότητα του μοντέλου**. Η ποιότητα του μοντέλου καθορίζεται βάσει του **συντελεστή προσαρμογής R^2** . Ο συντελεστής R^2 χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = SSR / SST$$

Όπου:

$$SSR = \sum_{i=1}^v (y_i - \hat{y})^2 = \beta^2 \cdot \sum_{i=1}^v (x_i - \bar{x})^2 \text{ και}$$

$$SST = \sum_{i=1}^v (y_i - \bar{y})^2$$

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό **της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y** που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. 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. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 .

Θα πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται προσοχή στη χρησιμοποίηση του r και του R^2 . Το 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. Αντίθετα, το r μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αν το Y και το X είναι τυχαίες μεταβλητές. Επομένως, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία που οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι καθορισμένες, χρησιμοποιείται ο συντελεστής R^2 , ως κριτήριο καταλληλότητας του μοντέλου.

Όσον αφορά στο **σφάλμα** της εξίσωσης του μοντέλου, αυτό θα πρέπει να πληροί τρεις προϋποθέσεις:

- Να ακολουθεί κανονική κατανομή
- Να έχει σταθερή διασπορά, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 = c$ και
- Να έχει μηδενική συσχέτιση, $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \forall i \neq j$

Αναφέρεται ότι η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού 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.

3.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η ανάλυση παλινδρόμησης έγινε με τη βοήθεια ειδικού στατιστικού προγράμματος. Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης στο MICROSOFT EXCEL, τα στοιχεία τοποθετήθηκαν σε αρχεία και μεταφέρθηκαν στο ειδικό στατιστικό πρόγραμμα και ακολουθήθηκαν οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αρχικά, καθορίστηκαν οι μεταβλητές στο πεδίο μεταβλητών (variable view). Εκεί δίνονται οι ονομασίες και καθορίζονται οι ιδιότητές τους (όνομα, τύπος μεταβλητής, αριθμός ψηφίων, κωδικοποίηση τιμών κ.α). Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση των μεταβλητών σε συνεχείς (scale), διατεταγμένες (ordinal) και διακριτές (nominal).

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται η εντολή **Analyze** για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Η εντολή αυτή 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 πλαίσιο 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, μία εκ των οποίων είναι η γραμμική (**Linear**) που επιλέξαμε για την ανάλυση των δεδομένων μας. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί.

Τέλος, τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν. Επιδιώκεται:

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος
- Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i να μπορούν να εξηγηθούν λογικά
- Ο σταθερός όρος της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δε λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος
- Η τιμή του στατιστικού ελέγχου t να είναι μεγαλύτερη από εκείνες που αναφέρονται στον Πίνακα 1 για τα διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης και
- Το επίπεδο σημαντικότητας να είναι μικρότερο από 5%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, τα **οδικά ατυχήματα** είναι η αιτία για το θάνατο σχεδόν 5 πολιτών κάθε μέρα. Κάθε χρόνο στην Ελλάδα καταγράφονται περίπου 16.000 οδικά ατυχήματα με θύματα, στα οποία βρίσκουν το θάνατο περισσότεροι από 1.500 οδηγοί, επιβάτες και πεζοί και τραυματίζονται περίπου 22.000.

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 1.2 με τη μελέτη αυτή **επιδιώκεται η ανάλυση των αιτιών** των οδικών ατυχημάτων προκειμένου να βελτιωθεί, στα πλαίσια του εφικτού, η ασφάλεια του οδικού δικτύου. Η ανάλυση των οδικών ατυχημάτων πρέπει να γίνει με ιδιαίτερη προσοχή και να αποφεύγεται η άκριτη σύγκριση απόλυτων αριθμών ή απλών ποσοστών. Έτσι για παράδειγμα, η πληροφορία ότι το 9% των ατυχημάτων συμβαίνουν στο εθνικό δίκτυο αρχικά δεν παρέχει καμία χρήσιμη γνώση και μάλλον παραπλανεί αφού δεν είναι γνωστός ο αριθμός των οχηματοχιλιόμετρων και επιβατοχιλιόμετρων στο εθνικό οδικό δίκτυο. Συγκεκριμένα στη παρούσα διπλωματική εργασία σκοπός είναι η **διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων ανάλογα με τον τύπο του οχήματος**. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α (Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων) του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του ΕΜΠ με τα εξατομικευμένα στοιχεία οδικών ατυχημάτων που συμπληρώνονται στο Δελτίο Οδικού Τροχαίου Ατυχήματος (Δ.Ο.Τ.Α.) από την Τροχαία και κωδικοποιούνται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), πραγματοποιώντας έτσι μια μακροσκοπική ανάλυση των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν την ασφάλεια του οδικού δικτύου της χώρας και του βαθμού επιρροής τους.

Το **σημαντικότερο πρόβλημα** για τους μελετητές και ερευνητές στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς, είναι η έλλειψη στοιχείων και πληροφοριών και το οποίο θα αντιμετωπιστεί μόνο εφόσον δημιουργηθούν οι κατάλληλοι μηχανισμοί συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων. Οι μελέτες συσχέτισης των οδικών ατυχημάτων με τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά απαιτούν τη διαθεσιμότητα αξιόπιστων στοιχείων και πληροφοριών. Οι **μελέτες συσχέτισης** των οδικών ατυχημάτων με αυτά τα χαρακτηριστικά επιτρέπουν

την **πρόβλεψη** επικινδυνότητας ενός οδικού δικτύου και την **αναμόρφωση** των κανόνων λειτουργίας με **στόχο** τον **ασφαλή σχεδιασμό** και τη λήψη **μέτρων βελτίωσης** της οδικής ασφάλειας. Λόγω του περιορισμένου πεδίου εφαρμογής της πλειοψηφίας αυτών των μελετών, η γενίκευση των αποτελεσμάτων τους πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

4.1.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο μέσα στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας **χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ**. Τα στοιχεία των οδικών ατυχημάτων συλλέγονται σε πρώτο στάδιο από την Τροχαία για κάθε οδικό ατύχημα με τραυματισμό. Η συλλογή γίνεται από τη βασική πηγή στοιχείων οδικών ατυχημάτων που δεν είναι άλλη από τη συμπλήρωση του Δ.Ο.Τ.Α., το οποίο συμπληρώνεται για κάθε οδικό ατύχημα που έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο ή τον τραυματισμό προσώπου ή προσώπων. Το **Δελτίο εκδίδεται** από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και συμπληρώνεται από την Τροχαία. Ισχύει για όλη τη χώρα ώστε να υπάρχει αξιοπιστία αλλά και ομοιομορφία στην καταγραφή των ατυχημάτων.

Στο ΔΟΤΑ περιλαμβάνονται πληροφορίες που περιγράφουν όλες τις παραμέτρους του ατυχήματος καθώς και τις συνθήκες που επικρατούσαν όταν συνέβη αυτό. **Αναλυτικότερα**, περιλαμβάνει πληροφορίες που σχετίζονται με το χρόνο που συνέβη το ατύχημα (έτος, μήνα, ημέρα, ώρα), τον τόπο του ατυχήματος (κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή, είδος και τύπος οδού), τον τύπο του ατυχήματος (μετωπική, πλαγιομετωπική κ.λ.π.), τους συμμετέχοντες στο ατύχημα (αριθμός παθόντων), τις ανθρώπινες απώλειες (νεκροί, βαριά ή ελαφριά τραυματίες), το είδος του ελιγμού που προκάλεσε το ατύχημα (προσπέρασμα, αλλαγή λωρίδας, κ.λ.π.), τις καιρικές συνθήκες (βροχή, καλοκαιρία κ.λ.π.), το είδος και την κατάσταση του οδοστρώματος (άσφαλτος με πάγο), την ύπαρξη σηματοδότησης - σηματορύθμισης και τέλος κάποια συμπληρωματικά στοιχεία που αφορούν την ηλικία, υπηκοότητα των παθόντων, την ηλικία των οχημάτων, τις κατηγορίες των διπλωμάτων, και τη γενική χρήση εξοπλισμού ασφαλείας όπως οι ζώνες ασφαλείας και το κράνος.

Το Δ.Ο.Τ.Α. δηλαδή, αποτελεί ένα δελτίο καταγραφής πληροφοριών σχετικά με τα οδικά ατυχήματα και αντίγραφό του παρατίθεται στο παράτημα. Το πρώτο Δ.Ο.Τ.Α. διαμορφώθηκε το 1963, ενώ εκείνο που ισχύει μέχρι και σήμερα, έχει διαμορφωθεί και εφαρμόζεται από το 1996. Έτσι από τις αρχές του 1996 έχει τεθεί σε εφαρμογή το νέο, αναμορφωμένο Δ.Ο.Τ.Α. που καταρτίστηκε με τη συνεργασία σειράς αρμοδίων φορέων και υπηρεσιών και

αναμένεται να έχει σημαντική συμβολή στη διερεύνηση των αιτιών των οδικών ατυχημάτων.

Τα στοιχεία του Δ.Ο.Τ.Α. αναφέρονται στη στιγμή που συνέβη το οδικό ατύχημα και σε αυτήν πρέπει να προσδιορίζονται ο τύπος του ατυχήματος, οι κρίσιμοι ελιγμοί, οι συνθήκες του ατυχήματος κλπ. Τα στοιχεία όμως που αφορούν τις συνέπειες του ατυχήματος (νεκροί και βαριά τραυματίες) συμπληρώνονται οριστικά μετά το τέλος της 30^{ης} ημέρας από το ατύχημα. Για αυτό το λόγο πρέπει να παρακολουθείται η εξέλιξη της κατάστασης κάθε τραυματία, σε συνεργασία με το νοσηλευτικό ίδρυμα στο οποίο αυτός εισήχθη και στην περίπτωση και μόνο που, συνεπεία του ατυχήματος, απεβίωσε, θα καταγραφεί ως νεκρός. Λεπτομερής περιγραφή του ΔΟΤΑ καθώς και των τιμών που μπορεί να έχουν οι μεταβλητές του, θα παρουσιασθεί σε επόμενη παράγραφο αφού στα **στοιχεία** του Δ.Ο.Τ.Α. θα **στηριχθεί η στατιστική επεξεργασία** που θα οδηγήσει στην ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου για την πρόβλεψη οδικού ατυχήματος συναρτήσει των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του εθνικού οδικού δικτύου.

4.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το Δ.Ο.Τ.Α. αφού συμπληρωθεί από την Τροχαία αποστέλλεται σε αντίγραφο στην Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), αλλά και στη Διεύθυνση Μηχανογράφησης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Όταν η ΕΛ.ΣΤΑΤ. παραλάβει το αντίγραφο **αποκωδικοποιεί** τις πληροφορίες και τις **οργανώνει** σε πρωτογενείς **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.

Στη συνέχεια αναφέρονται επιγραμματικά οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο Δ.Ο.Τ.Α. και οι οποίες εισάγονται κωδικοποιημένες στη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΣΤΑ Δ.Ο.Τ.Α.

1. Τόπος ατυχήματος
2. Είδος Οδού
3. Χρόνος Ατυχήματος
4. Παθόντες
5. Αριθμός οχημάτων

6. Καιρικές συνθήκες
7. Συνθήκες οδοστρώματος
8. Κατάσταση οδοστρώματος
9. Φωτισμός κατά τη νύχτα
10. Ειδικά στοιχεία οχήματος
11. Τύπος οδού
12. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδού
13. Τύπος ατυχήματος πρώτης σύγκρουσης
14. Ελιγμός οχημάτων
15. Θέση και κίνηση πεζών
16. Ρύθμιση κυκλοφορίας, σήμανση και σηματοδότηση
17. Σκαρίφημα
18. Δίπλωμα οδήγησης - Κατηγορία και έτος απόκτησης αυτού
19. Εξάρτημα ασφαλείας
20. Αλκοτέστ
21. Στοιχεία οδηγού και παθόντων προσώπων

Τα στοιχεία αυτά, υφίστανται μια **δευτερογενή επεξεργασία-κωδικοποίηση**, με βάση την οποία όλες οι μεταβλητές κατηγοριοποιούνται σε **τέσσερα επιμέρους αρχεία**. Το πρώτο αρχείο αφορά στα στοιχεία του ατυχήματος (**Accident table**), το δεύτερο αρχείο έχει να κάνει με τα στοιχεία του οχήματος (**Vehicle table**), το τρίτο αρχείο αναφέρεται στις πληροφορίες για τα εμπλεκόμενα πρόσωπα (**Person table**), και το τελευταίο αρχείο αποτελείται από δεδομένα σχετικά με τον εξοπλισμό ασφαλείας του οχήματος (**Safety Equipment table**). Κάθε ένα από τα ατυχήματα περιγράφεται από μια εγγραφή (Record), η οποία αποτελείται από κάποια πεδία (Fields) που αντιστοιχούν στις μεταβλητές του Δ.Ο.Τ.Α. που κωδικογραφούνται στην ΕΛ.ΣΤΑΤ. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε, αφορούσε σε στοιχεία οδικών ατυχημάτων **από το 2004 έως το 2008**.

ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 2004 - 2008	
♦	Πλήθος Νεκρών
♦	Πλήθος βαριά τραυματιών
♦	Πλήθος ελαφρά τραυματιών
♦	Τύπος Περιοχής
	Κατοικημένη περιοχή
	Μη κατοικημένη περιοχή
♦	Ατμοσφαιρικές συνθήκες 2 του ατυχήματος
	Καλοκαιρία
	Βροχή
	Άλλες
♦	Συνθήκες φωτισμού
	Μέρα
	Νύχτα
	Σούρουπο
♦	Είδος-χρήση 3 του συνδεδεμένου οχήματος
	Επιβατικό
	Φορτηγό
	Λεωφορείο
	Ποδήλατο
	Δίκυκλο μέχρι 49 κ.ε.
	Δίκυκλο από 50 κ.ε. και άνω
	Άλλος
	Άγνωστο
♦	Κεντρικό στηθαίο
	Ναι
	Όχι
♦	Τύπος ατυχήματος 3
	Μετωπική σύγκρουση
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση
	Πλάγια σύγκρουση
	Νωτομετωπική σύγκρουση
	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο
	Παράσυρση πεζού
	Εκτροπή από την οδό
	Άλλος
♦	Κατηγορία του συμμετέχοντα στόχου
	Οδηγός
	Επιβάτης
	Πεζός
♦	Πλήθος οχημάτων του ατυχήματος
♦	Ηλικία

Πίνακας 2 Περιγραφή επιλεγμένων μεταβλητών της βάσης δεδομένων για την περίοδο 2004-2008 της ΕΛ.ΣΤΑΤ.

4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, από τα τέσσερα αυτά αρχεία της βάσης δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. **επιδιώχθηκε** μέσα από μια συστηματική διαδικασία να **συγκεντρωθούν** στοιχεία για όσο το δυνατόν περισσότερες παραμέτρους που εκτιμάται ότι μπορεί να έχουν **σχέση** με το αντικείμενο της έρευνας. Οι παράμετροι αυτές δεν είναι όλες πρωτεύουσας σημασίας. Το ποιες από αυτές είναι και ποιες όχι μπορεί να εκτιμηθεί αρχικά, αλλά ο οριστικός τους χαρακτηρισμός καθώς και το αν θα συμπεριληφθούν ή όχι στα τελικά μαθηματικά μοντέλα, **προκύπτει** έπειτα από τη στατιστική ανάλυση που ακολουθεί τη συλλογή στοιχείων.

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι από τη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. για τα ατυχήματα περιόδου από το 2004 έως το 2008 έπρεπε να γίνει **επιλογή** κάποιων παραμέτρων που θεωρήθηκαν ως **περισσότερο σημαντικές** όσον αφορά στην επίδραση τους στα οδικά ατυχήματα. Κάτι τέτοιο όπως ήταν αναμενόμενο παρουσίασε αρκετές δυσκολίες αφού έπρεπε να ελεγχθεί μια βάση δεδομένων πολύ μεγάλη. Με τη χρήση της βάσης δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας ερωτημάτων (queries) που επιτρέπουν στο χρήστη να **επιλέξει** από τους πίνακες (tables) όσα στοιχεία θεωρεί σύμφωνα με τη κρίση του ότι είναι **τα σημαντικότερα**. Μετά την καταγραφή των στοιχείων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. στη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. δημιουργήθηκαν όπως αναφέρεται παραπάνω τέσσερις αρχικοί πίνακες (tables), **Accident, Person, Vehicle, Safety Equipment**.

Για να είναι **δυνατή η επιλογή των παραμέτρων** που θα αποτελέσουν το μαθηματικό μοντέλο, δημιουργήθηκαν από τους παραπάνω πίνακες με τη βοήθεια της Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α κάποια **ερωτήματα (queries)** τα οποία από το σύνολο των στοιχείων της βάσης δεδομένων είχαν στη σύνθεσή τους παραμέτρους όπως ο τύπος οχήματος, οι συνθήκες φωτισμού, ο τύπος περιοχής, η ηλικία των παθόντων, ο τύπος του ατυχήματος κλπ. Έτσι επιλέχθηκαν τα στοιχεία εκείνα των οδικών ατυχημάτων τα οποία θεωρήθηκαν ως τα σημαντικότερα, για να δημιουργηθούν οι αρχικοί συγκεντρωτικοί πίνακες που θα αποτελούσαν τη βάση για να καταλήξει τελικά η έρευνα στο τελικό αποτέλεσμα. Ενδεικτικά, παρατίθενται στη συνέχεια ορισμένοι από τους αρχικούς **συγκεντρωτικούς πίνακες** που συμπληρώθηκαν στην πρώτη φάση της παρούσας έρευνας και αναφέρονται τα **συμπεράσματα** που προκύπτουν.

♦ Στον πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ποσοστά για τους νεκρούς, τους βαριά και τους ελαφρά τραυματίες, για τους πέντε τύπους οχήματος που εξετάζονται, ανάλογα με τον τύπο του ατυχήματος.

Όσον αφορά στο πλήθος των νεκρών, παρατηρείται ότι **η πλαγιομετωπική σύγκρουση** αποτελεί τον πιο συχνό τύπο ατυχήματος για τα επιβατικά και τα δίκυκλα μέχρι και πάνω από 49cc, με ποσοστά 20,2%, 32,2% και 26,8% αντίστοιχα, ενώ στις κατηγορίες του φορτηγού και του λεωφορείου, η παράσυρση πεζού εμφανίζεται συχνότερα καταλαμβάνοντας το 37,3% και 51,9% του συνόλου των καταγραφών, ποσοστό που είναι εμφανώς μικρότερο στις υπόλοιπες κατηγορίες οχημάτων. Έντονη μείωση παρατηρείται στο ποσοστό των νεκρών και των βαριά τραυματιών για **πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο, μετωπική σύγκρουση και εκτροπή από την οδό**, όταν ο τύπος οχήματος είναι το λεωφορείο, με ποσοστά της τάξης του 1,9% και 5,6% για τους νεκρούς και 2,4% και 8,4% για τους βαριά τραυματίες. Στο πλήθος των βαριά τραυματιών παραμένει **η πλαγιομετωπική σύγκρουση** ένας από τους πιο συχνούς τύπους ατυχήματος, παρουσιάζοντας μόνο μείωση σε ατυχήματα με λεωφορείο καταλαμβάνοντας ένα πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 6%. Στους ελαφρά τραυματίες, για την κατηγορία των δικύκλων, παρατηρείται μείωση όταν έχουμε **πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο** (5,5%, 4,4%), ενώ αντίθετα αύξηση παρουσιάζεται για **πλάγια σύγκρουση** (9,7%, 13,9%). Η **πλαγιομετωπική σύγκρουση** εμφανίζεται πολύ συχνά και για τους ελαφρά τραυματίες εμφανίζοντας μικρή μείωση στην κατηγορία του λεωφορείου συγκριτικά με τους υπόλοιπους τύπους οχήματος.

♦ Στον πίνακα 4, παρουσιάζονται τα ποσοστά των νεκρών και των τραυματιών για κάθε τύπο οχήματος ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού.

Για τις τρεις κατηγορίες σοβαρότητας και για όλους τους τύπους οχήματος, τα ποσοστά παρουσιάζονται σημαντικά μειωμένα **το σούρουπο** σε αντίθεση με **τη μέρα** όπου και συγκεντρώνονται τα μεγαλύτερα ποσοστά. Παρατηρείται ότι το ποσοστό των νεκρών μειώνεται **τη νύχτα** όταν ο τύπος οχήματος είναι το φορτηγό (27,8%) ή το λεωφορείο (31,5%), ενώ **στο σούρουπο** το χαμηλότερο ποσοστό αντιστοιχεί στα ατυχήματα με λεωφορείο (3,7%). Ιδιαίτερα αυξημένο είναι το ποσοστό των βαριά και ελαφρά τραυματιών κατά τη διάρκεια **της μέρας**, καταλαμβάνοντας το 81,9% και 80,4% αντίστοιχα του συνόλου των ατυχημάτων, ενώ κατά τη διάρκεια **της νύχτας** αλλά και **το σούρουπο**, παρατηρούνται χαμηλότερα ποσοστά σε ατυχήματα με φορτηγό ή με λεωφορείο.

		ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ										
ΤΥΠΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ		ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ		ΦΟΡΤΗΓΟ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ		ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ		ΣΥΝΟΛΟ
ΝΕΚΡΟΙ	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	907	20,3%	77	11,5%	1	1,9%	27	10,1%	364	16,9%	1.376
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	904	20,2%	90	13,4%	5	9,3%	86	32,2%	579	26,8%	1.664
	Πλάγια σύγκρουση	103	2,3%	7	1,0%	8	14,8%	17	6,4%	154	7,1%	289
	Παράσυρση πεζού	658	14,7%	250	37,3%	28	51,9%	16	6,0%	164	7,6%	1.116
	Νωτομετωπική σύγκρουση	191	4,3%	23	3,4%	6	11,1%	33	12,4%	180	8,3%	433
	Μετωπική σύγκρουση	639	14,3%	65	9,7%	3	5,6%	28	10,5%	226	10,5%	961
	Εκτροπή από την οδό	869	19,4%	106	15,8%	3	5,6%	35	13,1%	359	16,6%	1.372
	Άλλος	207	4,6%	52	7,8%	-	-	25	9,4%	133	6,2%	417
	ΣΥΝΟΛΟ	4.478	100,0%	670	100,0%	54	100,0%	267	100,0%	2.159	100,0%	7.628
ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	900	18,9%	62	11,8%	2	2,4%	70	13,4%	481	11,9%	1.515
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	1.020	21,4%	135	25,8%	5	6,0%	179	34,3%	1.404	34,8%	2.743
	Πλάγια σύγκρουση	98	2,1%	14	2,7%	4	4,8%	28	5,4%	293	7,3%	437
	Παράσυρση πεζού	823	17,3%	140	26,7%	48	57,8%	31	5,9%	426	10,6%	1.468
	Νωτομετωπική σύγκρουση	226	4,7%	16	3,1%	5	6,0%	36	6,9%	261	6,5%	544
	Μετωπική σύγκρουση	642	13,5%	55	10,5%	7	8,4%	49	9,4%	329	8,2%	1.082
	Εκτροπή από την οδό	895	18,8%	76	14,5%	2	2,4%	73	14,0%	508	12,6%	1.554
	Άλλος	154	3,2%	26	5,0%	10	12,0%	56	10,7%	330	8,2%	576
	ΣΥΝΟΛΟ	4.758	100,0%	524	100,0%	83	100,0%	522	100,0%	4.032	100,0%	9.919
ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	4.462	10,0%	336	8,1%	88	6,2%	185	5,3%	1.578	4,4%	6.649
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	17.203	38,6%	1.458	35,1%	287	20,3%	1.705	48,8%	16.884	47,4%	37.537
	Πλάγια σύγκρουση	1.984	4,4%	152	3,7%	124	8,8%	339	9,7%	4.943	13,9%	7.542
	Παράσυρση πεζού	6.530	14,6%	773	18,6%	299	21,1%	358	10,2%	4.053	11,4%	12.013
	Νωτομετωπική σύγκρουση	4.706	10,5%	374	9,0%	141	10,0%	301	8,6%	3.256	9,1%	8.778
	Μετωπική σύγκρουση	4.879	10,9%	532	12,8%	50	3,5%	205	5,9%	1.479	4,2%	7.145
	Εκτροπή από την οδό	3.991	8,9%	418	10,1%	74	5,2%	213	6,1%	1.633	4,6%	6.329
	Άλλος	854	1,9%	110	2,6%	354	25,0%	191	5,5%	1.797	5,0%	3.306
	ΣΥΝΟΛΟ	44.609	100,0%	4.153	100,0%	1.417	100,0%	3.497	100,0%	35.623	100,0%	89.299

Πίνακας 3 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος

		ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ										
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ		ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ		ΦΟΡΤΗΓΟ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ		ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ		ΣΥΝΟΛΟ
ΝΕΚΡΟΙ	Μέρα	2.233	49,9%	444	66,3%	35	64,8%	144	53,9%	1.102	51,0%	4.232
	Νύχτα	2.021	45,1%	186	27,8%	17	31,5%	108	40,4%	941	43,6%	3.377
	Σούρουπο	224	5,0%	40	6,0%	2	3,7%	15	5,6%	116	5,4%	424
	ΣΥΝΟΛΟ	4.478	100,0%	670	100,0%	54	100,0%	267	100,0%	2.159	100,0%	8.033
ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	Μέρα	2.441	51,3%	352	67,2%	68	81,9%	269	51,5%	2.023	50,2%	5.153
	Νύχτα	2.066	43,4%	145	27,7%	14	16,9%	223	42,7%	1.790	44,4%	4.238
	Σούρουπο	251	5,3%	27	5,2%	1	1,2%	30	5,7%	219	5,4%	528
	ΣΥΝΟΛΟ	4.758	100,0%	524	100,0%	83	100,0%	522	100,0%	4.032	100,0%	9.919
ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	Μέρα	25.808	57,9%	3.013	72,5%	1.139	80,4%	2.140	61,2%	22.104	62,0%	54.204
	Νύχτα	16.537	37,1%	963	23,2%	209	14,7%	1.186	33,9%	11.656	32,7%	30.551
	Σούρουπο	2.264	5,1%	177	4,3%	69	4,9%	171	4,9%	1.863	5,2%	4.544
	ΣΥΝΟΛΟ	44.609	100,0%	4.153	100,0%	1.417	100,0%	3.497	100,0%	35.623	100,0%	89.299

Πίνακας 4 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού

		ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ										
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ		ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ		ΦΟΡΤΗΓΟ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ		ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ		ΣΥΝΟΛΟ
ΝΕΚΡΟΙ	Καλοκαιρία	3.695	82,5%	578	86,3%	48	88,9%	250	93,6%	2.060	95,4%	7.012
	Βροχή	632	14,1%	63	9,4%	5	9,3%	9	3,4%	74	3,4%	800
	Άλλες	151	3,4%	29	4,3%	1	1,9%	8	3,0%	25	1,2%	221
	ΣΥΝΟΛΟ	4.478	100,0%	670	100,0%	54	100,0%	267	100,0%	2.159	100,0%	8.033
ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	Καλοκαιρία	3.944	82,9%	446	85,1%	78	94,0%	489	93,7%	3.841	95,3%	8.798
	Βροχή	628	13,2%	59	11,3%	2	2,4%	22	4,2%	134	3,3%	845
	Άλλες	186	3,9%	19	3,6%	3	3,6%	11	2,1%	57	1,4%	276
	ΣΥΝΟΛΟ	4.758	100,0%	524	100,0%	83	100,0%	522	100,0%	4.032	100,0%	9.919
ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	Καλοκαιρία	38.771	86,9%	3.438	82,8%	1.289	91,0%	3.345	95,7%	34.209	96,0%	81.052
	Βροχή	4.709	10,6%	605	14,6%	94	6,6%	118	3,4%	1.082	3,0%	6.608
	Άλλες	1.129	2,5%	110	2,6%	34	2,4%	34	1,0%	332	0,9%	1.639
	ΣΥΝΟΛΟ	44.609	100,0%	4.153	100,0%	1.417	100,0%	3.497	100,0%	35.623	100,0%	89.299

Πίνακας 5 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες

		ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ										
ΤΥΠΟΣ ΧΡΗΣΤΗ ΟΔΟΥ		ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ		ΦΟΡΤΗΓΟ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ		ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ		ΣΥΝΟΛΟ
ΝΕΚΡΟΙ	Οδηγός	2.468	55,1%	321	47,9%	8	14,8%	236	88,4%	1.814	84,0%	5.142
	Επιβάτης	1.287	28,7%	94	14,0%	16	29,6%	17	6,4%	202	9,4%	1.653
	Πεζός	723	16,1%	255	38,1%	30	55,6%	14	5,2%	143	6,6%	1.238
	ΣΥΝΟΛΟ	4.478	100,0%	670	100,0%	54	100,0%	267	100,0%	2.159	100,0%	8.033
ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ	Οδηγός	2391	50,3%	266	50,8%	11	13,3%	426	81,6%	3181	78,9%	6275
	Επιβάτης	1479	31,1%	112	21,4%	23	27,7%	65	12,5%	488	12,1%	2167
	Πεζός	888	18,7%	146	27,9%	49	59,0%	31	5,9%	363	9,0%	1477
	ΣΥΝΟΛΟ	4758	100,0%	524	100,0%	83	100,0%	522	100,0%	4032	100,0%	9919
ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ	Οδηγός	22160	49,7%	2167	52,2%	123	8,7%	2739	78,3%	28094	78,9%	55283
	Επιβάτης	15504	34,8%	1167	28,1%	970	68,5%	480	13,7%	4349	12,2%	22470
	Πεζός	6945	15,6%	819	19,7%	324	22,9%	278	7,9%	3180	8,9%	11546
	ΣΥΝΟΛΟ	44609	100,0%	4153	100,0%	1417	100,0%	3497	100,0%	35623	100,0%	89299

Πίνακας 6 Ποσοστό νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος ανάλογα με τον τύπο χρήστη της οδού

♦ Τα αντίστοιχα ποσοστά παρουσιάζονται και στον πίνακα 5, όπου γίνεται η σύγκριση ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν.

Παρατηρείται ότι για όλους τους τύπους οχήματος και τις κατηγορίες σοβαρότητας, τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφανίζονται σε συνθήκες **καλοκαιρίας**, με την κατηγορία των δίκυκλων από 50cc και πάνω, να συγκεντρώνουν τα υψηλότερα ποσοστά σε νεκρούς, βαριά και ελαφρά τραυματίες (95,4%, 95,3%, 96,0%). Σε συνθήκες **βροχής**, σημαντικά μειωμένα ποσοστά εμφανίζουν τα δίκυκλα μέχρι 49cc και πάνω από 50cc, για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας, ενώ πολύ μικρό ποσοστό βαριά τραυματιών (2,4%) παρατηρείται όταν εμπλέκεται λεωφορείο στο ατύχημα.

♦ Στον πίνακα 6, εξετάζεται η επιρροή του τύπου χρήστη της οδού στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων ανά τύπο οχήματος.

Για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας και για όλους τους τύπους οχήματος πλην του λεωφορείου, τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφανίζονται όταν ο χρήστης της οδού είναι **οδηγός**. Στην περίπτωση του λεωφορείου, ισχύει το ίδιο για το ποσοστό των νεκρών, αλλά διαφέρει σε αυτό των βαριά τραυματιών, όπου μεγαλύτερη βαρύτητα παρουσιάζει ο **πεζός** (59,0%) αλλά και σε αυτό των ελαφρά τραυματιών όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά αντιστοιχούν σε χρήστη οδού τον **επιβάτη** (68,5%). Το μικρότερο ποσοστό νεκρών, για τύπο χρήστη οδού τον **οδηγό**, εμφανίζεται όταν ο τύπος του οχήματος είναι λεωφορείο (14,8%), ενώ στις κατηγορίες των δίκυκλων, τόσο για τους νεκρούς όσο και για τους βαριά και ελαφρά τραυματίες, αντιστοιχούν τα μικρότερα ποσοστά για τύπο χρήστη οδού τον **επιβάτη** ή τον **πεζό**.

♦ Τέλος, στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα ποσοστά των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος, εκφράζοντας με αυτό τον τρόπο την επιρροή κάθε τύπου οχήματος στην σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων.

Έτσι παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό **νεκρών** αντιστοιχεί σε ατυχήματα όπου εμπλέκεται φορτηγό (12,7%), ενώ το μικρότερο ποσοστό, σε ατυχήματα με λεωφορείο (3,6%). Για τους **βαριά τραυματίες**, η κατηγορία του δίκυκλου μέχρι 49cc συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό (12,3%) ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ελαφρά τραυματιών εμφανίζεται σε ατυχήματα όπου εμπλέκεται λεωφορείο (91,0%).

ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ		ΦΟΡΤΗΓΟ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ		ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ	
Νεκρός	4.478	8,5%	670	12,7%	54	3,6%	267	6,3%	2.159	5,3%
Βαριά τραυματίας	4.758	9,0%	524	9,9%	83	5,5%	522	12,3%	4.032	9,8%
Ελαφρά τραυματίας	43.746	82,6%	4.085	77,4%	1.379	91,0%	3.444	81,4%	34.873	84,9%
ΣΥΝΟΛΟ	52.982	100,0%	5.279	100,0%	1.516	100,0%	4.233	100,0%	41.064	100,0%
<i>*Μη παθών οδηγός</i>	46.948		7.062		1.826		386		3.948	

Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός πίνακας επιρροής του τύπου οχήματος στην σοβαρότητα οδικών ατυχημάτων

Αφού ολοκληρώθηκε η μελέτη των συγκεντρωτικών πινάκων, ακολούθησε η διατύπωση των τελικών ερωτημάτων (queries) στη βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. του ΕΜΠ. Μέσω των πινάκων που εξήχθησαν δημιουργήθηκαν τελικά **τρεις βάσεις δεδομένων**, για νεκρούς, βαριά και ελαφρά τραυματίες οι οποίες χωριστήκαν εκ νέου σε **πέντε μικρότερες βάσεις δεδομένων** που αφορούσαν στον τύπο του οχήματος (επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο από 50cc και πάνω). Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ίδιες για όλες τις βάσεις δεδομένων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται **ενδεικτικές εικόνες** που δείχνουν τη μορφή των αποτελεσμάτων έτσι όπως εξήχθησαν από την Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. καθώς και την επεξεργασία που υπέστησαν προκειμένου να είναι αποδεκτά στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS), στο οποίο μετέπειτα εισήχθησαν.

Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ
Είδος του ατυχήματος	Έτος παραγωγής του ατυχήματος	Αντικείμενο κατασκευής του ατυχήματος	Αποσπασματικός αριθμός του ατυχήματος	Κατηγορία αθλητικής δραστηριότητας	Ηλικία αθλητή του ατυχήματος	Τύπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Αιτία ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Κατηγορία του ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Είδος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Ηλικία αθλητή του ατυχήματος	Πύκνωση
1	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	41	1
2	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	36	1
3	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	76	1
4	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	83	1
5	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Εκτροπή από την οδό	Επιβατικό	Οδηγός	21	1
6	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Εκτροπή από την οδό	Επιβατικό	Οδηγός	28	1
7	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	2	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	24	1
8	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	2	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	25	1
9	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	3	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	38	1
10	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσπυρση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	19	1
11	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσπυρση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	22	3
12	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσπυρση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	27	1
13	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσπυρση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	35	1
14	2004	Κατασκευασμένο Περσικό	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσπυρση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός		

Εικόνα 1 Πίνακας για τους νεκρούς όπως εξάγεται από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α .

Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	ΙΑ	ΙΒ	
Είδος του ατυχήματος	Έτος ατυχήματος	Περιοχή του ατυχήματος	Αθλητική δραστηριότητα	Κατηγορία αθλητικής δραστηριότητας	Ηλικία του ατυχήματος	Είδος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Είδος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Κατηγορία του ατυχήματος	Ηλικία	Πύκνωση	
1	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	25	1
2	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	30	1
3	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	7	1
4	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	9	1
5	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	81	1
6	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	2	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	49	1
7	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	2	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	18	1
8	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	3	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	25	1
9	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Ναι	3	Προσπίεση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	28	1
10	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	17	1
11	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	20	2
12	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	21	2
13	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	23	1
14	2004	Καταγωγή Πελοπόννησος	Μέρο	Καλαθοσφαίριση	Όχι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός		

Εικόνα 2 Πίνακας για τους βαριά τραυματίες όπως εξάγεται από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α .

	Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ
	Είδος του ατυχήματος	τόπος παρήλξης του ατυχήματος	Ουθύνους φαγητού του ατυχήματος	απορροφητικές συνθήκες 2 του ατυχήματος	κεντρικό σήμα ασφαλείας	πλήθος οχημάτων του ατυχήματος	τόπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	είδος οχήματος 3 του συνδεόμενου οχήματος	κατηγορία που συμμετέχοντα άτομα	ηλικία	Πληθός
2	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Επιβατικό	Οδηγός	33	1
3	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο οχηματοκιβώτιο	Δίκυκλο 50 cc και άνω	Οδηγός	31	1
4	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Λυχνιστο	Πεζός	23	1
5	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Οδηγός	27	1
6	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	26	1
7	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	37	1
8	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	40	1
9	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	42	1
10	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	46	1
11	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	64	1
12	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	67	1
13	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	68	1
14	2004	Καταστροφή Περικλή	Μέρο	Καλοκαίρια	Ναι	1	Παράσυρση πεζού	Επιβατικό	Πεζός	72	1

Εικόνα 3 Πίνακας για τους ελαφρά τραυματίες όπως εξάγεται από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.

Οι παραπάνω πίνακες **τροποποιήθηκαν** στη συνέχεια στο **EXCEL**, με σκοπό να είναι κατάλληλοι για εισαγωγή και επεξεργασία στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Κατά την τροποποίηση αυτή κωδικοποιήθηκαν οι καταγραφές για κάθε παράμετρο με αποτέλεσμα καθεμία από αυτές να αντιστοιχεί σε έναν ακέραιο αριθμό. Με αυτόν τον τρόπο έγινε η τροποποίηση για το πλήθος των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών, **ξεχωριστά** για κάθε **τύπο οχήματος** που εξετάζεται στη παρούσα διπλωματική εργασία. (επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc, δίκυκλο από 50cc και πάνω). Ενδεικτικά, ακολουθεί πίνακας μετά την τροποποίηση, για τους νεκρούς όταν ο τύπος οχήματος είναι το επιβατικό.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	
1	Είδος του ατυχήματος	τόπος παρήλξης του ατυχήματος	Ουθύνους φαγητού του ατυχήματος	απορροφητικές συνθήκες 2 του ατυχήματος	κεντρικό σήμα ασφαλείας	πλήθος οχημάτων του ατυχήματος	τόπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	είδος οχήματος 3 του συνδεόμενου οχήματος	κατηγορία που συμμετέχοντα άτομα	ηλικία	Πληθός																							
2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
5	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
6	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
7	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
8	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
9	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
10	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
11	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
12	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
13	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
14	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
15	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
16	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
17	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
18	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
19	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
20	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
21	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
22	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
23	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
24	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Εικόνα 4 Πίνακας για τους νεκρούς μετά την τροποποίηση

4.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μετά τη διαμόρφωση των τελικών πινάκων στο λογισμικό EXCEL, πραγματοποιήθηκε εισαγωγή τους στο πεδίο δεδομένων (data view) του ειδικού πακέτου στατιστικής ανάλυσης. Στη συνέχεια καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος, και ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Επισημαίνεται ότι το πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες και όλες οι στήλες αποτελούνται από αριθμούς και όχι από κείμενο

Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal). Μετά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται **στατιστική ανάλυση των δεδομένων**.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

- 1. Descriptive statistics:** Πρόκειται για διαδικασία που εκτελείται για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων, όπως αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου (analyze → descriptive statistics → options).
- 2. Correlate:** Πρόκειται για διαδικασία που εκτελείται για τη μέτρηση της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο **Variables** (analyze → correlate → bivariate correlations). Χρήσιμες επιλογές είναι οι Pearson ή οι Spearman συσχετίσεις.
- 3. Regression:** Πρόκειται για διαδικασία που εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με τη γραμμική παλινδρόμηση, οπότε και επιλέγεται η εντολή **Linear** (analyze → regression → linear). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter, που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί.

Στη συνέχεια παρατίθενται, όπως και προηγουμένως, κάποιες **εικόνες** με τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων **στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS**.

trucks-seriously_injured.sav [DataSet1] - SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

Variable 33 of 33 Variables

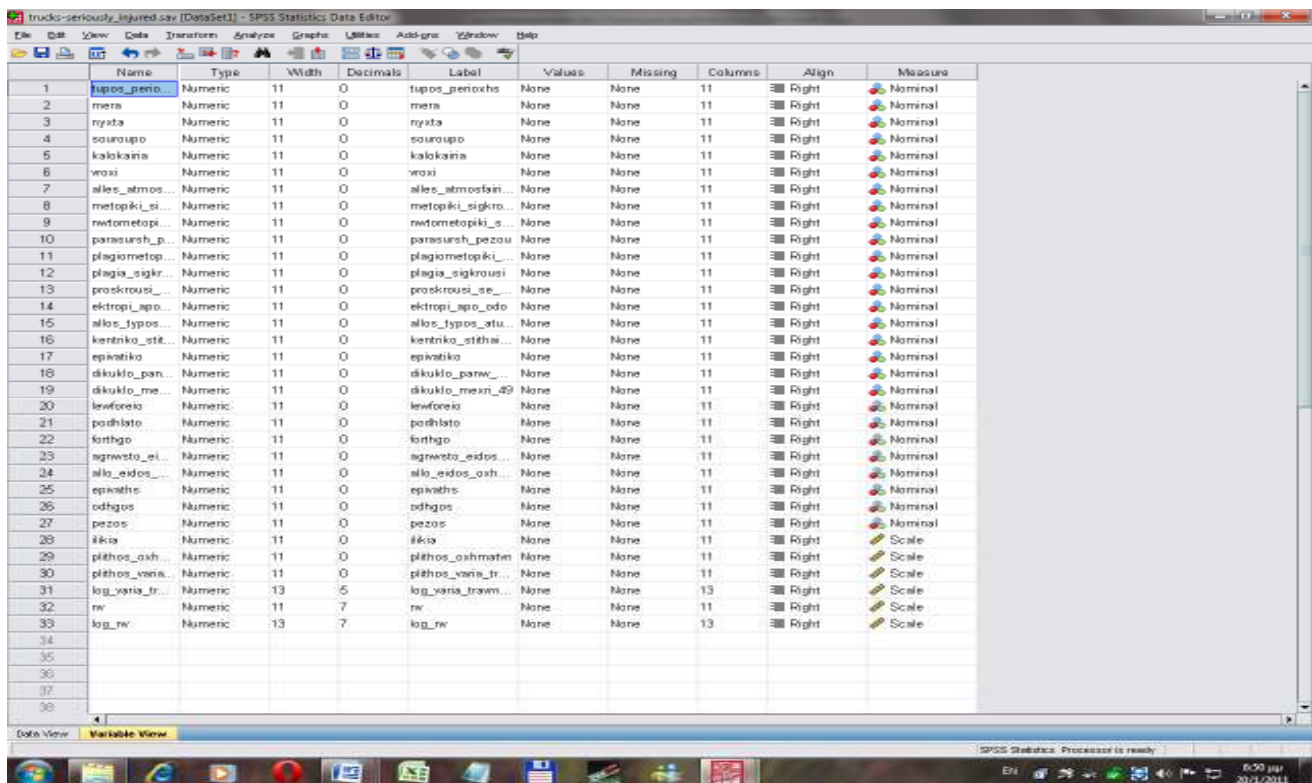
	typos_periochi	mera	nykta	souroupo	kalokaitia	vroxi	alles_atmosfaike e_sinhikes	metopiki_sighrous	rwtometopiki_sigh rousi	parasursh_pezou	plagiometopiki krousi
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
4	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
6	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
7	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
8	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
9	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
10	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
11	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
12	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
13	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
14	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
15	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
16	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
17	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
18	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
19	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
20	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
21	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
22	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
23	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
24	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
25	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
26	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
27	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
28	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
29	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
30	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
31	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
32	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
33	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
34	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
35	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1

Data View Variable View

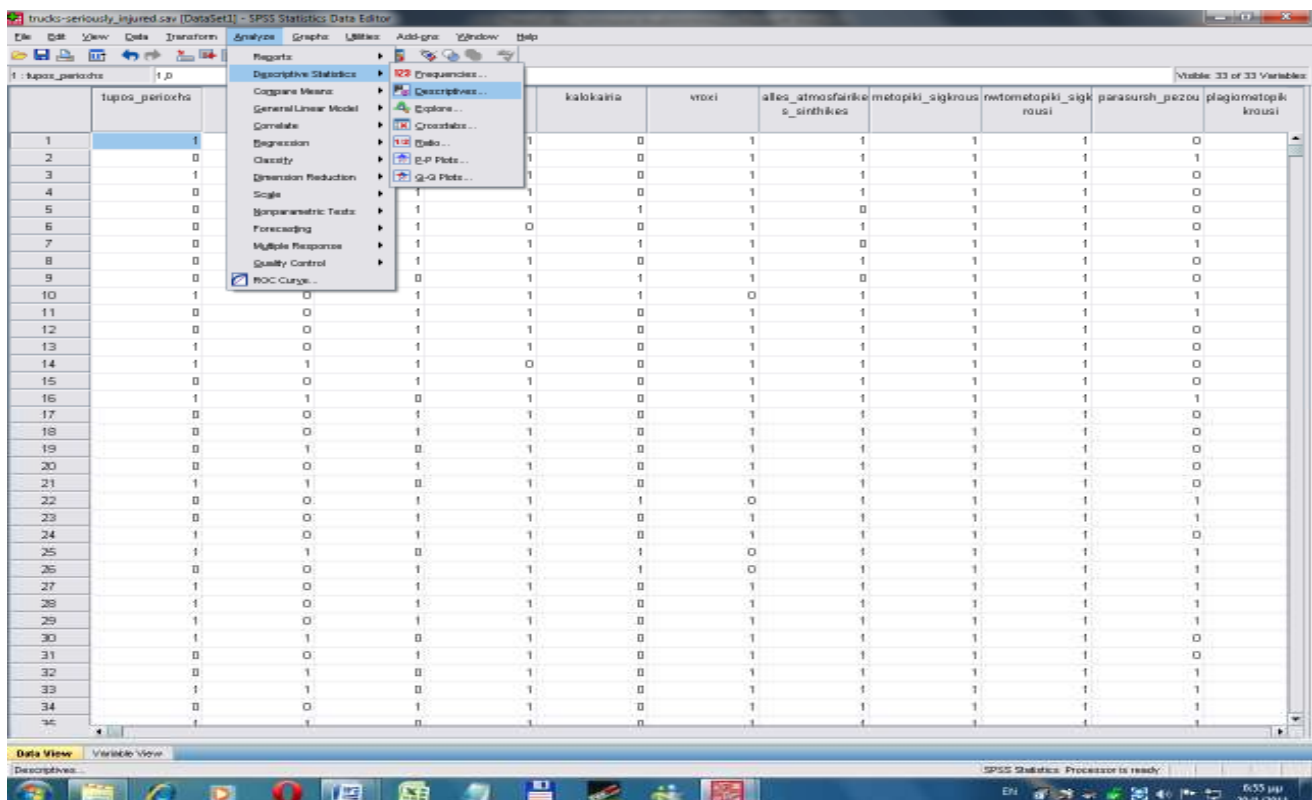
SPSS Statistics Processor is ready

0:45 μμ 20/1/2011

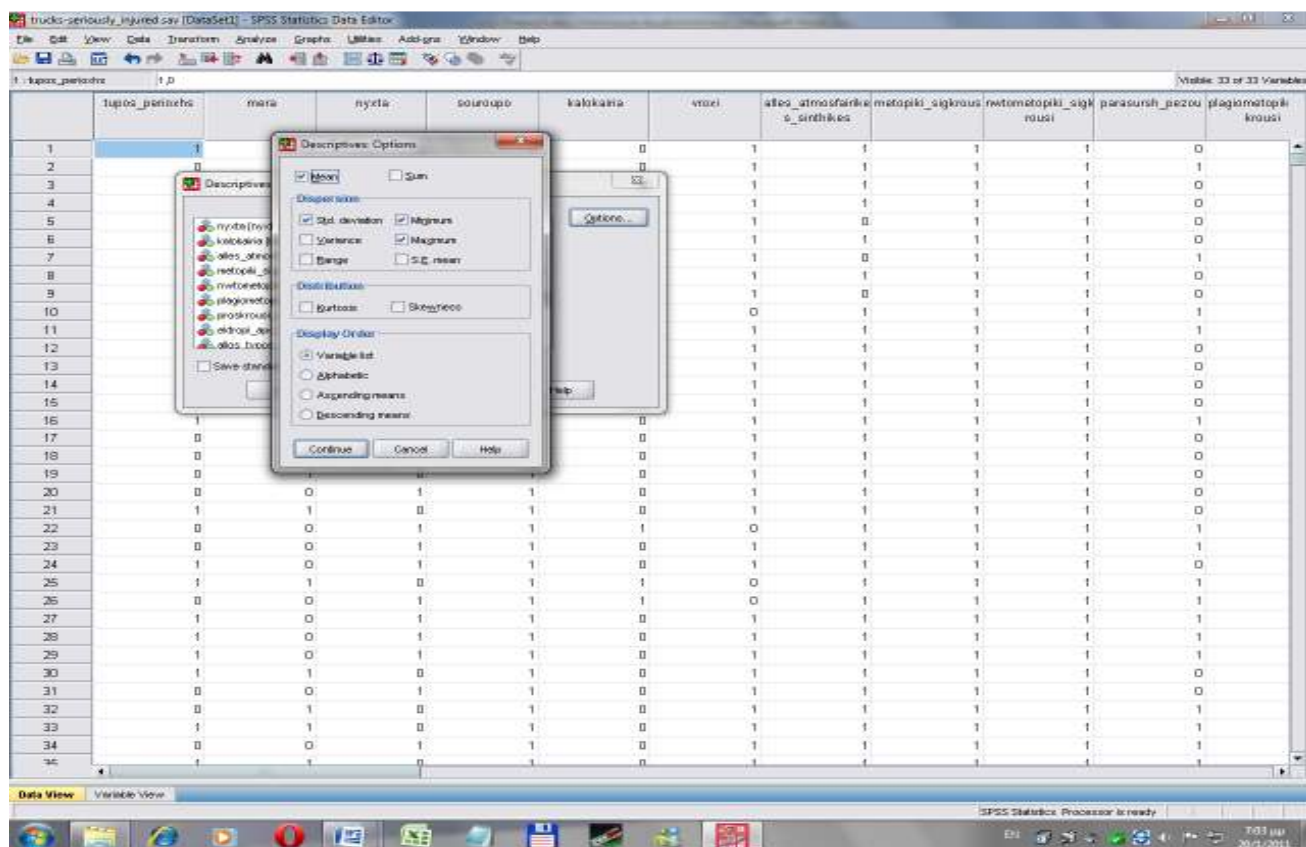
Εικόνα 5 Παράδειγμα εισαγωγής των στοιχείων στο λογισμικό (Πλήθος σοβαρά τραυματιών όταν ο τύπος οχήματος είναι φορτηγό)



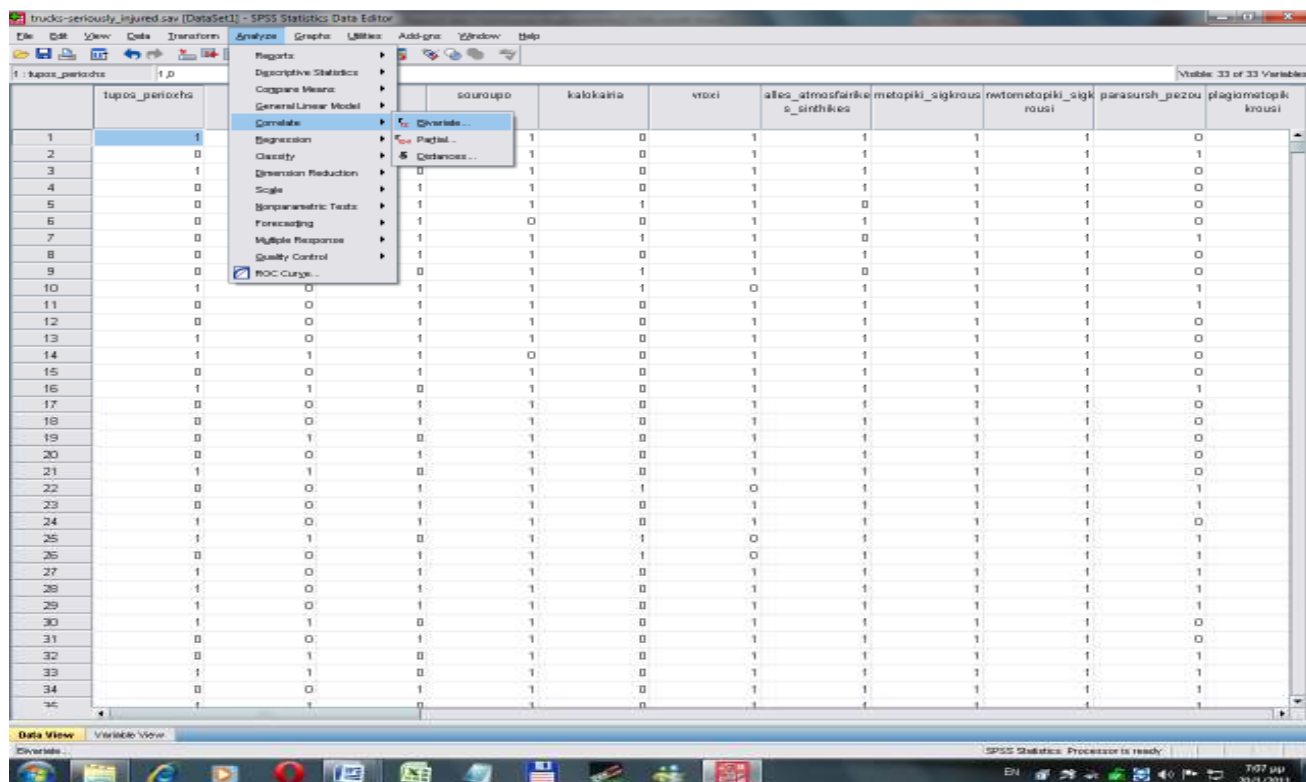
Εικόνα 6 Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών



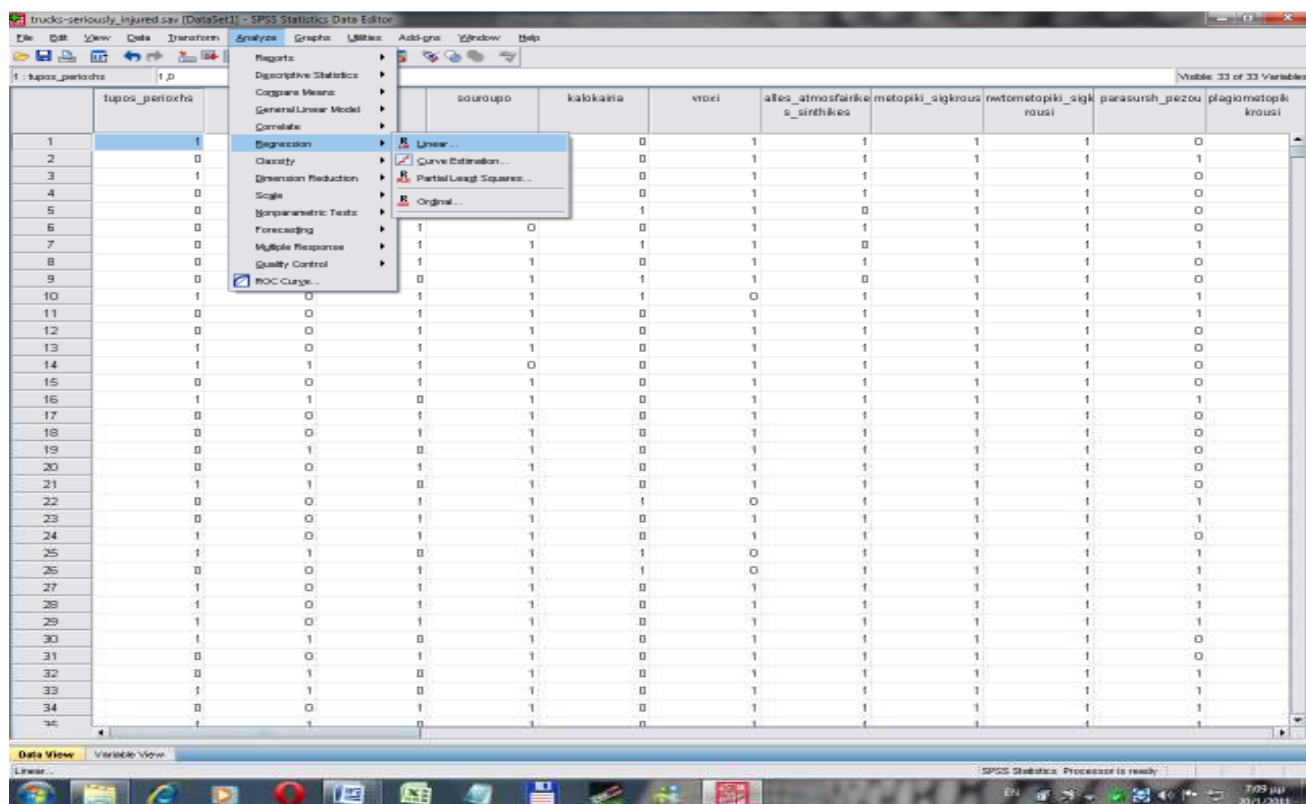
Εικόνα 7 Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων



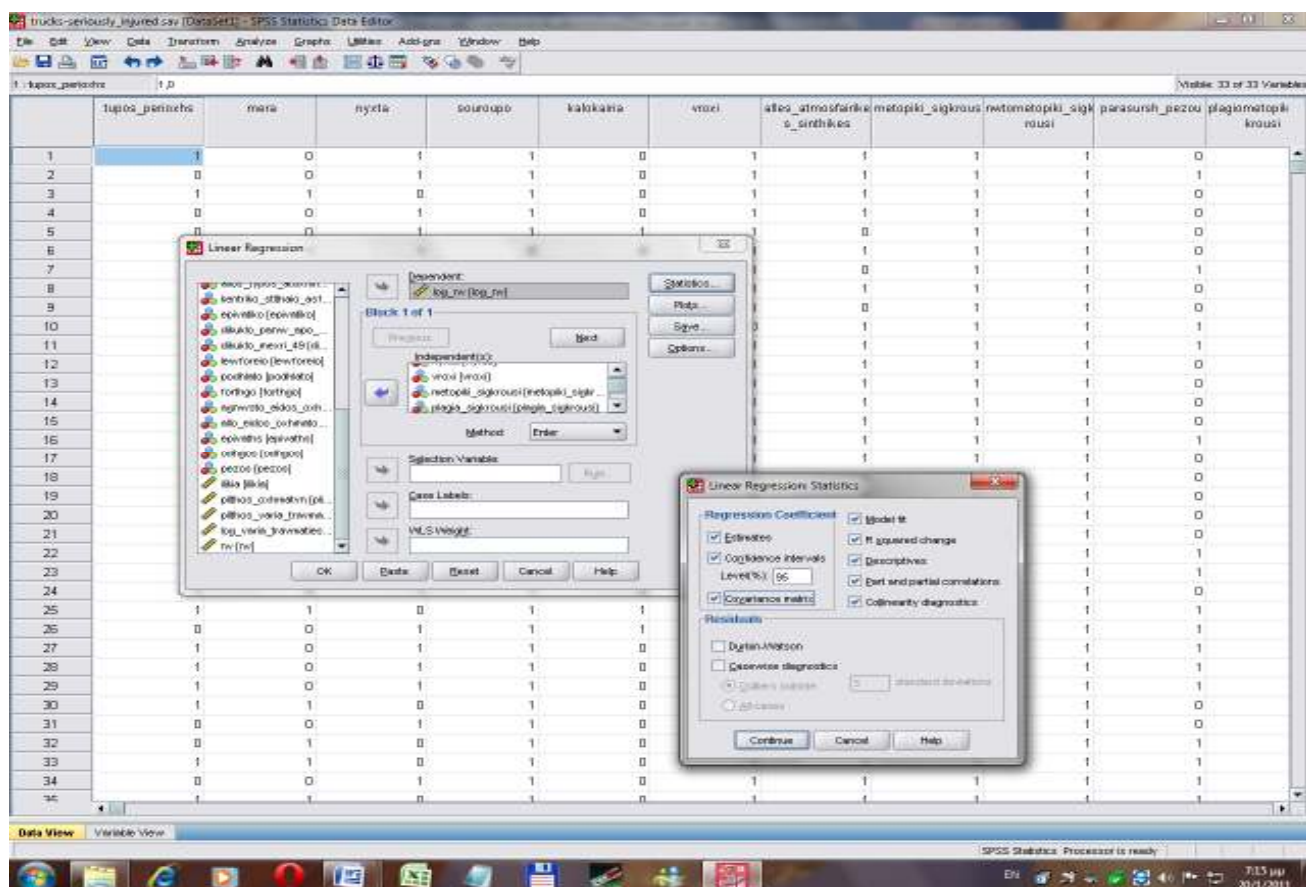
Εικόνα 8 Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου



Εικόνα 9 Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών



Εικόνα 10 Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση



Εικόνα 11 Παράδειγμα ορισμού εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση

Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούν αναλυτικά οι διεργασίες που έλαβαν χώρα στο πακέτο ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης, όπως για παράδειγμα η προσπάθεια συσχέτισης κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών και τα αποτελέσματά της, οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, καθώς και τα τελικά αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων με βάση τους στόχους της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί ένα από τα **σημαντικότερα** κεφάλαια της Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας, καθώς και την παρουσίαση όλων των αποτελεσμάτων.

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην παρουσίαση ζητημάτων αξιοπιστίας των δεδομένων και στις διαδικασίες αντιμετώπισής τους. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν **οι στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

Σημαντικό τμήμα του κεφαλαίου καταλαμβάνει το εδάφιο που αφορά στην **παρουσίαση των αποτελεσμάτων** και διακρίνεται στις εξής τρεις φάσεις:

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

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τόσο τη μαθηματική σχέση του μοντέλου, όσο και σχετικά διαγράμματα που επιτρέπουν τη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν 15 ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, **πέντε για το μοντέλο προσδιορισμού της επιρροής της σοβαρότητας σε ατυχήματα που είχαν νεκρούς, πέντε για ατυχήματα που είχαν βαριά τραυματίες και πέντε για ατυχήματα που είχαν ελαφρά τραυματίες**. Σε κάθε κατηγορία ατυχήματος εξετάστηκε η επιρροή της

σοβαρότητας για κάθε τύπο οχήματος ξεχωριστά (επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο από 50cc και πάνω).

5.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Η σοβαρότητα οδικών ατυχημάτων, η διερεύνηση της οποίας αποτελεί το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, μπορεί να εκφραστεί με διάφορους τρόπους, χωρίς ωστόσο να μπορεί κανένας να την περιγράψει απόλυτα. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, εξετάστηκαν αρκετά μεγέθη μέσω των οποίων μπορεί να εκφραστεί η σοβαρότητα, τα οποία αποτελούσαν και την εξαρτημένη μεταβλητή στις μαθηματικές σχέσεις που αναπτύχθηκαν. Μετά από δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, επιλέχθηκε τελικά **ως εξαρτημένη μεταβλητή** στα στατιστικά μοντέλα, **ο λόγος** του αριθμού των παθόντων προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων. Ο παραπάνω λόγος βρέθηκε ο πιο κατάλληλος, αφού ικανοποίησε σε μεγαλύτερο βαθμό τους ελέγχους προσαρμογής των μοντέλων αλλά και τους ελέγχους συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

n/v	• $\frac{plithos_nekrwn}{plithos_oxhmatwn}$	πλήθος νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων
	• $\frac{plithos_varia_travmatiwn}{plithos_oxhmatwn}$	πλήθος βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων
	• $\frac{plithos_elafra_travmatiwn}{plithos_oxhmatwn}$	πλήθος ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων

Στα στατιστικά μοντέλα εξετάστηκαν οι **ανεξάρτητες** μεταβλητές που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 4.1.2 με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Μετά τον **έλεγχο συσχέτισης** που πραγματοποιήθηκε, συγκεντρώθηκαν οι μεταβλητές εκείνες που βρέθηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές και που **περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά μοντέλα**, για κάθε τύπο οχήματος.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

tupos_perioxhs = 0 για κατοικημένη περιοχή, 1 για μη κατοικημένη περιοχή
nyxta = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές

vroxi = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
alles_atmosfairikes_sinthikes = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
metopiki_sigkrousi = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
nwtometopiki_sigkrousi = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
parasursh_pezou = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
plagiometopiki_sigkrousi = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
plagia_sigkrousi = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
ektropi_aro_odo = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
allos_typos_atuxhmatos = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
kentriko_stithaio_asfaleias = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
epivaths = 0 αν είναι αληθές, 1 αν είναι ψευδές
ilikia = Ηλικία οδηγού χωρίς κατηγοριοποίηση στις ηλικίες όπως είναι στη βάση δεδομένων τις ΕΛ.ΣΤΑΤ.

5.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Ολόκληρη η διαδικασία της ανάλυσης που θα παρουσιαστεί στην παράγραφο αυτή πραγματοποιείται μέσω της εντολής **Analyze**. Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων (analyze → descriptive statistics → descriptives → options)**. Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται μόνο οι μεταβλητές:

- [plithos_nekrwn/plithos_oxhmatwn],
- [plithos_varia_travmatiwn/plithos_oxhmatwn],
- [plithos_elafra_travmatiwn/plithos_oxhmatwn] και
- Ilikia

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας, φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες:

ΝΕΚΡΟΙ	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
plithos_nekrwn / plithos_oxhmatwn (n/v)	7196	0,143	5	0,837	0,46200
ilikia	7196	0	98	42,630	20,61700
ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
plithos_varia_travmatiwn / plithos_oxhmatwn (n/v)	8567	0,125	8	0,862	0,53107
ilikia	8567	1	98	37,420	19,11000
ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
plithos_elafra_travmatiwn / plithos_oxhmatwn (n/v)	43550	0,083	50	1,278	2,09648
ilikia	43550	0	98	39,150	19,04300

Πίνακας 8 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (ΣΥΝΟΛΙΚΑ)

ΝΕΚΡΟΙ		N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Επιβατικό	n/v	3956	1,4	5,0	0,86	0,505
	ilikia	3956	0,0	98,0	43,12	20,338
Φορτηγό	n/v	633	0,2	4,0	0,88	0,384
	ilikia	633	1,0	98,0	52,25	22,105
Λεωφορείο	n/v	47	0,2	3,5	0,90	0,501
	ilikia	47	3,0	92,0	53,87	24,266
Δίκυκλο μέχρι 49cc	n/v	263	0,2	2,0	0,69	0,276
	ilikia	263	6,0	93,0	47,06	22,250
Δίκυκλο από 50cc και πάνω	n/v	1900	0,2	4,0	0,80	0,433
	ilikia	1900	1,0	94,0	35,20	16,743
ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Επιβατικό	n/v	4125	1,3	8,0	0,87	0,555
	ilikia	4125	1,0	98,0	38,56	19,267
Φορτηγό	n/v	507	0,2	3,0	0,79	0,336
	ilikia	507	2,0	95,0	47,94	21,693
Λεωφορείο	n/v	81	0,3	2,0	0,89	0,254
	ilikia	81	7,0	90,0	55,05	21,195
Δίκυκλο μέχρι 49cc	n/v	502	0,3	2,0	0,71	0,284
	ilikia	502	5,0	89,0	35,07	18,791
Δίκυκλο από 50cc και πάνω	n/v	3086	0,2	5,0	0,90	0,570
	ilikia	3086	2,0	95,0	33,45	16,467
ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Επιβατικό	n/v	22634	0,1	23,0	1,23	1,701
	ilikia	22634	0,0	98,0	39,90	19,433
Φορτηγό	n/v	3524	0,2	6,0	0,77	0,539
	ilikia	3524	0,0	98,0	45,02	19,735
Λεωφορείο	n/v	1117	0,1	15,0	0,94	0,795
	ilikia	1117	0,0	97,0	49,05	21,017
Δίκυκλο μέχρι 49cc	n/v	2447	0,2	6,5	0,85	0,601
	ilikia	2447	1,0	97,0	37,31	19,006
Δίκυκλο από 50cc και πάνω	n/v	12132	0,2	50,0	1,71	3,129
	ilikia	12132	0,0	98,0	35,26	16,178

Πίνακας 9 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΟΧΗΜΑΤΟΣ)

5.2.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Το επόμενο βήμα αφορά στη **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διαδικασία της μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται και πάλι 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.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης για τις μεταβλητές, που παρέμειναν στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν, όπου επιβεβαιώνεται ότι **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01. Συνεπώς οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ ΝΕΚΡΩΝ								
Επιβατικό		vroxi	parasursh_pezou	plagia_sigkrousi	proskrousi_se_stat_hmeumeno_oxhma	ektropi_apo_odo	ilikia	nwtometopiki_sigkrousi
vroxi	Pearson Correlation	1	-,041*	-,021	-,026	-,006	-,004	-,011
parasursh_pezou		-,041*	1	-,064**	-,195**	-,193**	-,276**	-,088**
plagia_sigkrousi		-,021	-,064**	1	-,080**	-,079**	,010	-,036*
proskrousi_se_stat_hmeumeno_oxhma		-,026	-,195**	-,080**	1	-,242**	,140**	-,110**
ektropi_apo_odo		-,006	-,193**	-,079**	-,242**	1	,129**	-,109**
ilikia		-,004	-,276**	,010	,140**	,129**	1	,009
nwtometopiki_sigkrousi		-,011	-,088**	-,036*	-,110**	-,109**	,009	1
Φορηγό		vroxi	ilikia	metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	plagia_sigkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	proskrousi_se_stat_hmeumeno_oxhma
vroxi	Pearson Correlation	1	,042	-,005	-,007	-,032	,113**	,007
ilikia		,042	1	,006	,031	,086*	-,042	,146**
metopiki_sigkrousi		-,005	,006	1	-,065	-,033	-,135**	-,125**
nwtometopiki_sigkrousi		-,007	,031	-,065	1	-,019	-,078*	-,072
plagia_sigkrousi		-,032	,086*	-,033	-,019	1	-,039	-,036
plagiometopiki_sigkrousi		,113**	-,042	-,135**	-,078*	-,039	1	-,150**
proskrousi_se_stat_hmeumeno_oxhma		,007	,146**	-,125**	-,072	-,036	-,150**	1
Λεωφορείο		metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	epivaths	ilikia		
metopiki_sigkrousi	Pearson Correlation	1	-,100	-,090	,094	,097		
nwtometopiki_sigkrousi		-,100	1	-,132	,462**	,184		
plagiometopiki_sigkrousi		-,090	-,132	1	,007	,481**		
ilikia		,097	,184	,481**	,297*	1		
Δίκυκλο μέχρι 49cc		nyxta	metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	plagia_sigkrousi	allos_typos_atuxhmatos	plagiometopiki_sigkrousi	ilikia
nyxta	Pearson Correlation	1	,046	,160**	-,183**	,106	-,292**	,294**
metopiki_sigkrousi		,046	1	-,131*	-,091	-,112	-,236**	,086
nwtometopiki_sigkrousi		,160**	-,131*	1	-,100	-,123*	-,259**	-,043
plagia_sigkrousi		-,183**	-,091	-,100	1	-,085	-,180**	-,080
allos_typos_atuxhmatos		,106	-,112	-,123*	-,085	1	-,222**	-,085
plagiometopiki_sigkrousi		-,292**	-,236**	-,259**	-,180**	-,222**	1	,039
ilikia		,294**	,086	-,043	-,080	-,085	,039	1
Δίκυκλο από 50cc και πάνω		vroxi	proskrousi_se_stat_hmeumeno_oxhma	plagia_sigkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	ilikia
vroxi	Pearson Correlation	1	,038	-,039	-,031	,034	-,045	,039
proskrousi_se_stat_hmeumeno_oxhma		,038	1	-,128**	-,248**	-,154**	-,139**	,128**
plagia_sigkrousi		-,039	-,128**	1	-,166**	-,103**	-,093**	,021
plagiometopiki_sigkrousi		-,031	-,248**	-,166**	1	-,199**	-,179**	-,010
metopiki_sigkrousi		,034	-,154**	-,103**	-,199**	1	-,111**	,076**
nwtometopiki_sigkrousi		-,045	-,139**	-,093**	-,179**	-,111**	1	,028
ilikia		,039	,128**	,021	-,010	,076**	,028	1

Πίνακας 10 Συσχέτιση μεταβλητών στο μοντέλο των νεκρών

ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ									
Επιβατικό		vroxi	proskrousi_se_stathmeumen_o_oxhma	ektropi_apo_odo	nwtometopiki_sigkrousi	parasursh_pezo_u	plagiometopiki_sigkrousi	ilikia	
vroxi	Pearson Correlation	1	-,002	,030	,001	-,067**	-,002	,007	
proskrousi_se_stathmeume no_oxhma		-,002	1	-,225**	-,113**	-,202**	-,252**	,113**	
ektropi_apo_odo		,030	-,225**	1	-,114**	-,203**	-,253**	,112**	
nwtometopiki_sigkrousi		,001	-,113**	-,114**	1	-,102**	-,127**	,024	
parasursh_pezou		-,067**	-,202**	-,203**	-,102**	1	-,228**	-,246**	
plagiometopiki_sigkrousi		-,002	-,252**	-,253**	-,127**	-,228**	1	-,015	
ilikia		,007	,113**	,112**	,024	-,246**	-,015	1	
Φορητό		metopiki_sigkrousi	plagia_sigkrousi	allos_typos_atuxhmatos	ilikia	proskrousi_se_s tathmeumeno_o_oxhma	nwtometopiki_s igkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	
metopiki_sigkrousi	Pearson Correlation	1	-,059	-,079	,024	-,129**	-,063	-,207**	
plagia_sigkrousi		-,059	1	-,038	,057	-,062	-,030	-,100*	
ilikia		,024	,057	,149**	1	,037	,018	-,107*	
proskrousi_se_stathmeume no_oxhma		-,129**	-,062	-,084	,037	1	-,067	-,219**	
nwtometopiki_sigkrousi		-,063	-,030	-,041	,018	-,067	1	-,107*	
plagiometopiki_sigkrousi		-,207**	-,100*	-,135**	-,107*	-,219**	-,107*	1	
Λεωφορείο		metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	parasursh_pezou	plagiometopiki_sigkrousi	ilikia			
metopiki_sigkrousi	Pearson Correlation	1	-,079	-,362**	-,079	,266*			
nwtometopiki_sigkrousi		-,079	1	-,302**	-,066	,052			
parasursh_pezou		-,362**	-,302**	1	-,302**	-,196			
plagiometopiki_sigkrousi		-,079	-,066	-,302**	1	,105			
ilikia		,266*	,052	-,196	,105	1			
Δίκυκλο μέχρι 49cc		parasursh_pezou	ektropi_apo_odo	plagiometopiki_sigkrousi	allos_typos_atuxhmatos	metopiki_sigkrousi	ilikia		
parasursh_pezou	Pearson Correlation	1	-,103*	-,176**	-,088*	-,081	-,191**		
ektropi_apo_odo		-,103*	1	-,286**	-,144**	-,132**	-,026		
plagiometopiki_sigkrousi		-,176**	-,286**	1	-,245**	-,225**	,019		
allos_typos_atuxhmatos		-,088*	-,144**	-,245**	1	-,113*	-,028		
metopiki_sigkrousi		-,081	-,132**	-,225**	-,113*	1	,069		
ilikia		-,191**	-,026	,019	-,028	,069	1		
Δίκυκλο από 50cc και πάνω		vroxi	nyxta	metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	plagiometopiki_s igkrousi	plagia_sigkrousi	proskrousi_se_stat hmeumeno_oxhma	ilikia
vroxi	Pearson Correlation	1	,063**	-,033	-,024	,021	-,019	,003	-,011
nyxta		,063**	1	-,012	-,018	-,041*	-,055**	,083**	,166**
metopiki_sigkrousi		-,033	-,012	1	-,090**	-,189**	-,096**	-,122**	,075**
nwtometopiki_sigkrousi		-,024	-,018	-,090**	1	-,171**	-,088**	-,111**	,046**
plagiometopiki_sigkrousi		,021	-,041*	-,189**	-,171**	1	-,184**	-,233**	,044*
plagia_sigkrousi		-,019	-,055**	-,096**	-,088**	-,184**	1	-,119**	,022
proskrousi_se_stathmeume no_oxhma		,003	,083**	-,122**	-,111**	-,233**	-,119**	1	,074**
ilikia		-,011	,166**	,075**	,046**	,044*	,022	,074**	1

Πίνακας 11 Συσχέτιση μεταβλητών στο μοντέλο των βαριά τραυματιών

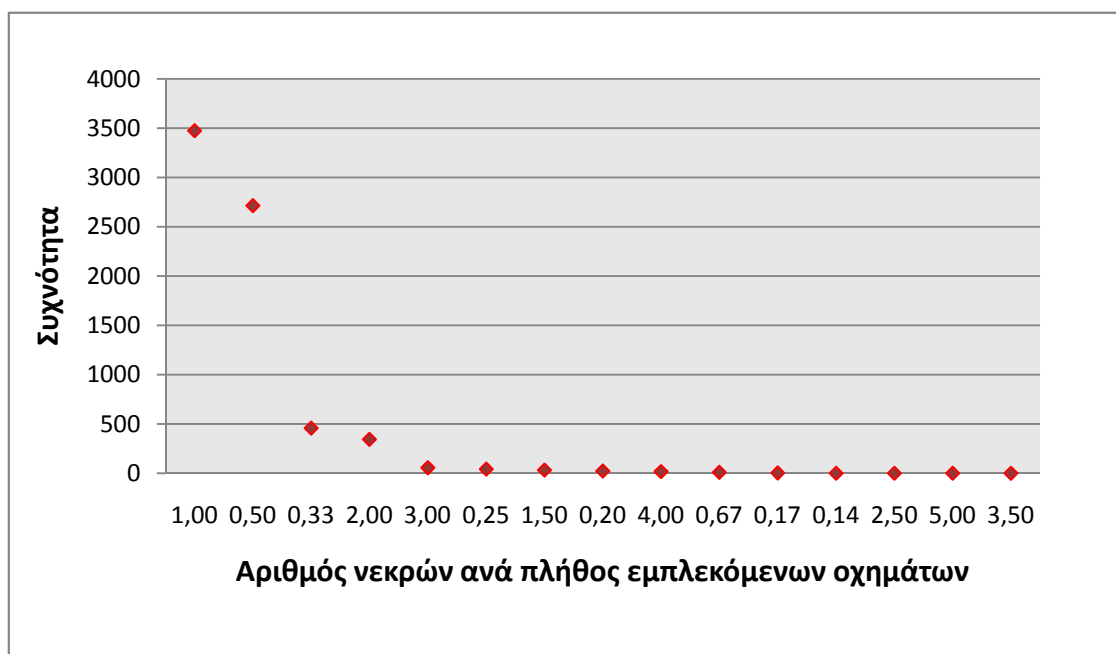
ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ											
Επιβατικό		vroxi	alles_atmosfairikes_sinthikes	kentriko_stithaio_asfaleias	epivaths	metopiki_sigkrousi	ektropi_apo_odo	parasursh_pezou	plagia_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	ilikia
vroxi	Pearson Correlation	1	-,100"	-,052"	-,007	,030"	,024"	-,010	-,053"	-,039"	,000
alles_atmosfairikes_sinthikes		-,100"	1	-,028"	,000	-,004	,032"	-,004	-,029"	-,052"	,035"
kentriko_stithaio_asfaleias		-,052"	-,028"	1	-,010	-,111"	,029"	-,034"	,045"	,168"	,026"
epivaths		-,007	,000	-,010	1	,047"	,039"	-,251"	-,008	,024"	,135"
metopiki_sigkrousi		,030"	-,004	-,111"	,047"	1	-,142"	-,125"	-,106"	-,169"	-,001
ektropi_apo_odo		,024"	,032"	,029"	,039"	-,142"	1	-,111"	-,094"	-,150"	,059"
parasursh_pezou		-,010	-,004	-,034"	-,251"	-,125"	-,111"	1	-,083"	-,132"	-,103"
plagia_sigkrousi		-,053"	-,029"	,045"	-,008	-,106"	-,094"	-,083"	1	-,112"	,022"
nwtometopiki_sigkrousi		-,039"	-,052"	,168"	,024"	-,169"	-,150"	-,132"	-,112"	1	-,009
ilikia	,000	,035"	,026"	,135"	-,001	,059"	-,103"	,022"	-,009	1	
Φορητό		vroxi	metopiki_sigkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	plagia_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma	ektropi_apo_odo	ilikia		
vroxi	Pearson Correlation	1	,085"	,013	-,010	-,041"	,006	,018	-,010		
metopiki_sigkrousi		,085"	1	-,292"	-,081"	-,134"	-,128"	-,142"	,008		
plagiometopiki_sigkrousi		,013	-,292"	1	-,146"	-,242"	-,231"	-,256"	-,026		
plagia_sigkrousi		-,010	-,081"	-,146"	1	-,067"	-,064"	-,071"	,036		
nwtometopiki_sigkrousi		-,041"	-,134"	-,242"	-,067"	1	-,106"	-,118"	-,010		
proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma		,006	-,128"	-,231"	-,064"	-,106"	1	-,113"	,061"		
ektropi_apo_odo		,018	-,142"	-,256"	-,071"	-,118"	-,113"	1	,045"		
ilikia		-,010	,008	-,026	,036"	-,010	,061"	,045"	1		
Λεωφορείο		metopiki_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma	plagia_sigkrousi	ilikia	epivaths			
metopiki_sigkrousi	Pearson Correlation	1	-,068"	-,100"	-,051	-,060"	,054	,012			
nwtometopiki_sigkrousi		-,068"	1	-,173"	-,089"	-,103"	,078"	,072"			
plagiometopiki_sigkrousi		-,100"	-,173"	1	-,132"	-,152"	,127"	,173"			
proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma		-,051	-,089"	-,132"	1	-,079"	,027	,070"			
plagia_sigkrousi		-,060"	-,103"	-,152"	-,079"	1	-,006	,113"			
ilikia		,054	,078"	,127"	,027	-,006	1	-,057			
epivaths		,012	,072"	,173"	,070"	,113"	-,057	1			
Δίκυκλο μέχρι 49cc		tupos_perioxhs	vroxi	metopiki_sigkrousi	plagiometopiki_sigkrousi	plagia_sigkrousi	nwtometopiki_sigkrousi	proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma	epivaths	ilikia	
tupos_perioxhs	Pearson Correlation	1	,024	-,019	,049	,056"	-,091"	,052"	-,051"	-,012	
vroxi		,024	1	,038	,056"	-,022	-,024	-,021	-,015	,026	
metopiki_sigkrousi		-,019	,038	1	-,210"	-,101"	-,097"	-,077"	-,007	,095"	
plagiometopiki_sigkrousi		,049	,056"	-,210"	1	-,268"	-,258"	-,205"	,081"	,013	
plagia_sigkrousi		,056"	-,022	-,101"	-,268"	1	-,123"	-,098"	-,029	-,034	
nwtometopiki_sigkrousi		-,091"	-,024	-,097"	-,258"	-,123"	1	-,095"	,019	-,003	
proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma		,052"	-,021	-,077"	-,205"	-,098"	-,095"	1	,007	,087"	
epivaths		-,051"	-,015	-,007	,081"	-,029	,019	,007	1	,199"	
ilikia		-,012	,026	,095"	,013	-,034	-,003	,087"	,199"	1	
Δίκυκλο από 50cc και πάνω		plagiometopiki_sigkrousi	parasursh_pezou	ektropi_apo_odo	kentriko_stithaio_asfaleias	epivaths	ilikia	tupos_perioxhs	vroxi	alles_atmosfairikes_sinthikes	
plagiometopiki_sigkrousi	Pearson Correlation	1	-,227"	-,185"	-,017	,097"	,000	,015	,082"	,050"	
parasursh_pezou		-,227"	1	-,127"	-,072"	-,157"	-,186"	,159"	-,011	-,015	
ektropi_apo_odo		-,185"	-,127"	1	,000	,013	,048"	-,173"	-,002	-,005	
kentriko_stithaio_asfaleias		-,017	-,072"	,000	1	-,055"	,028"	-,229"	-,056"	-,028"	
epivaths		,097"	-,157"	,013	-,055"	1	,208"	,016	-,056"	-,040"	
ilikia		,000	-,186"	,048"	,028"	,208"	1	-,090"	,022"	,018	
tupos_perioxhs		,015	,159"	-,173"	-,229"	,016	-,090"	1	,062"	,034"	
vroxi		,082"	-,011	-,002	-,056"	-,056"	,022"	,062"	1	-,045"	
alles_atmosfairikes_sinthikes		,050"	-,015	-,005	-,028"	-,040"	,018	,034"	-,045"	1	

Πίνακας 12 Συσχέτιση μεταβλητών στο μοντέλο των ελαφρά τραυματιών

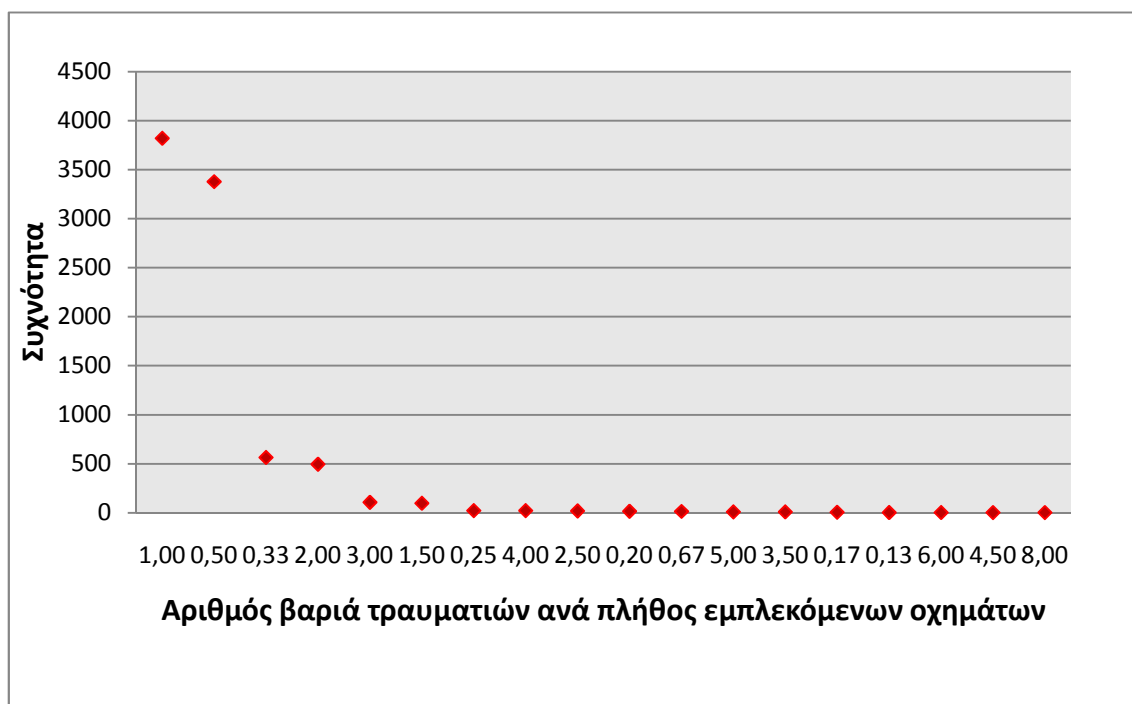
5.2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων ανά τον τύπο του οχήματος.

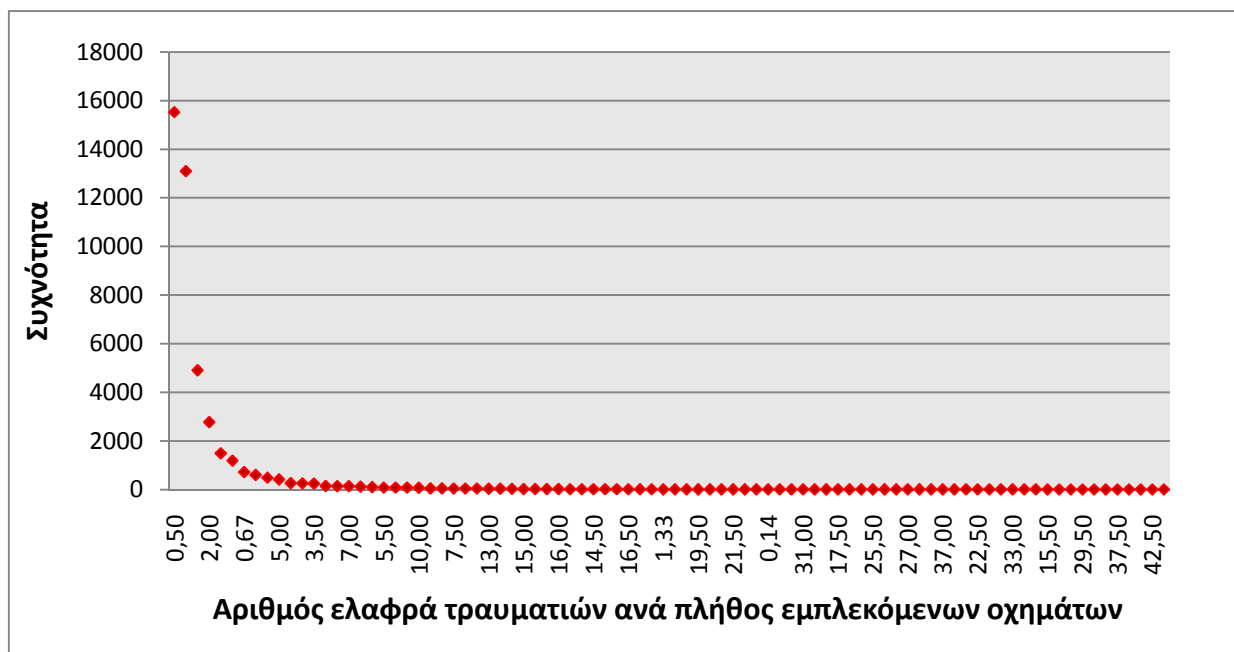
Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται ο λόγος του αριθμού των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων (n/v). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα της κατανομής, για το σύνολο των οχημάτων.



Διάγραμμα 5.1 Κατανομή συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή για το μοντέλο των νεκρών



Διάγραμμα 5.2 Κατανομή συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή για το μοντέλο των βαριά τραυματιών



Διάγραμμα 5.3 Κατανομή συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή για το μοντέλο των ελαφρά τραυματιών

5.2.4 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι οι μεταβλητές που εξετάζονται (εξαρτημένες) είναι συνεχείς και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθούν μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: `analyze → regression → linear`.

Τη μετάβαση στην επιλογή `linear` διαδέχεται ο **καθορισμός των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών**. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο `Dependent`. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές, βάσει των οποίων θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο `Independent(s)`. Προτεραιότητα, στο σημείο αυτό, δίδεται στην περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης των δεδομένων εξόδου της ανάλυσης και κατ' επέκταση του μοντέλου.

Τα δεδομένα που εξετάζονται για την **αξιολόγηση του μοντέλου** είναι :

-  ο συντελεστής R^2
-  οι συντελεστές της εξίσωσης β_i
-  οι τιμές t του στατιστικού ελέγχου t -test και
-  το σφάλμα της εξίσωσης

♦ Ο **συντελεστής R^2** καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, για τον οποίο έγινε αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι, ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι, δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη **μεγαλύτερη** τιμή του R^2 . Σε μοντέλα με πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές ελέγχεται και το διορθωμένο R^2 ($\text{adjusted } R^2$), καθώς στην περίπτωση αυτή, η τιμή του διαφέρει σημαντικά από εκείνη του R^2 .

♦ Όσον αφορά στους **συντελεστές β_i των μεταβλητών**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας τόσο των προσήμων, όσο και των τιμών τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό

πρόσχημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Βάσει της φυσικής έννοιας της τιμής του συντελεστή, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β μονάδες.

♦ Στη συνέχεια αξιολογείται η **στατιστική εμπιστοσύνη** του μοντέλου, μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο t της κατανομής student). Με το δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών. Καθορίζεται, δηλαδή, ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο.

Ο συντελεστής t ορίζεται από τη σχέση:

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

όπου, s.e : τυπικό σφάλμα (standard error)

Από την ανωτέρω σχέση παρατηρείται ότι, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα αυξάνεται ο συντελεστής t_{stat} . Όπως προαναφέρθηκε στο θεωρητικό υπόβαθρο, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα.

Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μια κρίσιμη τιμή του t (t^*). Έτσι για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι $t^* = 1,7$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του t είναι μικρότερες από 1,7 δεν συμπεριλαμβάνονται στην επόμενη δοκιμή για τη διαμόρφωση του μοντέλου.

♦ Από την αξιολόγηση ενός μοντέλου δε θα πρέπει να παραλείπεται ο **έλεγχος του σφάλματος**. Σε κάθε εξίσωση υπάρχει ο προσθετέος ε , που ονομάζεται σφάλμα της εξίσωσης.

Το σφάλμα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- να ακολουθεί κανονική κατανομή,
- να έχει μηδενική αυτοσυσχέτιση $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \forall i \neq j$,
- να έχει σταθερή διασπορά, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 = c$ και
- να έχει μηδενικό μέσο όρο ($\mu=0$)

Η ισχύς των προϋποθέσεων αυτών ελέγχονται μέσω της ακολουθίας εντολών:
`analyze → regression → linear → plot` του στατιστικού λογισμικού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητική προσαρμογή. Όμως θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο η καμπύλη συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής να μην παρουσιάζει σταθερή κλίση σε όλα τα τμήματά της και για τον λόγο αυτό εξετάστηκε η ανάπτυξη μοντέλων με τη μέθοδο της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτά περιγράφονται στη συνέχεια.

5.2.5 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφορά της από την γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο ότι εδώ ενδιαφέρει **ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής**.

Η **διαδικασία της ανάλυσης** είναι ακριβώς η ίδια με εκείνη που ακολουθήθηκε προηγουμένως για τη γραμμική παλινδρόμηση (analyze → regression → linear), με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί, ως εξαρτημένη μεταβλητή, **ο λογάριθμος του λόγου του αριθμού των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων**.

■ Τα **τελικά αποτελέσματα** που πραγματοποιήθηκαν, παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν αρχικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια **με κατάλληλες προσθαφαιρέσεις** απορρίπτονταν όσες δεν πληρούσαν το κριτήριο του **συντελεστή t** για το επίπεδο εμπιστοσύνης που χρησιμοποιήθηκε, επιδιώκοντας παράλληλα και όσο το δυνατόν μεγαλύτερο συντελεστή προσαρμογής του μοντέλου (R^2). Έτσι έγιναν αρκετές **δοκιμές** και εξετάστηκαν πολλές μεταβλητές πριν αναπτυχθούν τα τελικά στατιστικά μοντέλα.

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της επιρροής του τύπου οχήματος στην σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν πέντε στατιστικές αναλύσεις, για κάθε τύπο οχήματος ξεχωριστά. Σε κάθε στατιστική ανάλυση θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών για τις περιπτώσεις που το όχημα είναι επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο από 50cc και πάνω. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο για κάθε περίπτωση και να ερευνηθεί αν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του οχήματος.

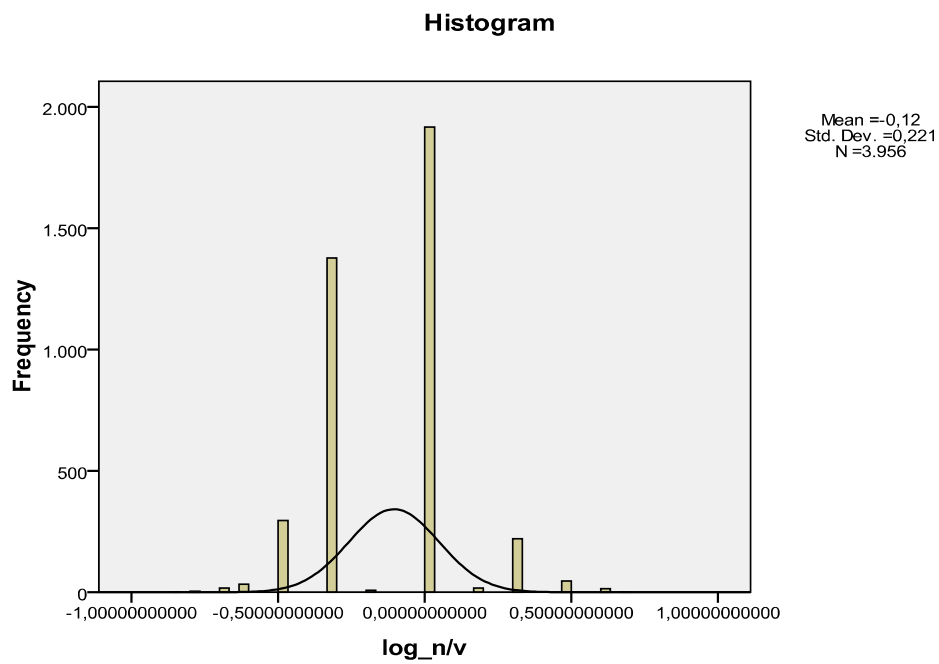
► ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,712 ^a	,506	,506	,155	,506	578,774	7	3948	,000

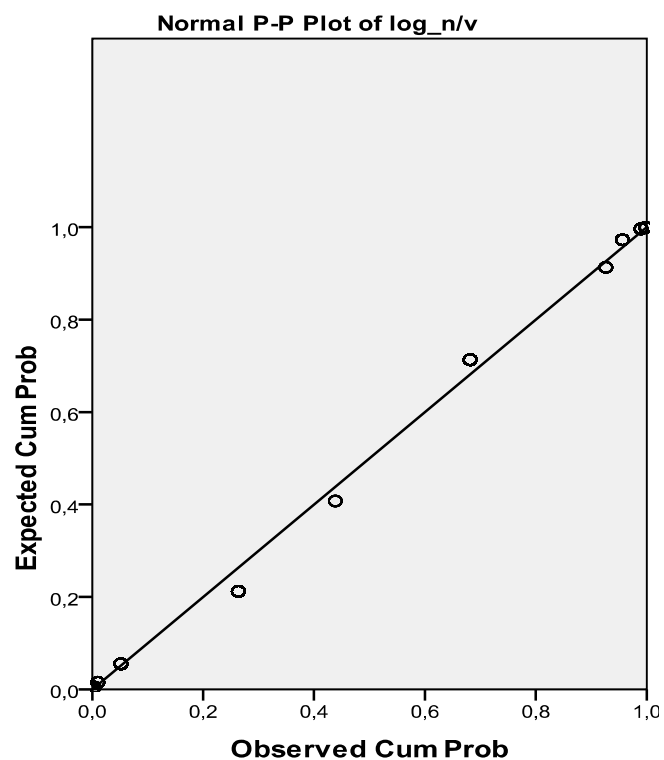
a. Predictors: (Constant), ilikia, vroxi, nwtometopiki_sigkrousi , plagia_sigkrousi , ektropi_apo_odo , parasursh_pezou , proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma
b. Dependent Variable: log_n/v

Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,451	,028		15,944	,000	,396	,507					
	vroxi	,044	,007	,073	6,516	,000	,031	,058	,108	,103	,073	,995	1,005
	nwtometopiki_sigkrousi	,077	,012	,074	6,446	,000	,054	,101	,228	,102	,072	,938	1,066
	parasursh_pezou	-,335	,008	-,517	-41,928	,000	-,351	-,319	-,324	-,555	-,469	,823	1,215
	plagia_sigkrousi	,074	,016	,053	4,654	,000	,043	,106	,162	,074	,052	,964	1,038
	proskrousi_se_stathmeu meno_oxhma	-,272	,007	-,490	-39,713	,000	-,286	-,259	-,282	-,534	-,444	,822	1,217
	ektropi_apo_odo	-,291	,007	-,521	-42,337	,000	-,305	-,278	-,320	-,559	-,473	,826	1,211
	ilikia	,000	,000	-,034	-2,900	,004	-,001	,000	-,026	-,046	-,032	,904	1,107
a. Dependent Variable: log n/v													

Πίνακας 13 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι επιβατικό



Διάγραμμα 5.4 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι επιβατικό



Διάγραμμα 5.5 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι επιβατικό

► ΦΟΡΤΗΓΟ

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,807 ^a	,651	,647	0,108	,651	166,264	7	625	,000

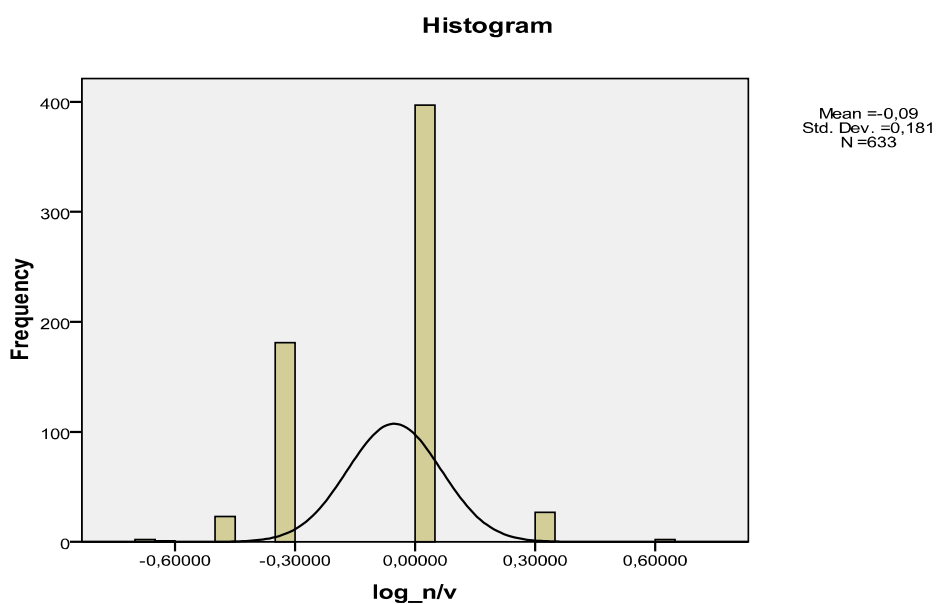
a. Predictors: (Constant), ilikia, metopiki_sigkrousi , vroxi, nwtometopiki_sigkrousi , plagia_sigkrousi , plagiometopiki_sigkrousi , proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma

b. Dependent Variable: log_n/v

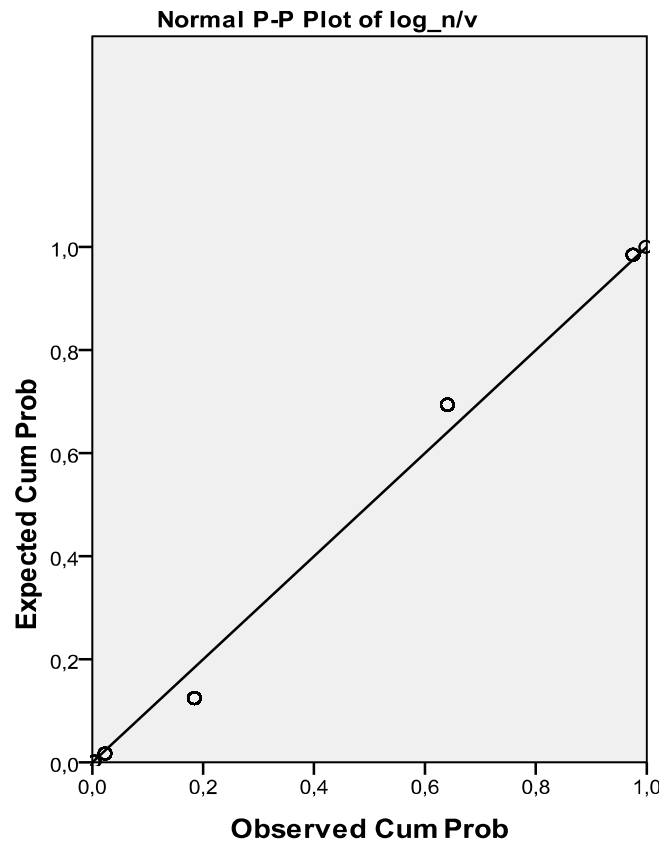
Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-,372	,060		-22,971	,000	-,489	-,254					
	vroxi	,030	,015	,049	2,039	,042	,001	,058	,116	,081	,048	,984	1,017
	metopiki_sigkrousi	,317	,015	,527	21,699	,000	,288	,345	,394	,655	,513	,949	1,053
	nwtometopiki_sigkrousi	,335	,023	,346	14,436	,000	,289	,380	,249	,500	,341	,976	1,025
	plagiometopiki_sigkrousi	,340	,013	,648	26,396	,000	,314	,365	,525	,726	,624	,928	1,077
	plagia_sigkrousi	,257	,045	,137	5,751	,000	,169	,344	,086	,224	,136	,984	1,016
	proskrousi_se_stathmeu	,084	,014	,152	6,159	,000	,057	,111	-,032	,239	,146	,923	1,084
	meno_oxhma												
	ilikia	,000	,000	,059	2,471	,014	,000	,001	,082	,098	,058	,965	1,036

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 14 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι φορτηγό



Διάγραμμα 5.6 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι φορτηγό



Διάγραμμα 5.7 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι φορτηγό

► **ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,857 ^a	,734	,709	,118	,734	29,026	4	42	,000

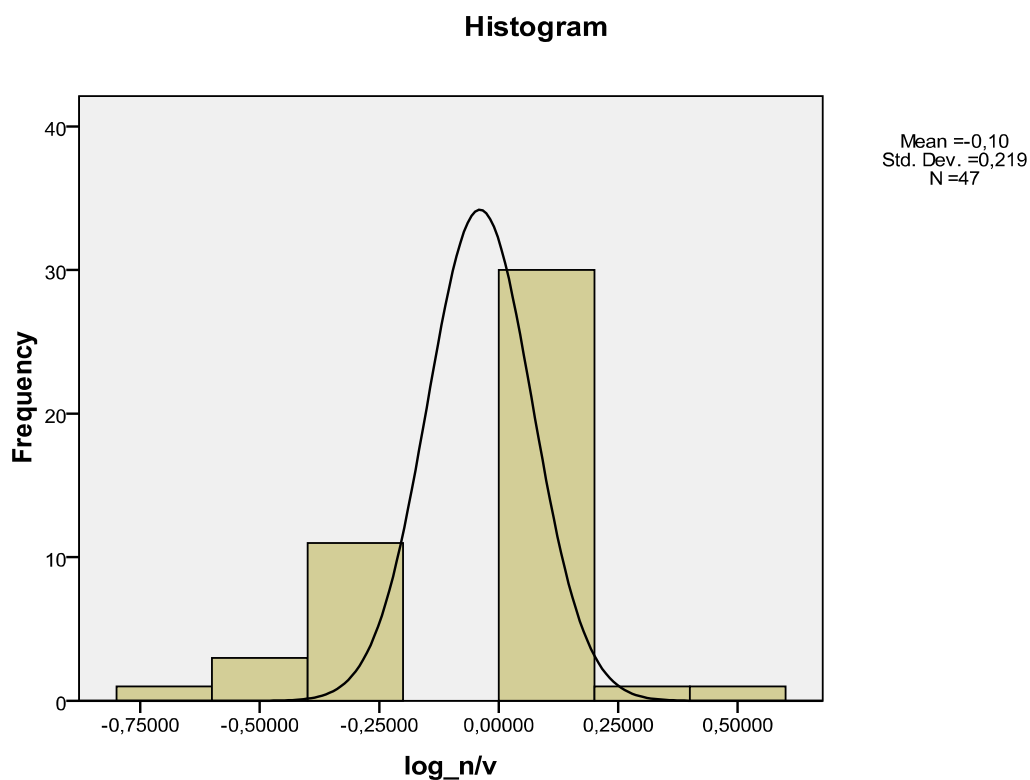
a. Predictors: (Constant), ilikia, metopiki_sigkrousi , nwtometopiki_sigkrousi , plagiometopiki_sigkrousi

b. Dependent Variable: log_n/v

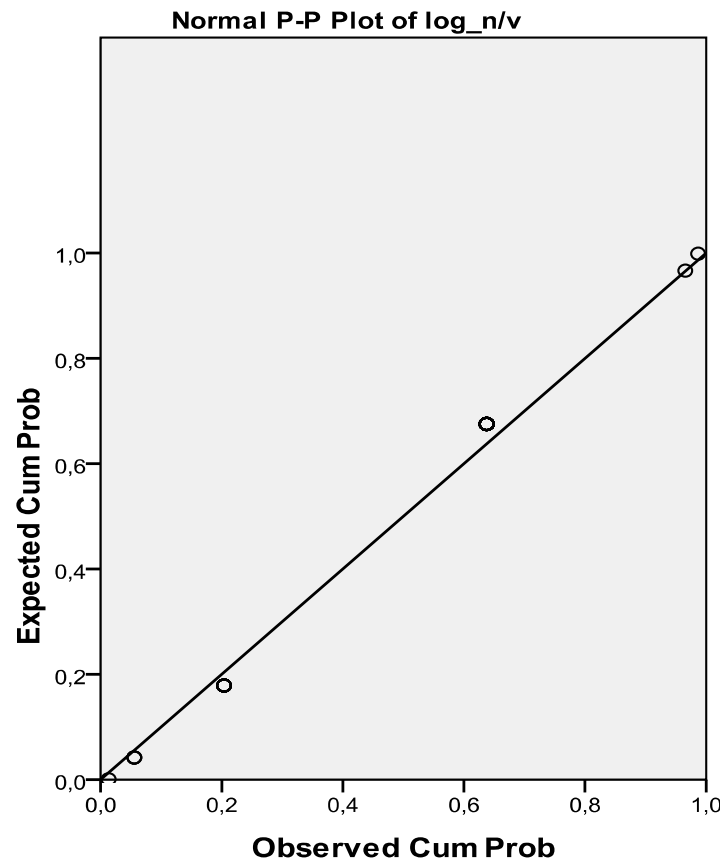
Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,160	,108		-10,746	,000	-1,378	-,942					
	metopiki_sigkrousi	,348	,073	,393	4,784	,000	,201	,495	,243	,594	,380	,939	1,065
	nwtometopiki_sigkrousi	,382	,055	,589	6,932	,000	,271	,493	,408	,731	,551	,878	1,140
	plagiometopiki_sigkrousi	,558	,067	,794	8,304	,000	,423	,694	,585	,788	,660	,691	1,447
	ilikia	-,002	,001	-,200	-2,074	,044	-,004	,000	,328	-,305	-,165	,677	1,476

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 15 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι λεωφορείο



Διάγραμμα 5.8 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι λεωφορείο



Διάγραμμα 5.9 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι λεωφορείο

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,906 ^a	,822	,817	,071	,822	167,900	7	255	,000

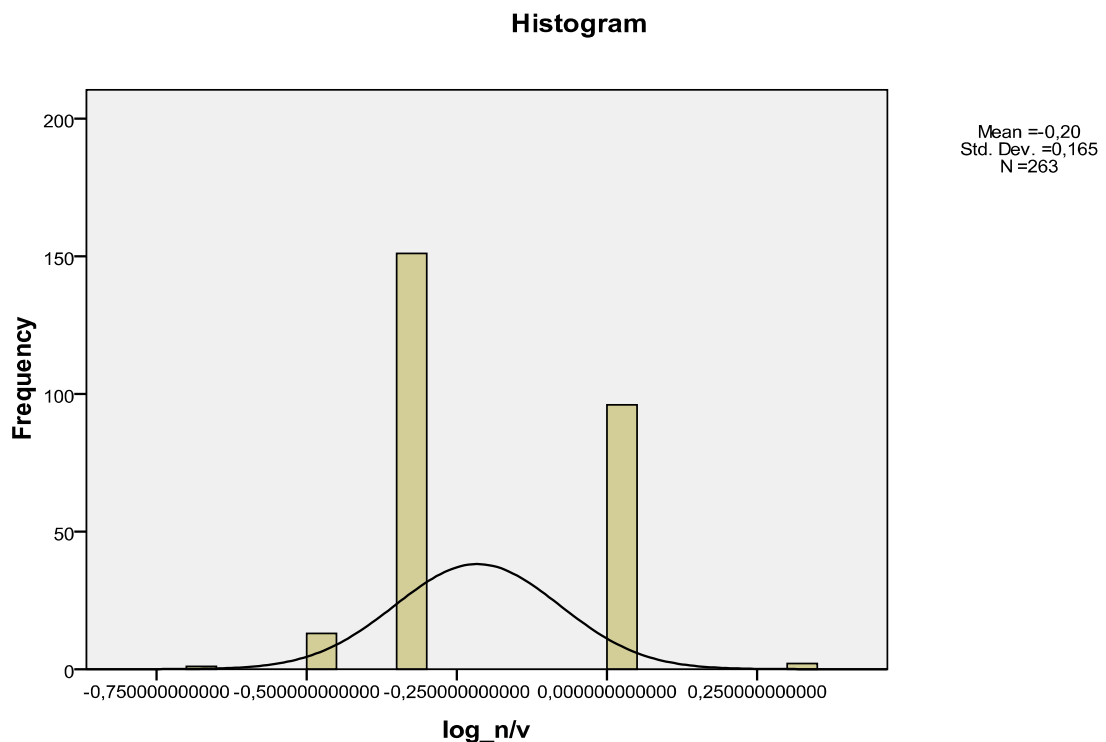
a. Predictors: (Constant), ilikia, plagiometopiki_sigkrousi , plagia_sigkrousi , allos_typos_atuxhmatos , metopiki_sigkrousi , nwtometopiki_sigkrousi , nyxta

b. Dependent Variable: log_n/v

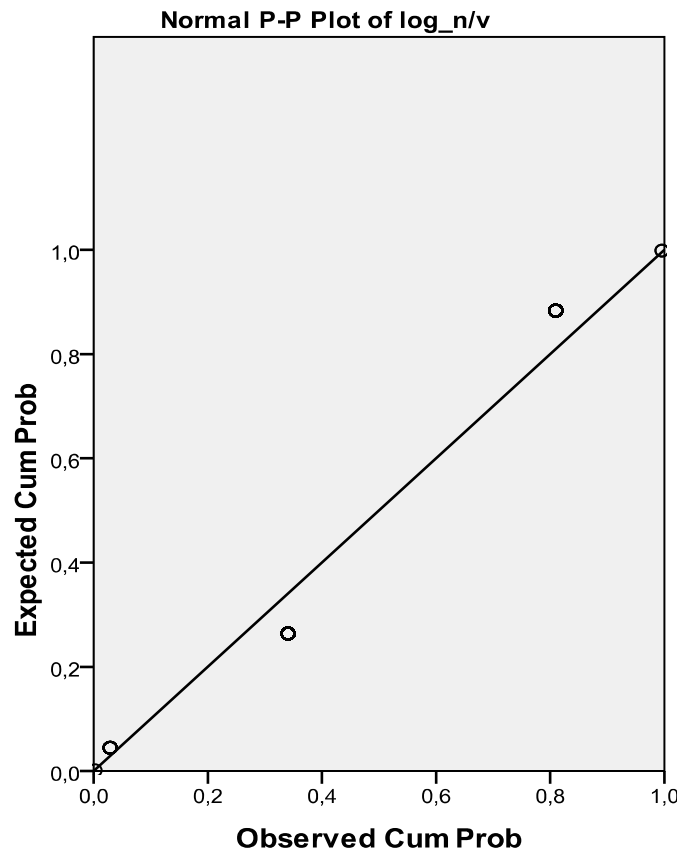
Coefficients ^a												
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence		Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,314	,046	-28,336	,000	-1,405	-1,223					
	nyxta	-,019	,010	-,055	-1,833	,068	-,039	-,246	-,114	-,048	,764	1,309
	metopiki_sigkrousi	,304	,016	,570	19,412	,000	,273	,232	,772	,513	,811	1,232
	nwtometopiki_sigkrousi	,320	,015	,643	21,656	,000	,291	,277	,805	,573	,792	1,262
	plagiometopiki_sigkrousi	,302	,012	,855	25,745	,000	,279	,325	,465	,850	,681	1,578
	plagia_sigkrousi	,339	,019	,507	17,403	,000	,301	,237	,737	,460	,824	1,213
	allos_typos_atuxhmatos	,039	,016	,070	2,401	,017	,007	-,316	,149	,063	,824	1,213
	ilikia	,000	,000	,054	1,895	,059	,000	,045	,118	,050	,876	1,142

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 16 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc



Διάγραμμα 5.10 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc



Διάγραμμα 5.11 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc

► **ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ**

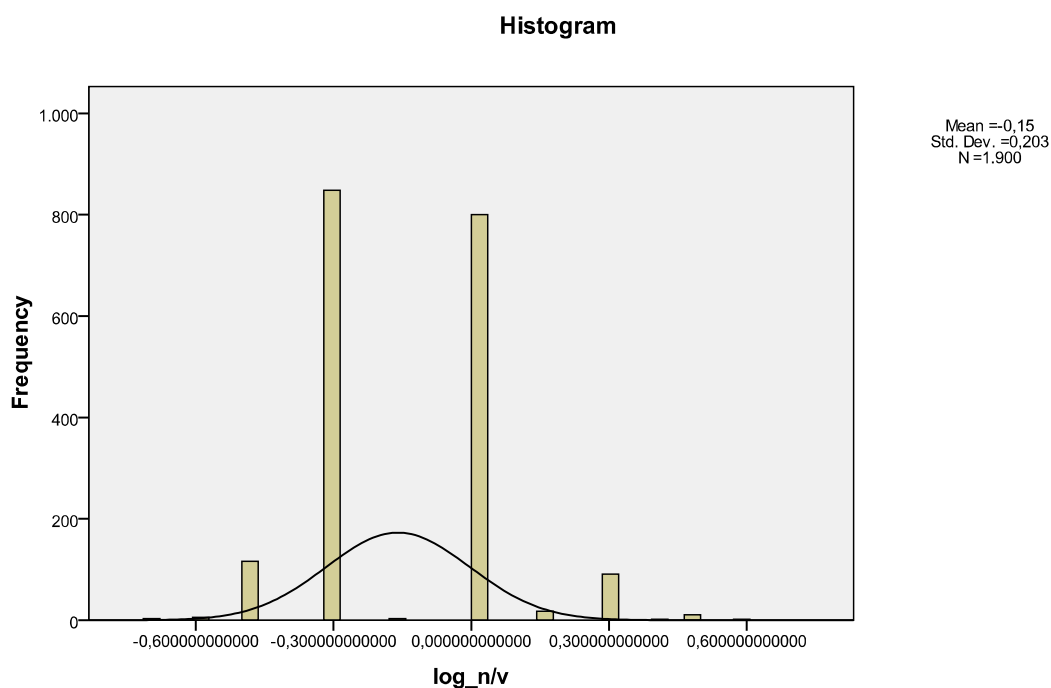
Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,713 ^a	,509	,507	,143	,509	279,746	7	1892	,000
a. Predictors: (Constant), ilikia, plagiometopiki_sigkrousi , vroxi, plagia_sigkrousi , nwtometopiki_sigkrousi , metopiki_sigkrousi , proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma									
b. Dependent Variable: log_n/v									

Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,276	,036		-35,337	,000	-1,347	-1,205					
	vroxi	,063	,017	,060	3,694	,000	,029	,096	,020	,085	,060	,992	1,008
	metopiki_sigkrousi	,304	,012	,468	26,294	,000	,281	,327	,254	,517	,424	,818	1,222
	nwtometopiki_sigkrousi	,322	,012	,456	25,986	,000	,297	,346	,253	,513	,419	,845	1,184
	plagiometopiki_sigkrousi	,270	,009	,570	30,406	,000	,252	,287	,313	,573	,490	,740	1,351
	plagia_sigkrousi	,328	,013	,435	25,042	,000	,302	,353	,243	,499	,404	,861	1,161
	proskrousi_se_stathmeu meno_oxhma	,018	,010	,033	1,777	,076	-,002	,038	-,302	,041	,029	,764	1,308
	ilikia	,000	,000	-,036	-2,201	,028	-,001	,000	,022	-,051	-,035	,958	1,044

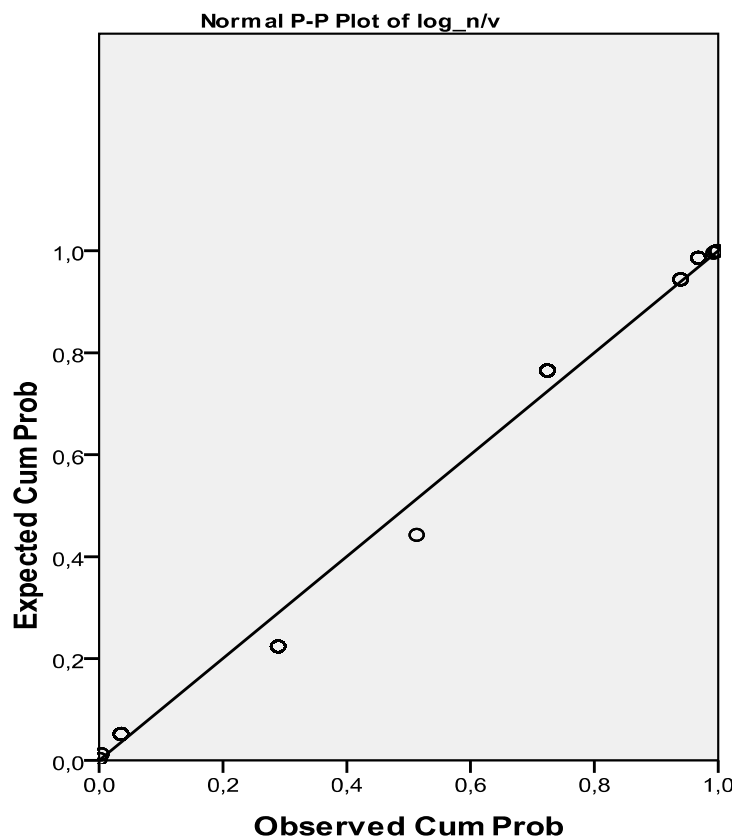
a. Dependent Variable: log n/v

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 17 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό νεκρών όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω



Διάγραμμα 5.12 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω



Διάγραμμα 5.13 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Στα μοντέλα που μελετήθηκαν για επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο από 50cc και πάνω, ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** βρέθηκε ίσος με 0.506, 0.651, 0.734, 0.822 και 0.509 αντίστοιχα.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν και στα πέντε μοντέλα έχουν **συντελεστή t** μεγαλύτερο από 1.7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα πέντε μοντέλα.
- Οι μεταβλητές «μετωπική», «πλαγιομετωπική» και «πλάγια σύγκρουση» εμπεριέχονται σε τέσσερα από τα πέντε μοντέλα, ενώ η «νωτομετωπική σύγκρουση» εμπεριέχεται σε όλα.

5.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα τελικά μοντέλα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται **οι μαθηματικές σχέσεις** που αναπτύχθηκαν για κάθε τύπο οχήματος, έχοντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τον αριθμό των **νεκρών** ανά το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων (n/v).

Επισημαίνεται ότι όλα τα μοντέλα είναι στατιστικά σημαντικά όπως φαίνεται από τους σχετικούς ελέγχους (R^2). Περιλαμβάνουν έναν μεγάλο αριθμό μεταβλητών, στην πραγματικότητα όμως πρόκειται για μοντέλα με παραμέτρους όπως οι συνθήκες φωτισμού, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, ο τύπος ατυχήματος και ο τύπος χρήστη οδού, των οποίων οι τιμές είναι διακριτές, με αποτέλεσμα να έχουν εισαχθεί στο μοντέλο ως ξεχωριστή μεταβλητή η καθεμία. Επομένως, στα μοντέλα που αναπτύχθηκαν συσχετίζεται ο αριθμός των παθόντων με τις βασικές παραμέτρους των ατυχημάτων.

► ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ

Μαθηματική σχέση:

$\text{Log}_{n/v} = 0,451 + 0,044 \cdot \text{vroxh} + 0,077 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} -$
 $0,335 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,074 \cdot \text{plagia_sigkrousi} -$
 $0,272 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - 0,291 \cdot \text{ektropi_apo_odo} -$
 $0,00037 \cdot \text{ilikia}$

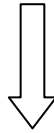


$$(n/v) = 10^{(0,451 + 0,044 \cdot \text{vroxh} + 0,077 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - 0,335 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,074 \cdot \text{plagia_sigkrousi} - 0,272 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - 0,291 \cdot \text{ektropi_apo_odo} - 0,00037 \cdot \text{ilikia})}$$

► ΦΟΡΤΗΓΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}_{n/v} = -1,372 + 0,030 \cdot \text{vroxh} + 0,0317 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,335 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,340 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ 0,257 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,084 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + \\ 0,00049 \cdot \text{ilikia}$$

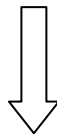


$$(n/v) = 10^{(-1,372 + 0,030 \cdot \text{vroxh} + 0,0317 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,335 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,340 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ 0,257 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,084 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + \\ 0,00049 \cdot \text{ilikia})}$$

► ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}_{n/v} = -1,160 + 0,348 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,382 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,558 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} - \\ 0,002 \cdot \text{ilikia}$$

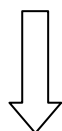


$$(n/v) = 10^{(-1,160 + 0,348 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + 0,382 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + \\ 0,558 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} - 0,002 \cdot \text{ilikia})}$$

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc

Μαθηματική σχέση:

$$\text{Log_n/v} = -1,314 - 0,019 \cdot \text{nyxta} + 0,304 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,320 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,302 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ 0,339 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,039 \cdot \text{allos_typos_atuxhmatos} + 0,0004 \cdot \text{ilikia}$$

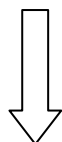


$$(n/v) = 10^{(-1,314 - 0,019 \cdot \text{nyxta} + 0,304 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,320 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,302 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ 0,339 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,039 \cdot \text{allos_typos_atuxhmatos} + 0,0004 \cdot \text{ilikia})}$$

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ

Μαθηματική σχέση:

$$\text{Log_n/v} = -1,276 + 0,063 \cdot \text{vroxh} + 0,304 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,322 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,270 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ 0,328 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,018 \cdot \text{proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma} + \\ 0,0004 \cdot \text{ilikia}$$



$$(n/v) = 10^{(-1,276 + 0,063 \cdot \text{vroxh} + 0,304 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,322 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,270 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ 0,328 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,018 \cdot \text{proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma} + \\ 0,0004 \cdot \text{ilikia})}$$

♦ Στα παραπάνω μοντέλα που αναπτύχθηκαν, ιδιαίτερη σημασία έχουν τα πρόσημα και οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμπεριλήφθηκαν σε αυτά. Το θετικό πρόσημο σημαίνει ότι η αύξηση της τιμής της εκάστοτε μεταβλητής συνεπάγεται την αύξηση του αριθμού των νεκρών ανά το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή), ενώ το αρνητικό πρόσημο την μείωσή του αντίστοιχα. Τέλος, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής μιας ανεξάρτητης μεταβλητής τόσο μεγαλώνει και ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ για μικρότερο συντελεστή έχουμε και μικρότερο ρυθμό μεταβολής της τιμής της.

5.3.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε ενός από τα παραπάνω μοντέλα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στις μαθηματικές σχέσεις των μοντέλων εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της **σχετικής επιρροής**. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η ελαστικότητα είναι ένα αδιάστατο μέγεθος, που σε αντίθεση με τους συντελεστές των μεταβλητών των μοντέλων, δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Σε συνδυασμό με το πρόσημο των συντελεστών, είναι πιθανό να προσδιοριστεί αν η αύξηση κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων, που αναπτύχθηκαν, υπολογίστηκε σύμφωνα με την σχέση:

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

Ο προσδιορισμός της σχετικής επιρροής κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής, αποδείχθηκε η πιο απλή και κατάλληλη τεχνική, ικανή να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, αλλά και να καταστήσει εφικτή τη σύγκριση μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη

της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση $ei = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$, όπου β_i ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, X_i η τιμή της και Y_i η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η έννοια της επιρροής έχει νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές και όχι για διακριτές μεταβλητές, αλλά στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, υπολογίστηκε η σχετική επιρροή μόνο **για τις διακριτές μεταβλητές** ως μια θεωρητική έννοια, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί θεωρητικά μια σύγκριση μεταξύ των μεταβλητών του εκάστοτε μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΝΕΚΡΟΙ									
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 50cc	
	β_i	Σχετική επιρροή ei^*	β_i	Σχετική επιρροή ei^*	β_i	Σχετική επιρροή ei^*	β_i	Σχετική επιρροή ei^*	β_i	Σχετική επιρροή ei^*
Σταθερά	0,451	-	-1,372	-	-1,160	-	-1,314	-	-1,276	-
Τύπος περιοχής										
Νύχτα							-0,019	-1,00		
Βροχή	0,044	1,00	0,030	1,00					0,063	3,96
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες										
Μετωπική σύγκρουση			0,317	10,43	0,348	1,01	0,304	23,58	0,304	17,54
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,077	1,92	0,335	11,90	0,382	1,00	0,32	23,78	0,322	18,99
Παράσυρση πεζού	-0,335	-8,32								
Πλαγιομετωπική σύγκρουση			0,340	10,65	0,558	1,48	0,302	17,05	0,270	13,15
Πλάγια σύγκρουση	0,074	1,92	0,257	9,42			0,339	27,08	0,328	19,62
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα	-0,272	-6,38	0,084	2,74					0,018	1,00
Εκτροπή από οδό	-0,291	-6,87								
Άλλος τύπος ατυχήματος							0,039	3,06		
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας										
Επιβάτης										
Ηλικία	-0,0004	-	0,0005	-	-0,002	-	0,0004	-	-0,0004	-

Πίνακας 18 Σχετική επιρροή μεταβλητών στα μοντέλα των νεκρών

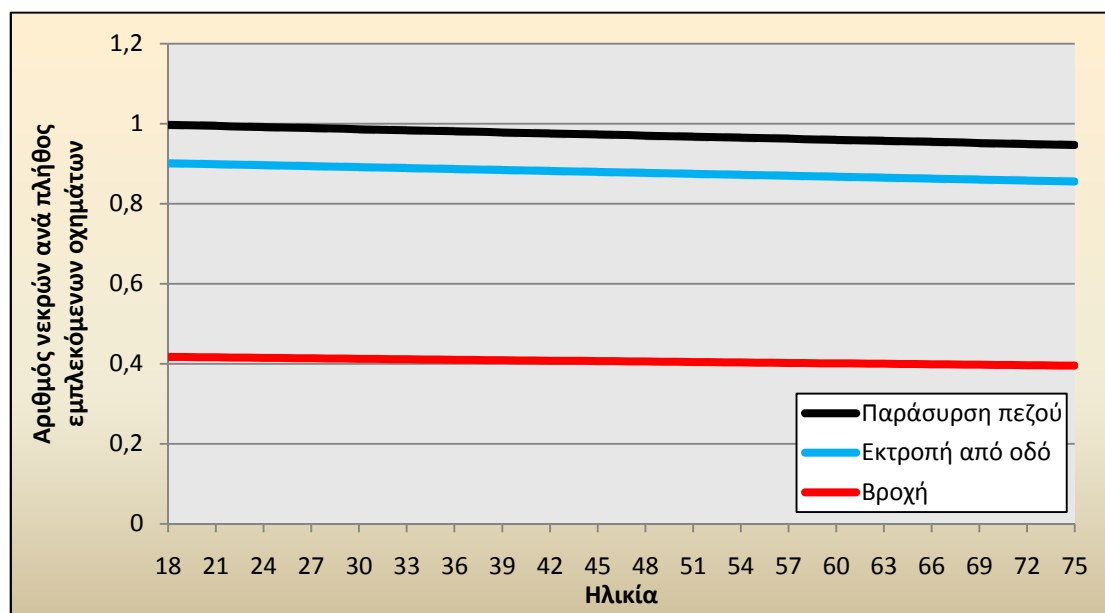
Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη **ei^*** δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Γενικά συμπεράσματα

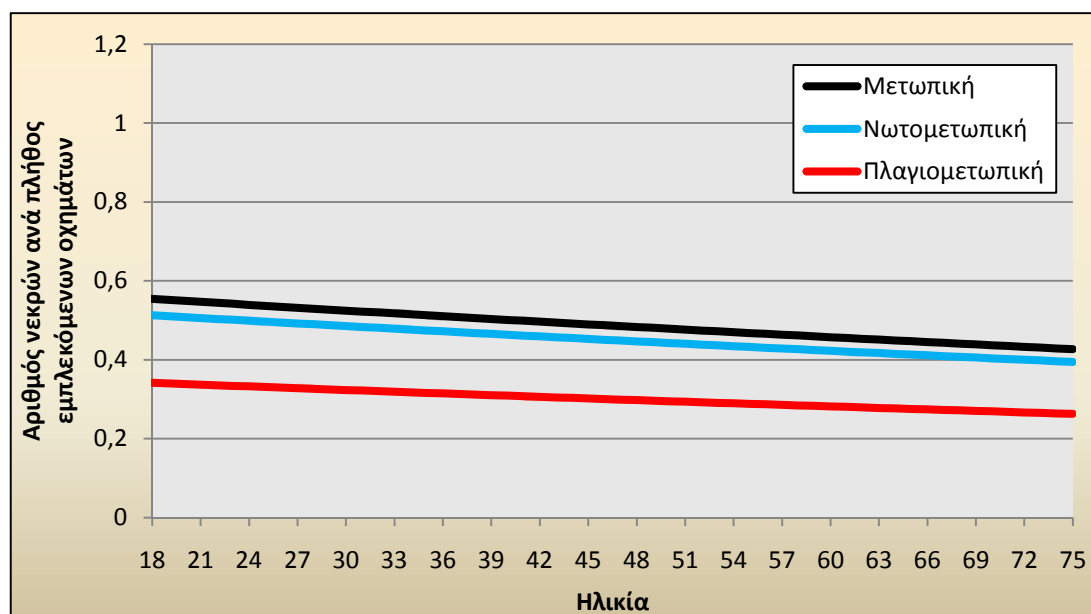
- Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή εμφανίζει η μεταβλητή «παράσυρση πεζού» και μάλιστα 8 φορές μεγαλύτερη από την επιρροή της μεταβλητής «βροχή» που αποτελεί και τη μικρότερη επιρροή μεταξύ των υπολοίπων. Ακολουθούν οι μεταβλητές «εκτροπή από οδό» και «πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα» με σημαντική επιρροή.
- Η μεταβλητή «βροχή» έχει την μικρότερη επιρροή και όταν ο τύπος του οχήματος είναι το **φορτηγό**. Τη μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η «νωτομετωπική σύγκρουση» (12 φορές μεγαλύτερη) ενώ και οι μεταβλητές «μετωπική» και «πλαγιομετωπική σύγκρουση» επηρεάζουν εξίσου την εξαρτημένη μεταβλητή.
- Στα **δίκυκλα μέχρι 49cc** και στα **δίκυκλα από 50cc και πάνω**, τη μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η «πλάγια σύγκρουση», υπερτερώντας κατά 27 φορές από την αντίστοιχη της μεταβλητής «νύχτα» (μικρότερη επιρροή) στα **δίκυκλά μέχρι 49cc** και 20 φορές από εκείνη της μεταβλητής «πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα» (μικρότερη επιρροή) στα **δίκυκλα από 50cc και πάνω**. Σημαντικά φαίνεται να επηρεάζουν και οι μεταβλητές «μετωπική» και «νωτομετωπική σύγκρουση» και για τις δύο κατηγορίες δικύκλων.
- Τέλος, στην κατηγορία του **λεωφορείου**, καμιά μεταβλητή δεν φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς την επιρροή της στην εξαρτημένη μεταβλητή, με την «πλαγιομετωπική σύγκρουση» να επηρεάζει 1,5 φορές περισσότερο από τις υπόλοιπες.

5.3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο παρόν εδάφιο, παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της επιρροής κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμός νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων), ενώ παράλληλα γίνεται αναφορά και σε ορισμένα γενικά συμπεράσματα.

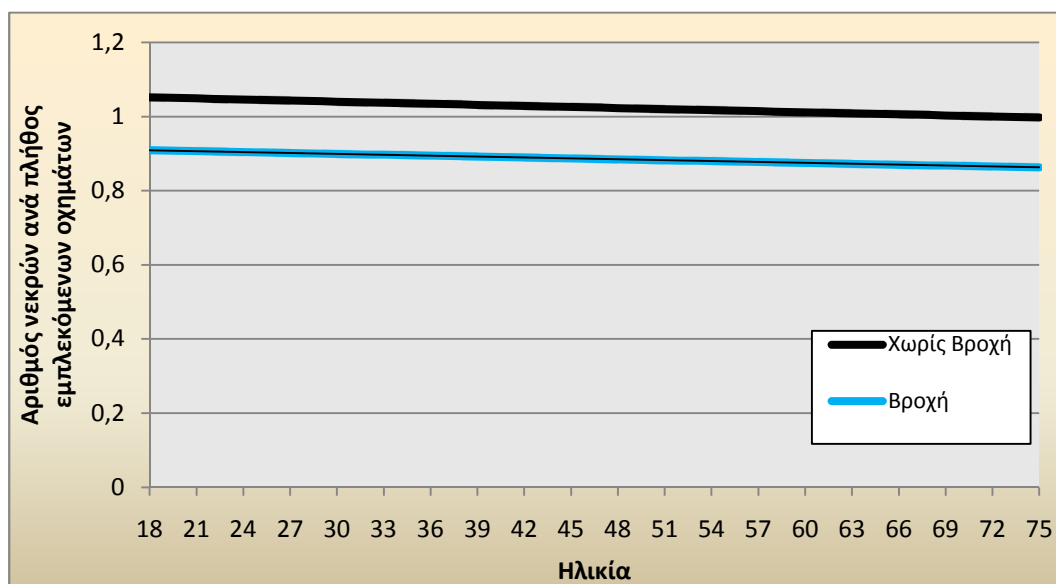
► Τύπος οχήματος : **ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ**

Διάγραμμα 5.14 Συσχέτιση αριθμού νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος και τις συνθήκες βροχής

► Τύπος οχήματος : **ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ**

Διάγραμμα 5.15 Συσχέτιση αριθμού νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος

► Τύπος οχήματος : **ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ**



Διάγραμμα 5.16 Συσχέτιση αριθμού νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες

► Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα:

- Ο αριθμός των νεκρών ανά εμπλεκόμενο όχημα μειώνεται, όσο αυξάνεται η ηλικία, για όλους τους τύπους οχήματος.
- Ο αριθμός των νεκρών ανά εμπλεκόμενο όχημα, για τα επιβατικά, μειώνεται πιο απότομα όσο αυξάνει η ηλικία για την περίπτωση ατυχήματος με παράσυρση πεζού ή εκτροπή από οδό, σε σχέση με ατύχημα υπό συνθήκες βροχής.
- Στα λεωφορεία, ο αριθμός των νεκρών ανά εμπλεκόμενο όχημα μειώνεται πιο απότομα καθώς αυξάνει η ηλικία όταν ο τύπος της σύγκρουσης είναι μετωπική ή νωτομετωπική, σε σχέση με την περίπτωση της πλαγιομετωπικής σύγκρουσης.
- Στα δίκυκλα μεγάλου κυβισμού, οι νεκροί ανά εμπλεκόμενο όχημα είναι περισσότεροι σε καιρικές συνθήκες χωρίς βροχή παρά σε συνθήκες βροχής, με τον αριθμό αυτόν να μειώνεται καθώς αυξάνει η ηλικία.

5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ

► ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,715 ^a	,511	,511	,159	,511	615,482	7	4117	,000

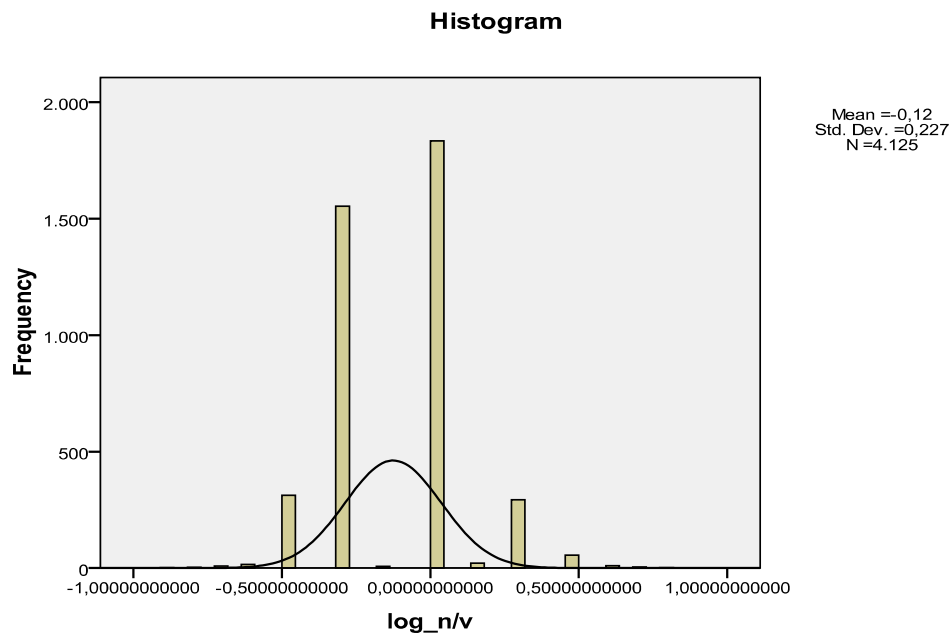
a. Predictors: (Constant), ilikia, vroxi, plagiometopiki_sigkrousi, nwtometopiki_sigkrousi, proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma, parasursh_pezou, ektropi_apo_odo

b. Dependent Variable: log_n/v

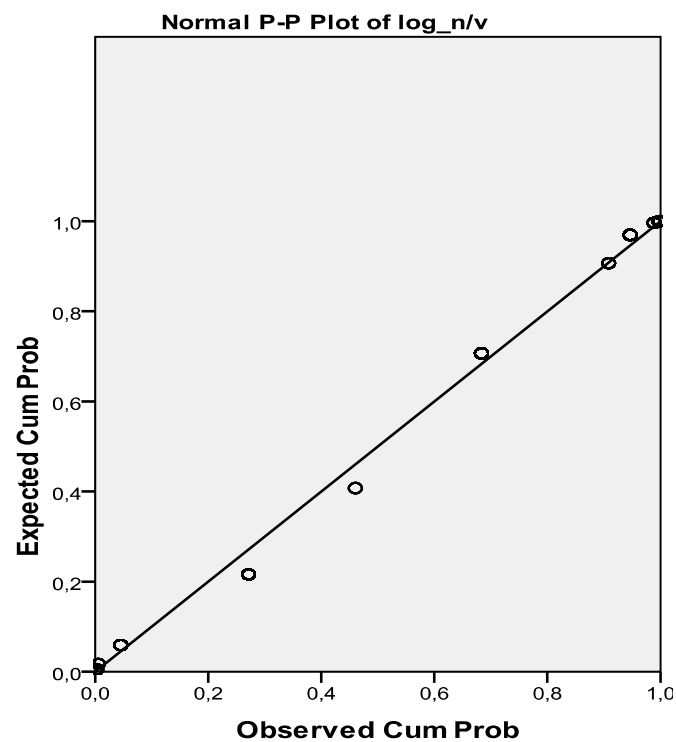
Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,477	,028		16,838	,000	,421	,533					
	vroxi	,044	,007	,068	6,229	,000	,030	,057	,089	,097	,068	,994	1,006
	nwtometopiki_sigkrousi	,087	,012	,087	7,285	,000	,064	,110	,238	,113	,079	,835	1,198
	parasursh_pezou	-,336	,008	-,536	-39,620	,000	-,353	-,320	-,366	-,525	-,432	,647	1,545
	plagiometopiki_sigkrousi	,034	,008	,063	4,502	,000	,019	,049	,409	,070	,049	,614	1,628
	proskrousi_se_stathmeumen o_oxhma	-,257	,008	-,439	-32,219	,000	-,273	-,242	-,250	-,449	-,351	,641	1,561
	ektropi_apo_odo	-,287	,008	-,490	-35,998	,000	-,302	-,271	-,311	-,489	-,392	,640	1,564
	ilikia	,000	,000	-,040	-3,534	,000	-,001	,000	-,011	-,055	-,039	,927	1,078

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 19 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι επιβατικό



Διάγραμμα 5.17 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι επιβατικό



Διάγραμμα 5.18 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι επιβατικό

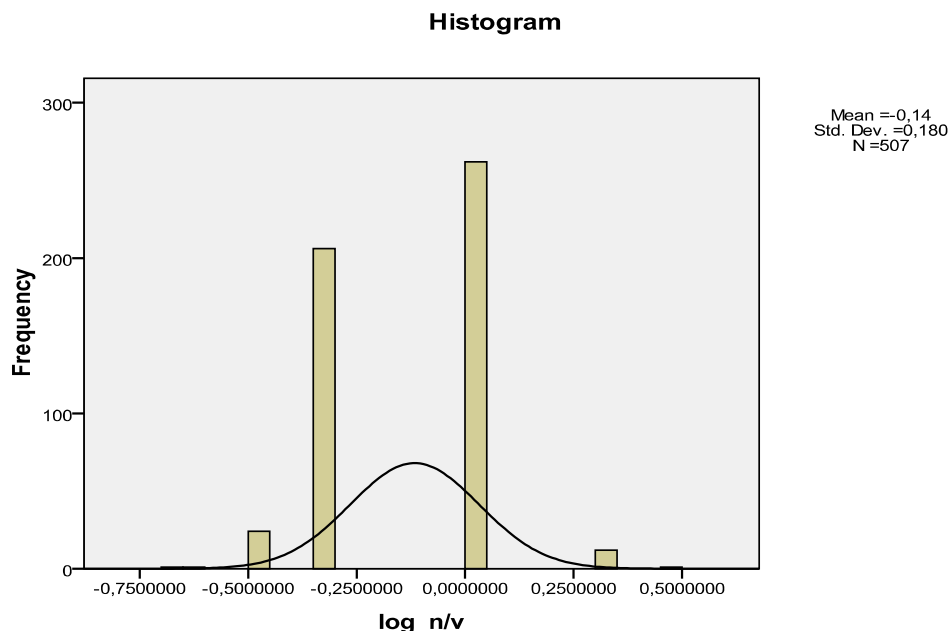
► ΦΟΡΤΗΓΟ

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,858 ^a	,737	,733	,093	,737	232,957	6	500	,000

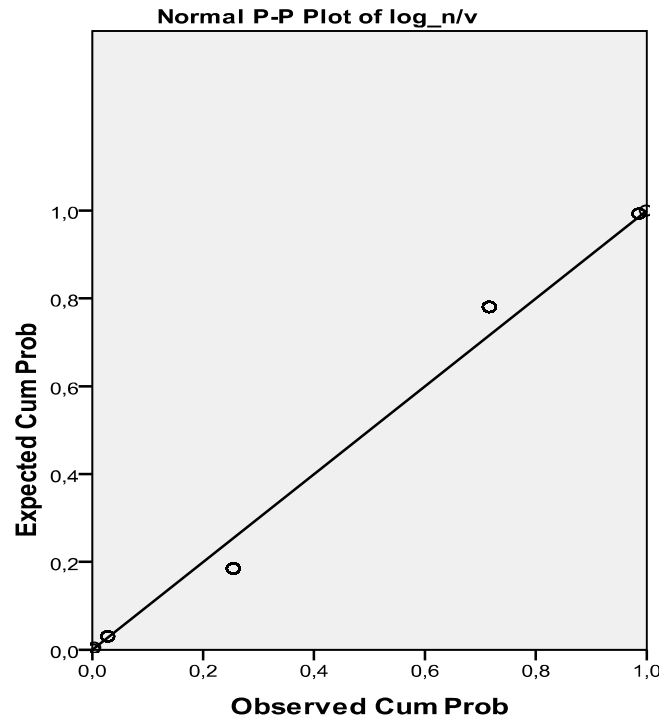
a. Predictors: (Constant), ilikia, nwtometopiki_sigkrousi, plagia_sigkrousi, metopiki_sigkrousi, proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma, plagiometopiki_sigkrousi
b. Dependent Variable: log_n/v

Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,420	,047		-30,311	,000	-1,512	-1,328					
	metopiki_sigkrousi	,334	,014	,578	23,927	,000	,307	,362	,356	,731	,549	,904	1,106
	nwtometopiki_sigkrousi	,323	,024	,313	13,411	,000	,276	,370	,173	,514	,308	,965	1,036
	plagiometopiki_sigkrousi	,322	,010	,785	31,535	,000	,302	,342	,559	,816	,724	,851	1,175
	plagia_sigkrousi	,344	,026	,313	13,414	,000	,294	,395	,183	,514	,308	,967	1,034
	proskrousi_se_stathmeumen o_oxhma	,092	,013	,167	6,879	,000	,066	,119	-,119	,294	,158	,897	1,114
	ilikia	,000	,000	,040	1,724	,085	,000	,001	-,001	,077	,040	,986	1,014
a. Dependent Variable: log n/v													

Πίνακας 20 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι φορτηγό



Διάγραμμα 5.19 Ιστογράμμο συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι φορτηγό



Διάγραμμα 5.20 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι φορτηγό

► **ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,883 ^a	,779	,764	,070	,779	52,886	5	75	,000

a. Predictors: (Constant), ilikia, nwtometopiki_sigkrousi , plagiometopiki_sigkrousi , metopiki_sigkrousi , parasursh_pezou

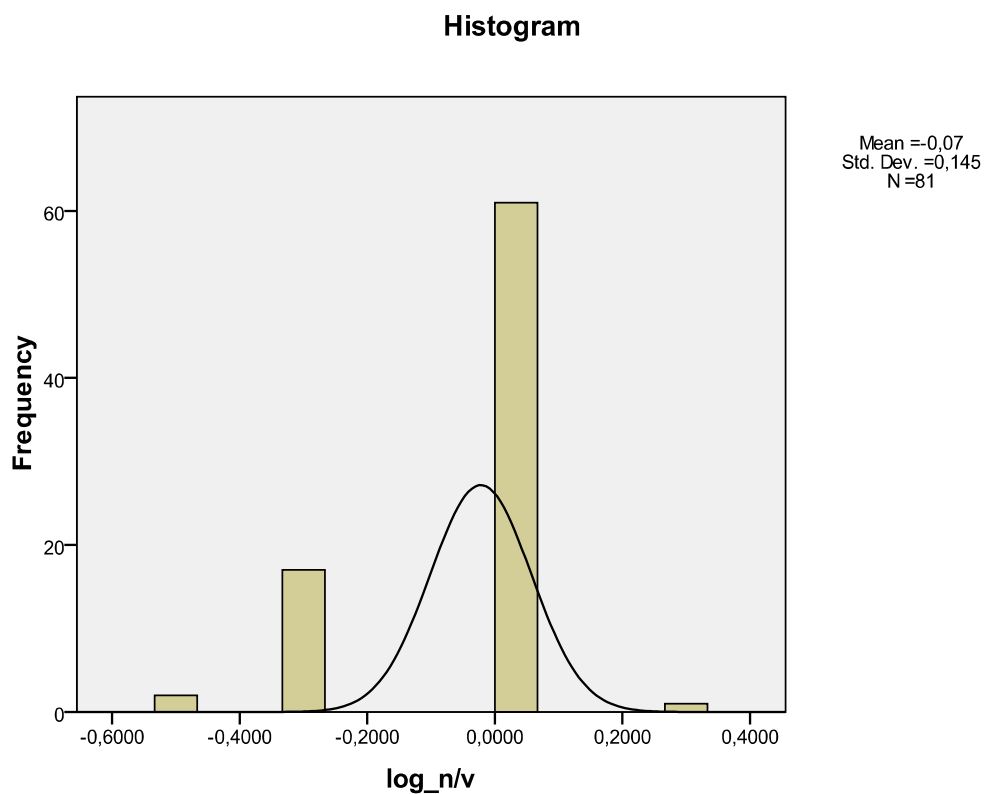
b. Dependent Variable: log_n/v

Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-,815	,074		-11,012	,000	-,962	-,667					
	metopiki_sigkrousi	,238	,032	,464	7,315	,000	,173	,302	,491	,645	,397	,732	1,367
	nwtometopiki_sigkrousi	,250	,036	,418	6,981	,000	,179	,321	,410	,628	,379	,820	1,219
	parasursh_pezou	-,050	,020	-,173	-2,537	,013	-,090	-,011	-,635	-,281	-,138	,632	1,582
	plagiometopiki_sigkrousi	,281	,036	,471	7,822	,000	,210	,353	,473	,670	,425	,813	1,229
	ilikia	,001	,000	,131	2,294	,025	,000	,002	,359	,256	,125	,905	1,105

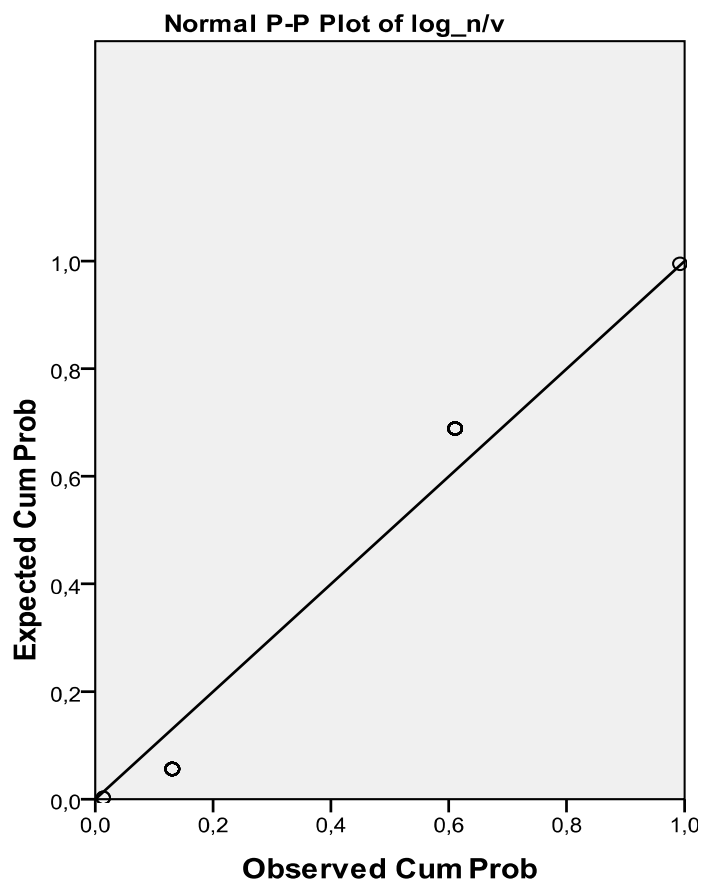
a. Dependent Variable: log_n/v

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 21 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι λεωφορείο



Διάγραμμα 5.21 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι λεωφορείο



Διάγραμμα 5.22 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι λεωφορείο

► **ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,761 ^a	,580	,575	,109	,580	113,789	6	495	,000

a. Predictors: (Constant), ilikia, plagiometopiki_sigkrousi , metopiki_sigkrousi , parasursh_pezou , allos_typos_atuxhmatos , ektropi_apo_odo

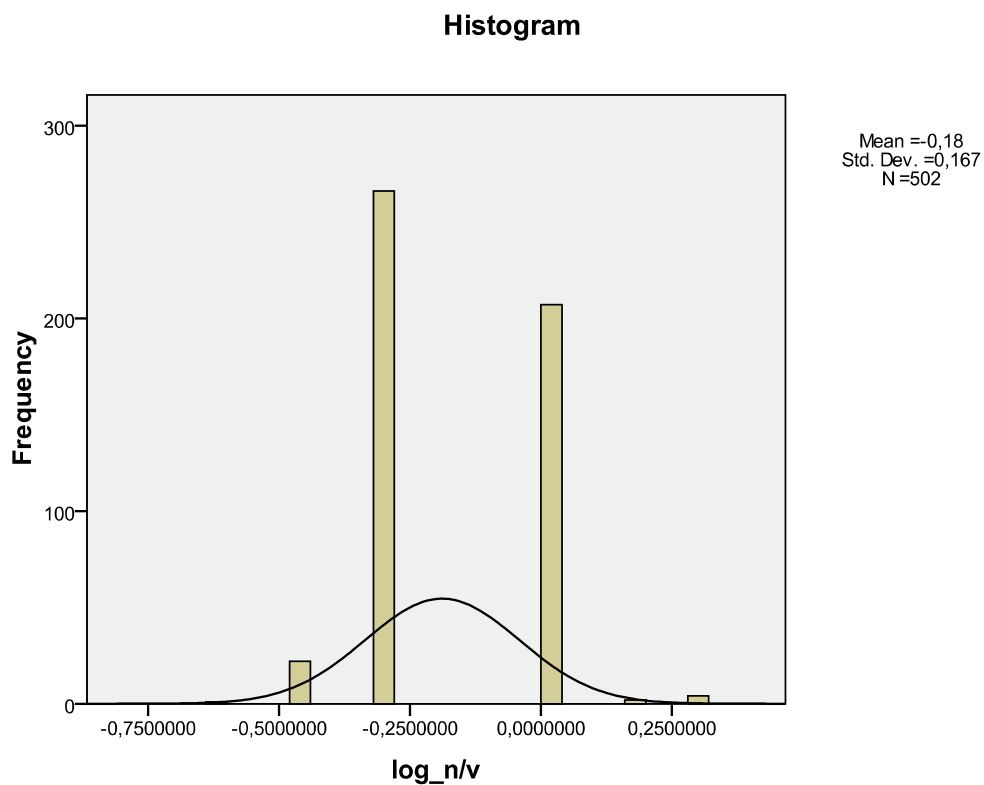
b. Dependent Variable: log_n/v

Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,287	,052		5,482	,000	,184	,390					
	metopiki_sigkrousi	,093	,018	,163	5,057	,000	,057	,129	,239	,222	,147	,815	1,227
	parasursh_pezou	-.229	,022	-.326	-10,221	,000	-.273	-.185	-.286	-.417	-.298	,835	1,198
	plagiometopiki_sigkrousi	,079	,013	,223	6,236	,000	,054	,104	,468	,270	,182	,664	1,506
	ektropi_apo_odo	-.216	,016	-.455	-13,559	,000	-.247	-.185	-.449	-.520	-.395	,755	1,325
	allos_typos_atuxhmatos	-.206	,017	-.387	-11,831	,000	-.241	-.172	-.365	-.470	-.345	,792	1,263
	ilikia	-.001	,000	-.062	-2,067	,039	-.001	,000	,039	-.092	-.060	,956	1,046

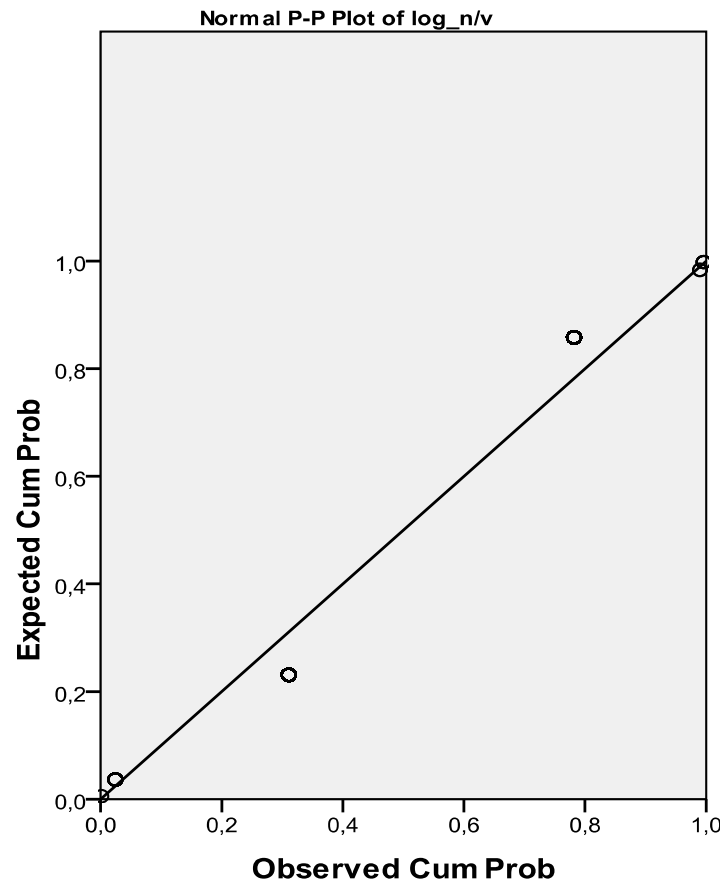
a. Dependent Variable: log_n/v

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 22 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc



Διάγραμμα 5.23 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc



Διάγραμμα 5.24 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc

► **ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,563 ^a	,317	,316	,188	,317	178,776	8	3077	,000

a. Predictors: (Constant), ilikia, vroxi, plagia_sigkrousi , nwtometopiki_sigkrousi , metopiki_sigkrousi , nyxta, proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma , plagiometopiki_sigkrousi

b. Dependent Variable: log_n/v

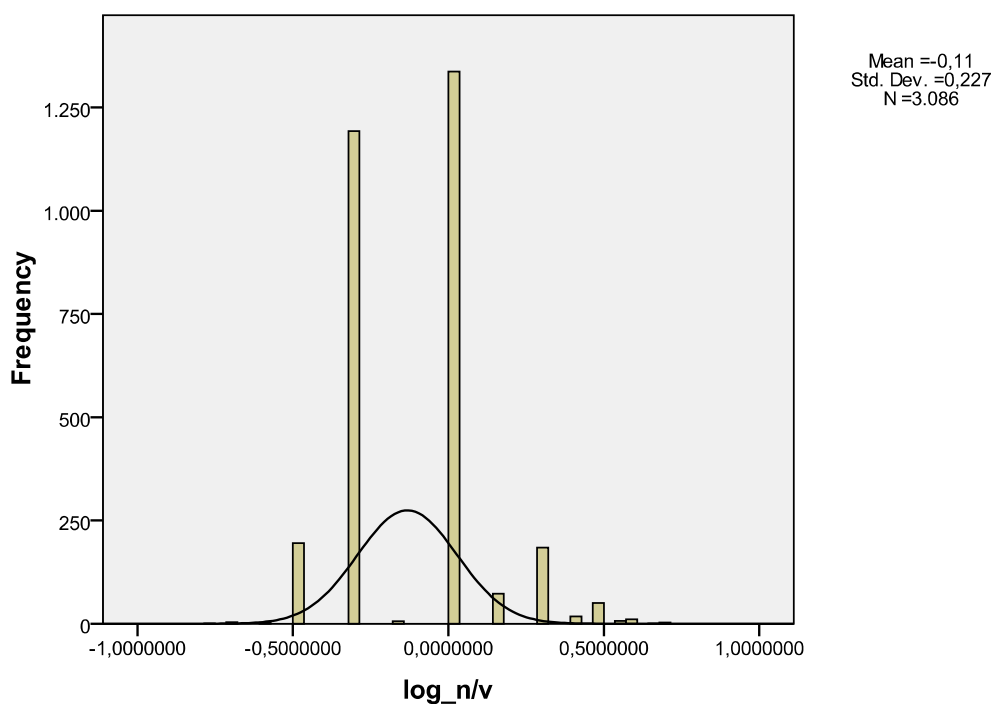
Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
Model	(Constant)	-1,250	,037		-33,861	,000	-1,323	-1,178					
1	nyxta	-,017	,007	-,038	-2,466	,014	-,031	-,004	-,081	-,044	-,037	,956	1,046
	vroxi	,093	,017	,084	5,603	,000	,061	,126	,061	,100	,083	,993	1,007
	metopiki_sigkrousi	,300	,013	,379	23,558	,000	,275	,325	,212	,391	,351	,859	1,165
	nwtometopiki_sigkrousi	,320	,014	,373	23,469	,000	,293	,347	,220	,390	,350	,880	1,137
	plagiometopiki_sigkrousi	,200	,009	,389	22,809	,000	,183	,217	,153	,380	,340	,763	1,311
	plagia_sigkrousi	,329	,013	,406	25,419	,000	,303	,354	,251	,417	,379	,869	1,151
	proskrousi_se_stathmeumen_o_oxhma	,077	,011	,115	7,004	,000	,056	,099	-,118	,125	,104	,824	1,214
	ilikia	-,001	,000	-,054	-3,487	,000	-,001	,000	,019	-,063	-,052	,938	1,066

a. Dependent Variable: log_n/v

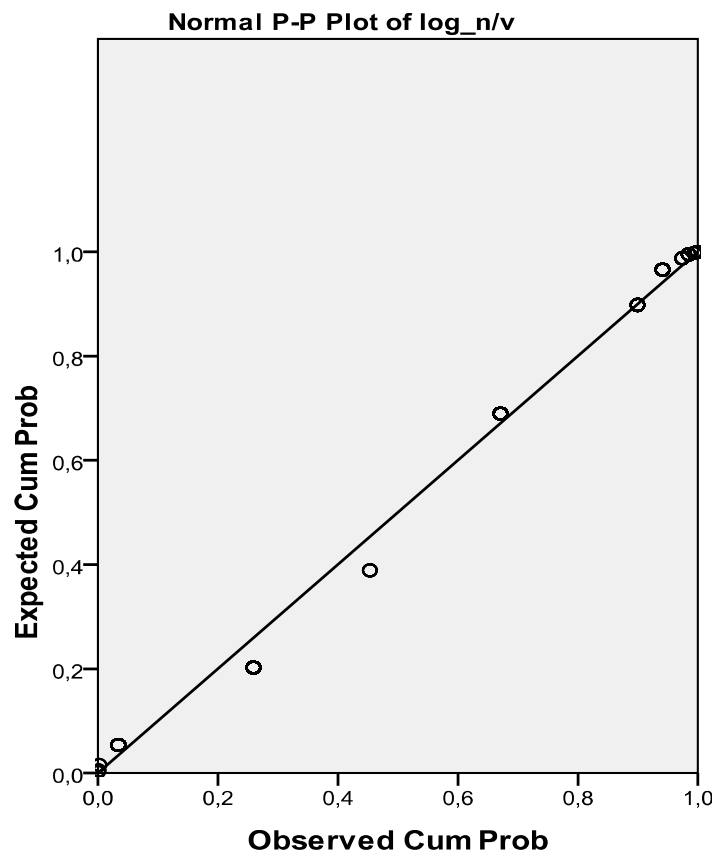
a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 23 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό βαριά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω

Histogram



Διάγραμμα 5.25 Ιστογράμμο συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω



Διάγραμμα 5.26 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

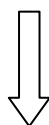
- Στα μοντέλα που μελετήθηκαν για επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο από 50cc και πάνω, ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** βρέθηκε ίσος με 0.511, 0.737, 0.779, 0.580 και 0.317 αντίστοιχα.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν και στα πέντε μοντέλα έχουν **συντελεστή t** μεγαλύτερο από 1.7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα πέντε μοντέλα.
- Οι μεταβλητές «μετωπική» και «νωτομετωπική σύγκρουση» εμπεριέχονται σε τέσσερα από τα πέντε μοντέλα, ενώ η μεταβλητή «πλαγιομετωπική σύγκρουση» εμπεριέχεται σε όλα.

5.4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

► ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{n/v} = & 0,477 + 0,044 \cdot \text{vroxh} + 0,087 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,336 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,034 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,257 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - 0,287 \cdot \text{ektropi_apo_odo} - \\ & 0,0005 \cdot \text{ilikia} \end{aligned}$$

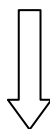


$$\begin{aligned} & (0,477 + 0,044 \cdot \text{vroxh} + 0,087 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,336 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,034 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,257 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - \\ & 0,287 \cdot \text{ektropi_apo_odo} - 0,0005 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = & 10 \end{aligned}$$

► ΦΟΡΤΗΓΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{n/v} = & -1,420 + 0,334 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,323 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,322 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,344 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,092 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + \\ & 0,0003 \cdot \text{ilikia} \end{aligned}$$

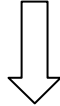


$$\begin{aligned} & (-1,420 + 0,334 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + 0,323 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,322 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + 0,344 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + \\ & 0,092 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + 0,0003 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = & 10 \end{aligned}$$

► ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}_{n/v} = -0,815 + 0,238 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ 0,250 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - 0,050 \cdot \text{parasursh_pezou} + \\ 0,281 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + 0,001 \cdot \text{ilikia}$$



$$\begin{aligned} & (-0,815 + 0,238 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + 0,250 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,050 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,281 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + 0,001 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = 10 \end{aligned}$$

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc

Μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}_{n/v} = 0,287 + 0,093 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} - 0,229 \cdot \text{parasursh_pezou} + \\ 0,079 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} - 0,216 \cdot \text{ektropi_apo_odo} - \\ 0,206 \cdot \text{allos_typos_atuxhmatos} - 0,0005 \cdot \text{ilikia}$$



$$\begin{aligned} & (0,287 + 0,093 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} - 0,229 \cdot \text{parasursh_pezou} + \\ & 0,079 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} - 0,216 \cdot \text{ektropi_apo_odo} - \\ & 0,206 \cdot \text{allos_typos_atuxhmatos} - 0,0005 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = 10 \end{aligned}$$

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_n/v = & -1,250 - 0,017 \cdot \text{nyxta} + 0,093 \cdot \text{vroxh} + 0,300 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} \\ & + 0,320 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,200 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,329 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,077 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - \\ & 0,0007 \cdot \text{ilikia} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & (-1,250 - 0,017 \cdot \text{nyxta} + 0,093 \cdot \text{vroxh} + 0,300 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,320 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,200 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,329 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,077 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} \\ & - 0,0007 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = 10 \end{aligned}$$

◆ Στα παραπάνω μοντέλα που αναπτύχθηκαν, ιδιαίτερη σημασία έχουν τα πρόσημα και οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμπεριλήφθηκαν σε αυτά. Το θετικό πρόσημο σημαίνει ότι η αύξηση της τιμής της εκάστοτε μεταβλητής συνεπάγεται την αύξηση του αριθμού των βαριά τραυματιών ανά το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή), ενώ το αρνητικό πρόσημο την μείωσή του αντίστοιχα. Τέλος, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής μιας ανεξάρτητης μεταβλητής τόσο μεγαλώνει και ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ για μικρότερο συντελεστή έχουμε και μικρότερο ρυθμό μεταβολής της τιμής της.

5.4.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ									
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 50cc	
	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή
		ei*		ei*		ei*		ei*		ei*
Σταθερά	0,477	-	-1,420	-	-0,815	-	0,287	-	-1,250	-
Τύπος περιοχής										
Νύχτα									-0,017	-1,00
Βροχή	0,044	1,61							0,093	9,29
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες										
Μετωπική σύγκρουση			0,334	3,70	0,238	9,83	0,093	1,66	0,300	28,33
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,087	3,38	0,323	3,84	0,250	10,48			0,320	30,71
Παράσυρση πεζού	-0,336	-13,13			-0,050	-1,00	-0,229	-4,30		
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	0,034	1,00	0,322	2,83	0,281	11,75	0,079	1,00	0,200	15,24
Πλάγια σύγκρουση			0,344	4,11					0,329	31,17
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα	-0,257	-9,71	0,092	1,00					0,077	7,03
Εκτροπή από οδό	-0,287	-10,90					-0,216	-3,82		
Άλλος τύπος ατυχήματος							-0,206	-3,75		
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας										
Επιβάτης										
Ηλικία	-0,0005	-	0,0003	-	0,001	-	-0,0005	-	-0,0007	-

Πίνακας 24 Σχετική επιρροή μεταβλητών στα μοντέλα βαριά τραυματιών

Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη **ei*** δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Γενικά συμπεράσματα

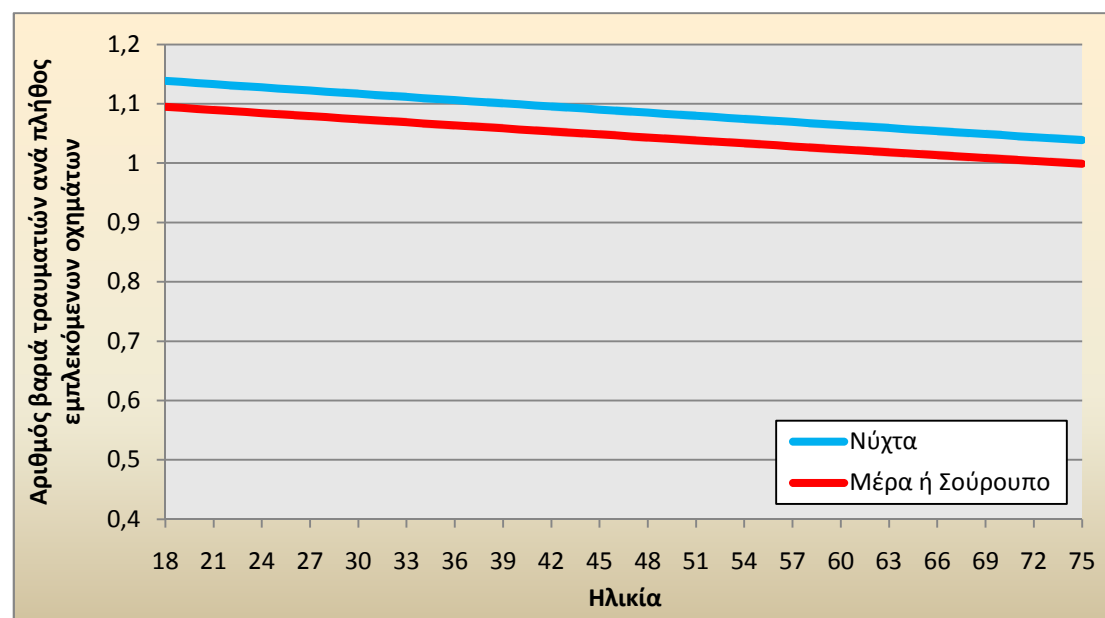
- Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή εμφανίζει η μεταβλητή «παράσυρση πεζού» και μάλιστα 13 φορές μεγαλύτερη από την επιρροή της μεταβλητής «πλαγιομετωπική σύγκρουση» που αποτελεί και τη μικρότερη μεταξύ των υπολοίπων. Ακολουθούν οι μεταβλητές «εκτροπή από οδό» και «πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα» με σημαντική επιρροή.
- Η μεταβλητή «πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα» έχει την μικρότερη επιρροή όταν ο τύπος του οχήματος είναι το **φορτηγό**. Την ελαφρώς μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η «πλάγια σύγκρουση» (4 φορές μεγαλύτερη) ενώ και οι μεταβλητές «μετωπική» και «νωτομετωπική σύγκρουση» επηρεάζουν εξίσου την εξαρτημένη μεταβλητή.
- Στην κατηγορία του **λεωφορείου**, την μικρότερη επιρροή εμφανίζει η «παράσυρση πεζού», με τις μεταβλητές «μετωπική», «νωτομετωπική» και «πλαγιομετωπική σύγκρουση» να επηρεάζουν περίπου 10 φορές περισσότερο την εξαρτημένη μεταβλητή.

- Τέλος, στα **δίκυκλα μέχρι 49cc**, τη μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζουν οι μεταβλητές «παράσυρση πεζού», «εκτροπή από οδό» και «άλλος τύπος ατυχήματος», υπερτερώντας κατά 4 περίπου φορές από την επιρροή της μεταβλητής «πλαγιομετωπική σύγκρουση» (μικρότερη επιρροή). Στα **δίκυκλα από 50cc και πάνω**, η εξαρτημένη μεταβλητή επηρεάζεται περισσότερο από τη μεταβλητή «πλάγια σύγκρουση», ενώ η «νύχτα» εμφανίζει την μικρότερη επιρροή στην κατηγορία αυτή. Εξίσου σημαντική επιρροή παρουσιάζουν και οι μεταβλητές «μετωπική» και «νωτομετωπική σύγκρουση».

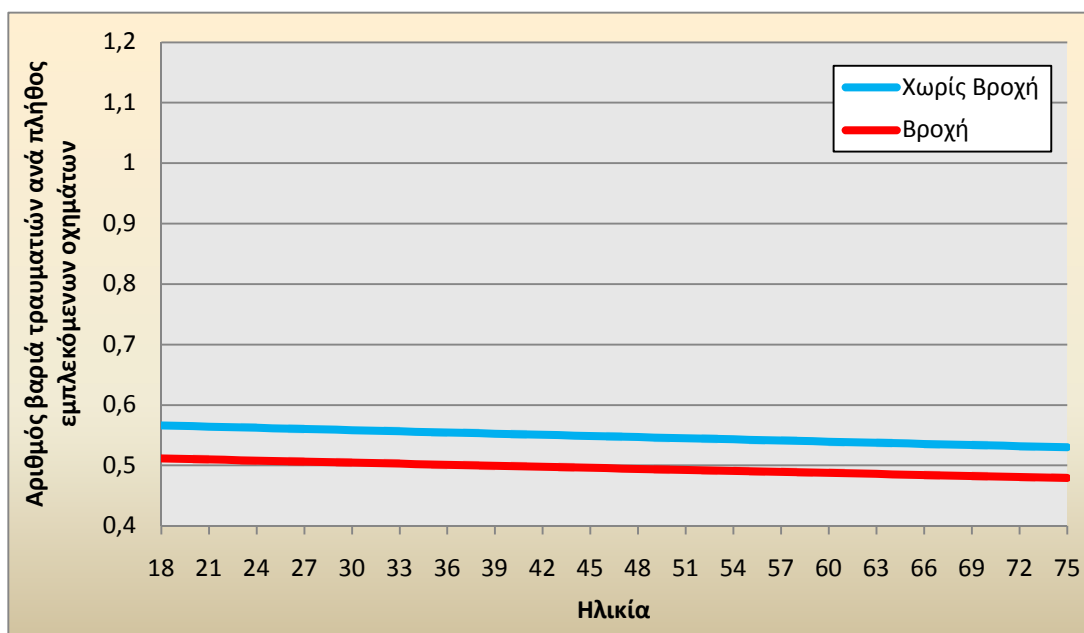
5.4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο παρόν εδάφιο, παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της επιρροής κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμός βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων), ενώ παράλληλα γίνεται αναφορά και σε ορισμένα γενικά συμπεράσματα.

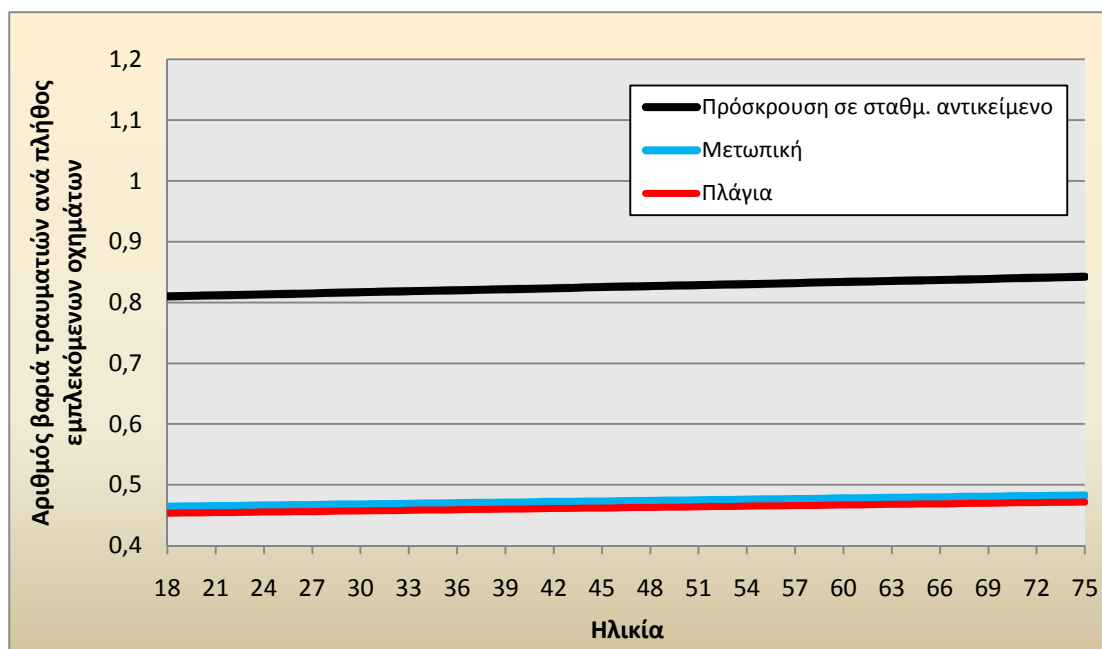
► Τύπος οχήματος : ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ



Διάγραμμα 5.27 Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού

► Τύπος οχήματος : **ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ**

Διάγραμμα 5.28 Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες

► Τύπος οχήματος : **ΦΟΡΤΗΓΟ**

Διάγραμμα 5.29 Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος

► Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα:

- Ο αριθμός των βαριά τραυματιών ανά εμπλεκόμενο όχημα μειώνεται σημαντικά για τα δίκυκλα μεγάλου κυβισμού όσο αυξάνεται η ηλικία, σε όλες τις συνθήκες φωτισμού, με τον αριθμό αυτόν να είναι μεγαλύτερος τις νυχτερινές ώρες.
- Για τα επιβατικά οχήματα, μικρή επιρροή εμφανίζει η ηλικία των παθόντων στον αριθμό των βαριά τραυματιών ανά εμπλεκόμενο όχημα, σε όλες τις καιρικές συνθήκες, καθώς μικρή μείωση παρατηρείται στον αριθμό αυτό όταν αυξάνεται ηλικία, είτε επικρατούν συνθήκες βροχής είτε όχι.
- Όταν ο τύπος οχήματος είναι το φορτηγό, ο αριθμός των βαριά τραυματιών ανά εμπλεκόμενο όχημα αυξάνεται καθώς αυξάνει η ηλικία, για τύπο ατυχήματος μετωπική και πλάγια σύγκρουση, αλλά και πρόσκρουση σε σταθμευμένο αντικείμενο, με τον αριθμό αυτό να είναι σημαντικά μεγαλύτερος για τον τελευταίο τύπο σύγκρουσης.

5.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ

► ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,542 ^a	,293	,293	,288	,293	939,053	10	22623	,000

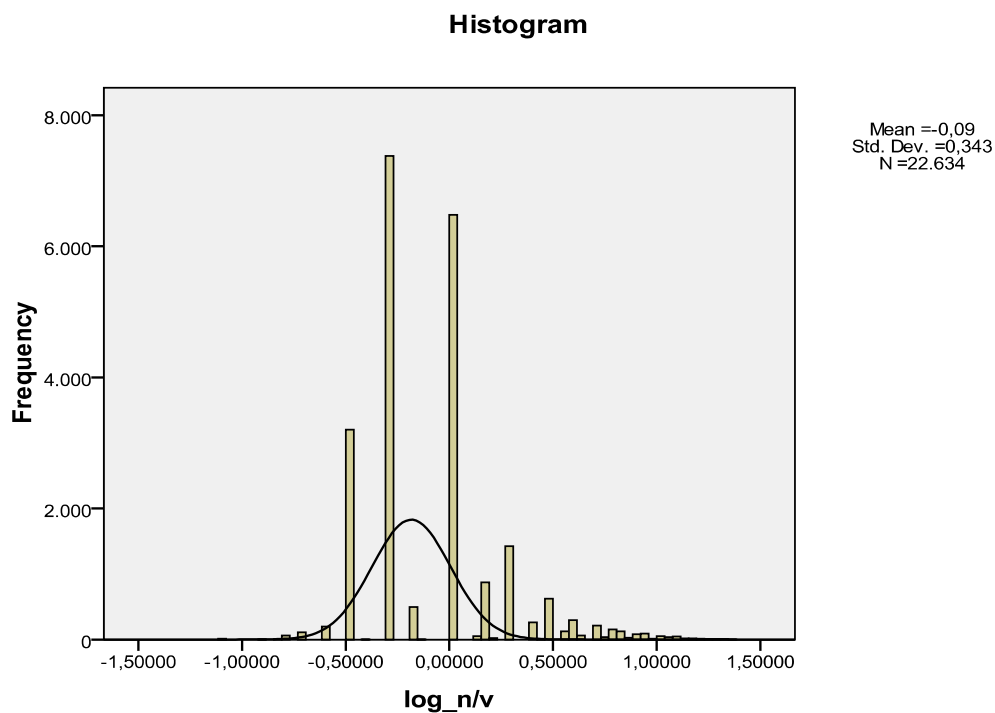
a. Predictors: (Constant), ilikia, vroxi, metopiki_sigkrousi , alles_atmosfairikes_sinthikes , plagia_sigkrousi , kentriko_stithaio_asfaleias, epivaths, ektropi_apo_odo , parasursh_pezou , nwtometopiki_sigkrousi

b. Dependent Variable: log_n/v

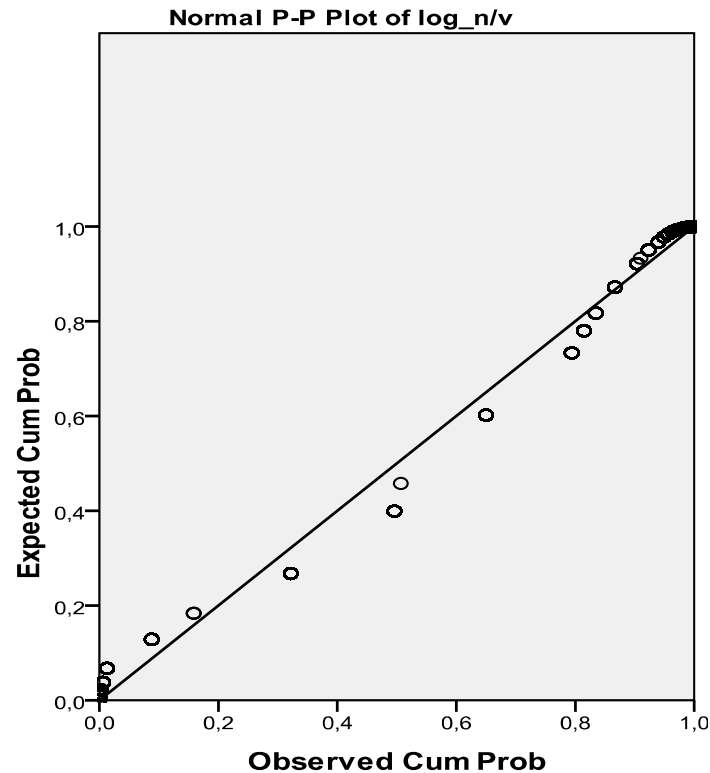
Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-.501	.022		-22.577	.000	-.544	-.457					
	vroxi	.161	.005	.178	31.577	.000	.151	.171	.147	.205	.176	.981	1.019
	alles_atmosfairikes_sinthikes	.179	.009	.109	19.403	.000	.161	.197	.064	.128	.108	.982	1.018
	metopiki_sigkrousi	.142	.006	.143	23.981	.000	.130	.153	.142	.157	.134	.880	1.136
	nwtometopiki_sigkrousi	.209	.006	.219	36.140	.000	.198	.221	.253	.234	.202	.852	1.173
	parasursh_pezou	-.354	.007	-.295	-48.795	.000	-.368	-.340	-.349	-.309	-.273	.856	1.168
	plagia_sigkrousi	.201	.008	.145	24.968	.000	.185	.217	.135	.164	.140	.924	1.082
	ektropi_apo_odo	-.167	.006	-.154	-25.988	.000	-.180	-.154	-.179	-.170	-.145	.895	1.117
	kentriko_stithaio_asfaleias	.152	.007	.133	23.217	.000	.139	.165	.150	.153	.130	.956	1.046
	epivaths	.044	.004	.063	10.913	.000	.036	.052	.126	.072	.061	.923	1.083
	ilikia	-.002	.000	-.102	-18.057	.000	-.002	-.002	-.064	-.119	-.101	.972	1.029

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 25 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι επιβατικό



Διάγραμμα 5.30 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι επιβατικό



Διάγραμμα 5.31 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι επιβατικό

► **ΦΟΡΤΗΓΟ**

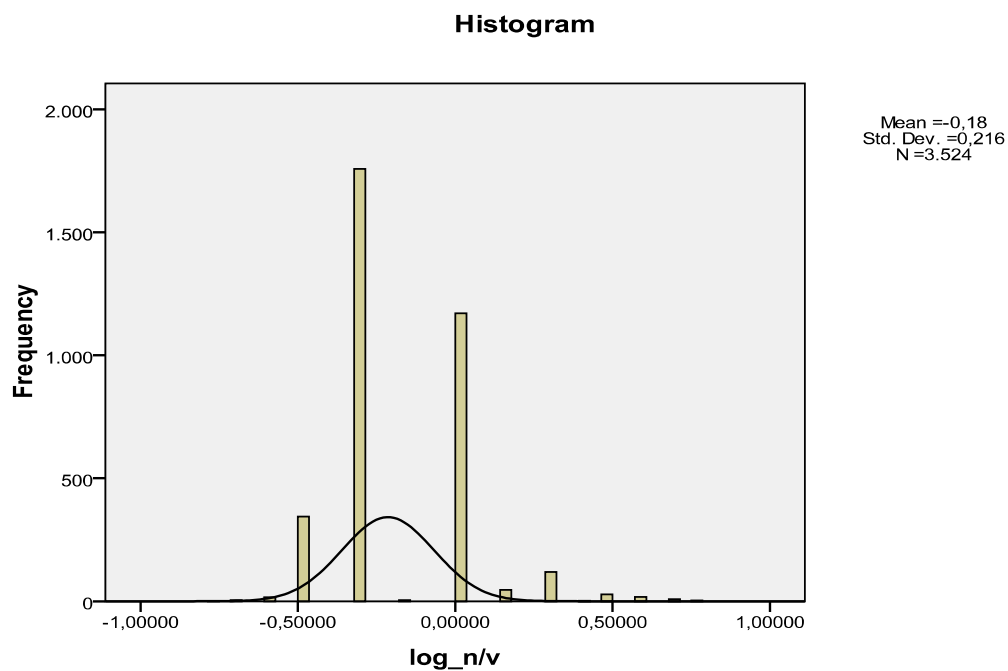
Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,728 ^a	,529	,528	,148	,529	494,297	8	3515	,000

a. Predictors: (Constant), ilikia, metopiki_sigkrousi , vroxi, plagia_sigkrousi , nwtometopiki_sigkrousi , proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma , ektropi_apo_odo , plagiometopiki_sigkrousi
b. Dependent Variable: log_n/v

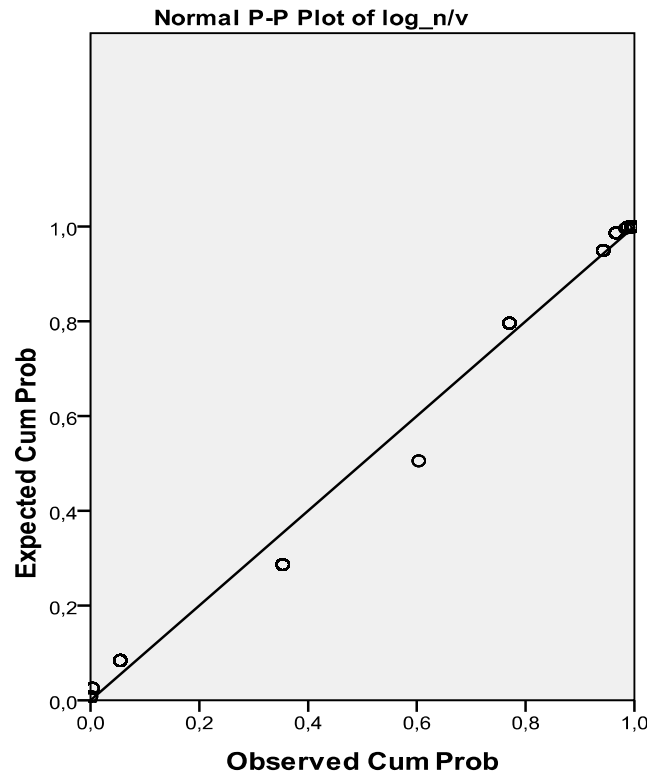
Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,822	,036		-49,966	,000	-1,893	-1,750					
	vroxi	,032	,007	,055	4,761	,000	,019	,046	,094	,080	,055	,987	1,013
	metopiki_sigkrousi	,387	,009	,621	42,761	,000	,369	,405	,230	,585	,495	,635	1,574
	nwtometopiki_sigkrousi	,421	,010	,585	42,412	,000	,402	,441	,237	,582	,491	,704	1,420
	plagiometopiki_sigkrousi	,363	,007	,799	49,221	,000	,349	,378	,326	,639	,570	,508	1,969
	plagia_sigkrousi	,392	,014	,352	28,000	,000	,365	,420	,119	,427	,324	,846	1,182
	proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma	,207	,010	,277	20,198	,000	,187	,227	-,085	,322	,234	,713	1,403
	ektropi_apo_odo	,093	,010	,135	9,610	,000	,074	,112	-,281	,160	,111	,680	1,470
	ilikia	,000	,000	,037	3,143	,002	,000	,001	,049	,053	,036	,989	1,011

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 26 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι φορτηγό



Διάγραμμα 5.32 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι φορτηγό



Διάγραμμα 5.33 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι φορτηγό

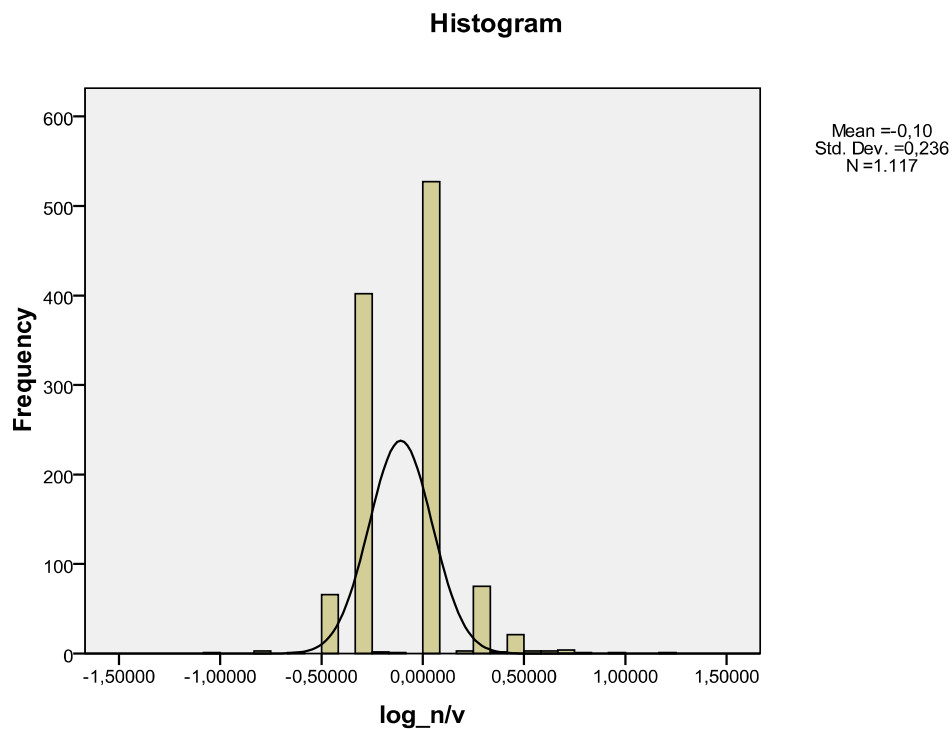
► **ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,690 ^a	,477	,473	,171	,477	144,256	7	1109	,000
a. Predictors: (Constant), ilikia, plagia_sigkrousi , metopiki_sigkrousi , proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma , epivaths, nwtometopiki_sigkrousi , plagiometopiki_sigkrousi									
b. Dependent Variable: log_n/v									

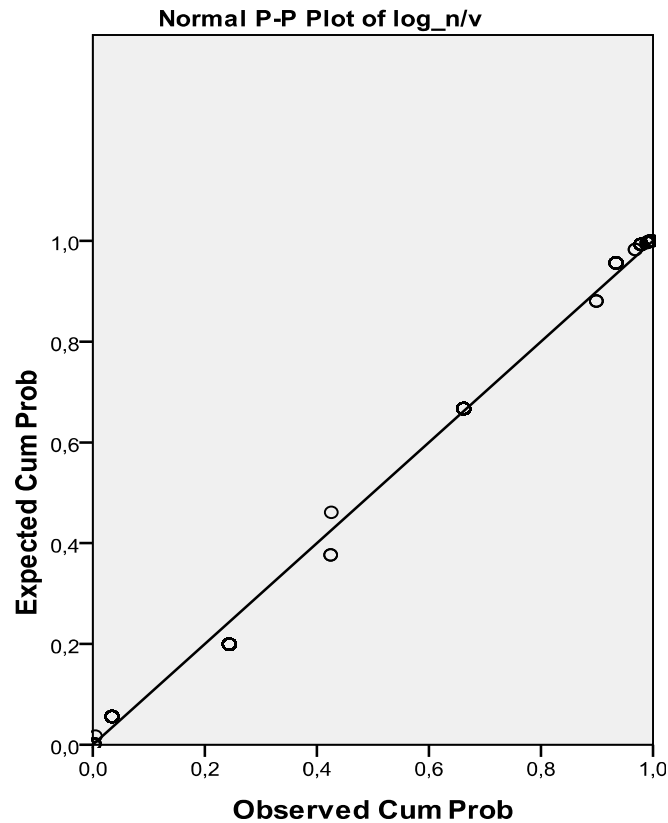
Coefficients ^a													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,411	,052		-27,029	,000	-1,513	-1,308					
	metopiki_sigkrousi	,324	,028	,261	11,753	,000	,270	,378	,138	,333	,255	,955	1,047
	nwtometopiki_sigkrousi	,374	,018	,486	21,067	,000	,339	,409	,308	,535	,458	,888	1,126
	plagiotometopiki_sigkrousi	,334	,014	,570	23,699	,000	,307	,362	,364	,580	,515	,815	1,227
	plagia_sigkrousi	,354	,020	,415	18,155	,000	,316	,393	,246	,479	,394	,903	1,107
	proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma	,112	,022	,116	5,142	,000	,069	,155	-,054	,153	,112	,925	1,081
	epivaths	-,036	,011	-,072	-3,151	,002	-,058	-,014	,122	-,094	-,068	,904	1,107
	ilikia	,000	,000	-,041	-1,822	,069	-,001	,000	,089	-,055	-,040	,950	1,053

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 27 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι λεωφορείο



Διάγραμμα 5.34 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι λεωφορείο



Διάγραμμα 5.35 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι λεωφορείο

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,526 ^a	,277	,274	,191	,277	103,708	9	2437	,000

a. Predictors: (Constant), ilikia, nwtometopiki_sigkrousi , vroxi, tupos_perioxhs , plagia_sigkrousi , proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma , epivaths, metopiki_sigkrousi , plagiometopiki_sigkrousi

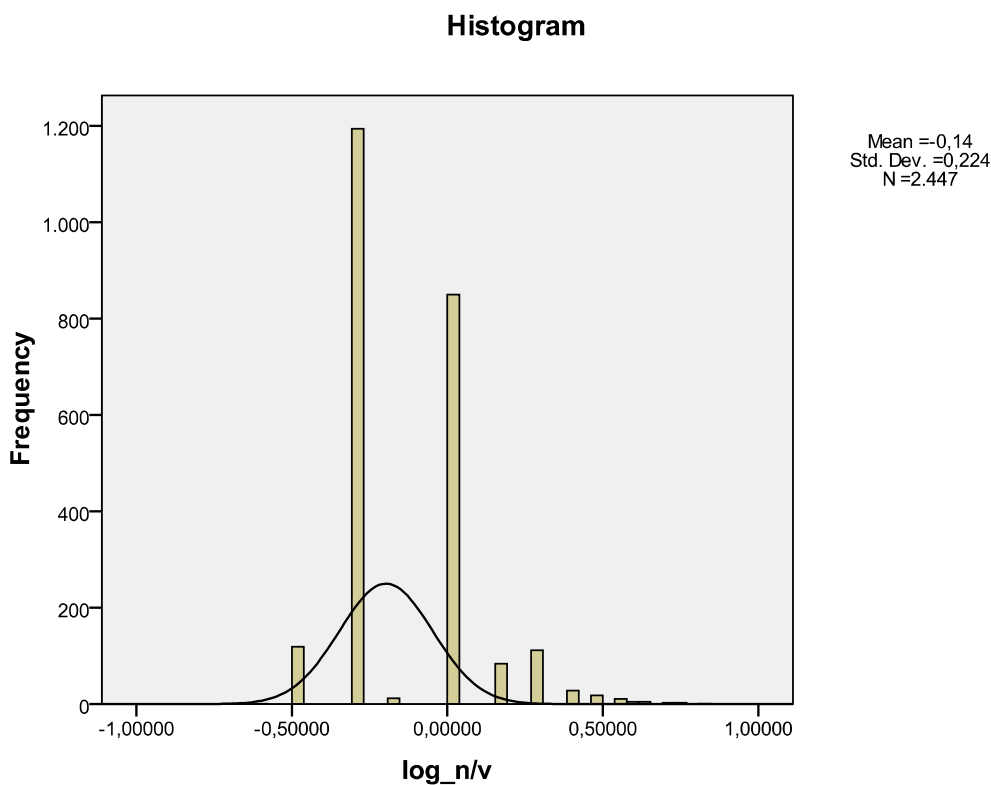
b. Dependent Variable: log_n/v

Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
Model													
1	(Constant)	-.1281	,044		-29,232	,000	-1,367	-1,196					
	tupos_perioxhs	-.065	,011	-.103	-5,902	,000	-.086	-.043	-.100	-.119	-.102	,981	1,020
	vroxi	,102	,019	,094	5,428	,000	,065	,138	,093	,109	,094	,993	1,007
	metopiki_sigkrousi	,292	,016	,339	18,051	,000	,260	,324	,172	,343	,311	,841	1,189
	nwtometopiki_sigkrousi	,282	,014	,387	20,176	,000	,255	,309	,217	,378	,348	,805	1,242
	plagiometopiki_sigkrousi	,142	,010	,303	14,390	,000	,122	,161	-.009	,280	,248	,669	1,494
	plagia_sigkrousi	,275	,014	,389	20,189	,000	,249	,302	,196	,379	,348	,797	1,254
	proskrousi_se_stathmeumeno_oxhma	,202	,016	,230	12,251	,000	,170	,234	,048	,241	,211	,845	1,183
	epivaths	,089	,011	,149	8,439	,000	,068	,110	,145	,168	,145	,949	1,054
	ilikia	-.002	,000	-.140	-7,895	,000	-.002	-.001	-.065	-.158	-.136	,939	1,065

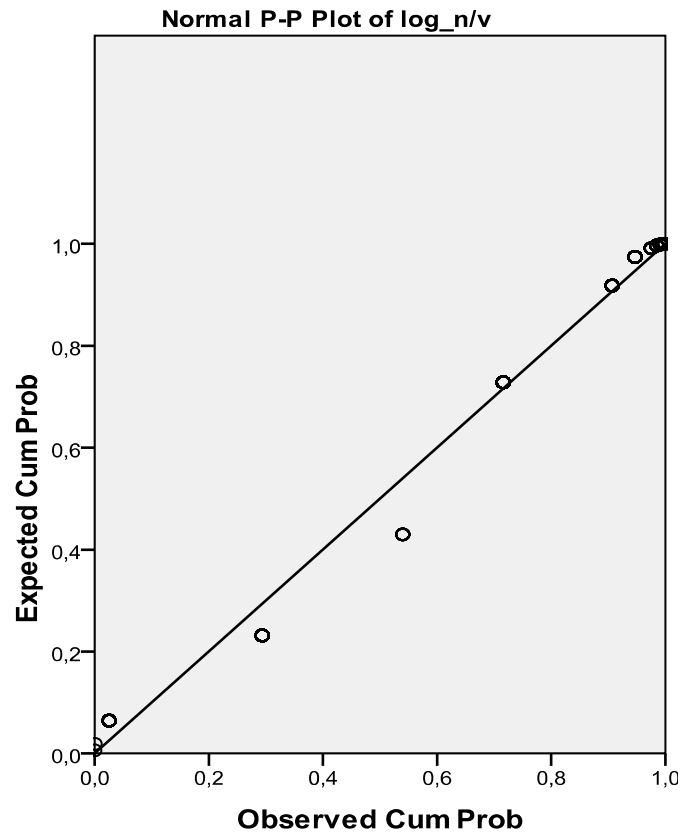
a. Dependent Variable: log_n/v

a. Dependent Variable: log_n/v

Πίνακας 28 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc



Διάγραμμα 5.36 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc



Διάγραμμα 5.37 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο μέχρι 49cc

► **ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ**

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,447 ^a	,200	,199	,345	,200	336,553	9	12122	,000

a. Predictors: (Constant), ilikia, plagiometopiki_sigkrousi , kentriko_stithaio_asfaleias, alles_atmosfairikes_sinhikes , vroxi, ektropi_apo_odo , epivaths, tupos_perioxhs , parasursh_pezou

b. Dependent Variable: log_n/v

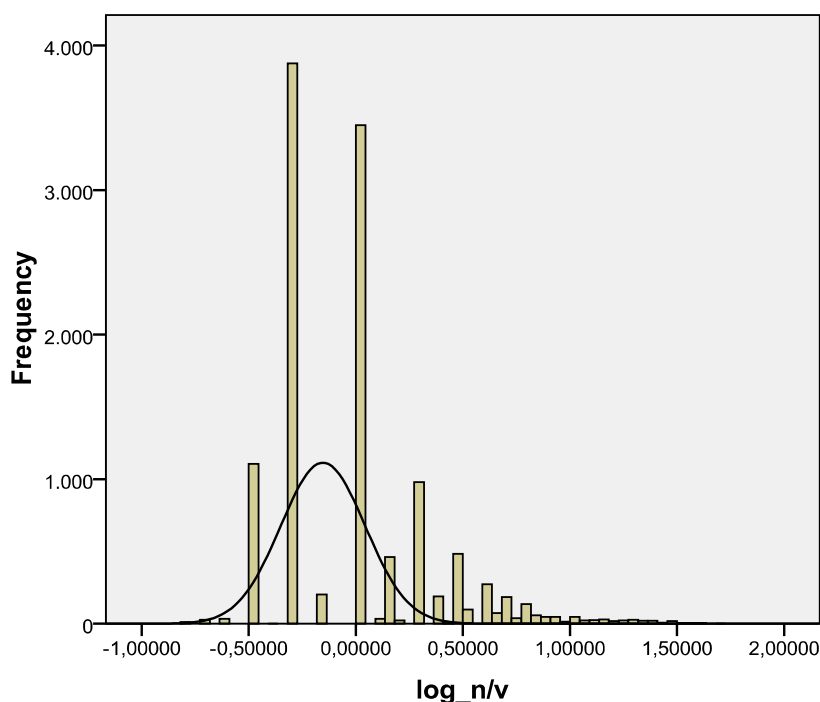
Coefficients ^a													
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-,156	,033		-4,777	,000	-,219	-,092					
	tupos_perioxhs	-,151	,008	-,159	-18,494	,000	-,167	-,135	-,188	-,166	-,150	,895	1,118
	vroxi	,248	,012	,167	20,384	,000	,224	,272	,122	,182	,166	,978	1,023
	alles_atmosfairikes_sinthikes	,277	,020	,113	13,858	,000	,238	,316	,084	,125	,113	,989	1,011
	parasursh_pezou	-,305	,010	-,270	-30,844	,000	-,325	-,286	-,265	-,270	-,251	,860	1,163
	plagiometopiki_sigkrousi	-,136	,008	-,153	-17,703	,000	-,151	-,121	-,034	-,159	-,144	,885	1,129
	ektropi_apo_odo	-,183	,011	-,138	-16,192	,000	-,205	-,161	-,052	-,146	-,132	,912	1,096
	kentriko_stithaio_asfaleias	,193	,011	,151	18,001	,000	,172	,214	,184	,161	,146	,938	1,067
	epivaths	,169	,008	,178	20,995	,000	,153	,185	,156	,187	,171	,923	1,084
	ilikia	-,003	,000	-,111	-13,132	,000	-,003	-,002	-,006	-,118	-,107	,922	1,084

a. Dependent Variable: log_n/v

a. Dependent Variable: log_n/v

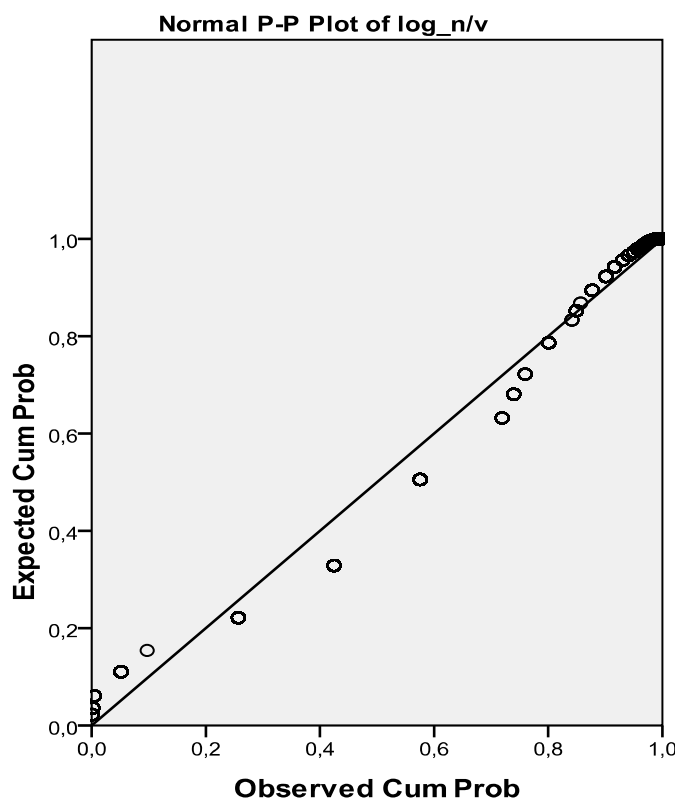
Πίνακας 29 Μοντέλο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για αριθμό ελαφρά τραυματιών όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω

Histogram



Mean =0,00
Std. Dev. =0,386
N =12.132

Διάγραμμα 5.38 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω



Διάγραμμα 5.39 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος όταν το όχημα είναι δίκυκλο από 50cc και πάνω

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

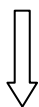
- Στα μοντέλα που μελετήθηκαν για επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλο μέχρι 49cc και δίκυκλο από 50cc και πάνω, ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** βρέθηκε ίσος με 0.293, 0.529, 0.477, 0.277 και 0.200 αντίστοιχα.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν και στα πέντε μοντέλα έχουν **συντελεστή t** μεγαλύτερο από 1.7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα πέντε μοντέλα.
- Οι μεταβλητές «βροχή», «επιβάτης», «μετωπική», «νωτομετωπική», «πλαγιομετωπική» και «πλάγια σύγκρουση», εμπεριέχονται σε τέσσερα από τα πέντε μοντέλα.

5.5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

► ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{n/v} = & -0,501 + 0,161 \cdot \text{vroxh} + 0,179 \cdot \text{alles_atmosfairikes_sinthikes} + \\ & 0,142 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + 0,209 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,354 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,201 \cdot \text{plagia_sigkrousi} - \\ & 0,167 \cdot \text{ektropi_apo_odo} + 0,152 \cdot \text{kentriko_stithaio_asfaleias} + \\ & 0,044 \cdot \text{epivaths} - 0,002 \cdot \text{ilikia} \end{aligned}$$

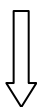


$$\begin{aligned} & (-0,501 + 0,161 \cdot \text{vroxh} + 0,179 \cdot \text{alles_atmosfairikes_sinthikes} + \\ & 0,142 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + 0,209 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} - \\ & 0,354 \cdot \text{parasursh_pezou} + 0,201 \cdot \text{plagia_sigkrousi} - \\ & 0,167 \cdot \text{ektropi_apo_odo} + 0,152 \cdot \text{kentriko_stithaio_asfaleias} + \\ & 0,044 \cdot \text{epivaths} - 0,002 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = 10 \end{aligned}$$

► ΦΟΡΤΗΓΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{n/v} = & -1,822 + 0,032 \cdot \text{vroxh} + 0,387 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,421 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,363 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,392 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,207 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + \\ & 0,093 \cdot \text{ektropi_apo_odo} + 0,0004 \cdot \text{ilikia} \end{aligned}$$

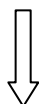


$$\begin{aligned} & (-1,822 + 0,032 \cdot \text{vroxh} + 0,387 \cdot \text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,421 \cdot \text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,363 \cdot \text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,392 \cdot \text{plagia_sigkrousi} + 0,207 \cdot \text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + \\ & 0,093 \cdot \text{ektropi_apo_odo} + 0,0004 \cdot \text{ilikia}) \\ (n/v) = 10 \end{aligned}$$

► ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{n/v} = & -1,411 + 0,324*\text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,374*\text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,334*\text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,354*\text{plagia_sigkrousi} + 0,112*\text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - \\ & 0,036*\text{epivaths} - 0,0005*\text{ilikia} \end{aligned}$$

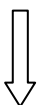


$$\begin{aligned} & (-1,411 + 0,324*\text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,374*\text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,334*\text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,354*\text{plagia_sigkrousi} + 0,112*\text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} - \\ & 0,036*\text{epivaths} - 0,0005*\text{ilikia}) \\ (n/v) = & 10 \end{aligned}$$

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_{n/v} = & -1,281 - 0,065*\text{tupos_perioxhs} + 0,102*\text{vroxh} + \\ & 0,292*\text{metopiki_sigkrousi} + 0,282*\text{nwtometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,142*\text{plagiometopiki_sigkrousi} + 0,275*\text{plagia_sigkrousi} + \\ & 0,202*\text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + 0,089*\text{epivaths} - \\ & 0,002*\text{ilikia} \end{aligned}$$

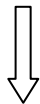


$$\begin{aligned} & (-1,281 - 0,065*\text{tupos_perioxhs} + 0,102*\text{vroxh} + 0,292*\text{metopiki_sigkrousi} + \\ & 0,282*\text{nwtometopiki_sigkrousi} + 0,142*\text{plagiometopiki_sigkrousi} + \\ & 0,275*\text{plagia_sigkrousi} + 0,202*\text{proskrousi_se_stahmeumeno_oxhma} + \\ & 0,089*\text{epivaths} - 0,002*\text{ilikia}) \\ (n/v) = & 10 \end{aligned}$$

► ΔΙΚΥΚΛΟ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ

Μαθηματική σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}_n/v = & -0,156 - 0,151*\text{tupos_perioxhs} + 0,248*\text{vroxh} + 0,277* \\ & \text{alles_atmosfairikes_sinthikes} - 0,305*\text{parasursh_pezou} - \\ & 0,136*\text{plagiometopiki_sigkrousi} - 0,183*\text{ektropi_apo_odo} + \\ & 0,193*\text{kentriko_stithaio_asfaleias} + 0,169*\text{epivaths} - 0,003*\text{ilikia} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & (-0,156 - 0,151*\text{tupos_perioxhs} + 0,248*\text{vroxh} + \\ & 0,277*\text{alles_atmosfairikes_sinthikes} - 0,305*\text{parasursh_pezou} - \\ & 0,136*\text{plagiometopiki_sigkrousi} - 0,183*\text{ektropi_apo_odo} + \\ & 0,193*\text{kentriko_stithaio_asfaleias} + 0,169*\text{epivaths} - 0,003*\text{ilikia}) \\ (n/v) = & 10 \end{aligned}$$

◆ Στα παραπάνω μοντέλα που αναπτύχθηκαν, ιδιαίτερη σημασία έχουν τα πρόσημα και οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμπεριλήφθηκαν σε αυτά. Το θετικό πρόσημο σημαίνει ότι η αύξηση της τιμής της εκάστοτε μεταβλητής συνεπάγεται την αύξηση του αριθμού των ελαφρά τραυματιών ανά το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή), ενώ το αρνητικό πρόσημο την μείωσή του αντίστοιχα. Τέλος, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής μιας ανεξάρτητης μεταβλητής τόσο μεγαλώνει και ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ για μικρότερο συντελεστή έχουμε και μικρότερο ρυθμό μεταβολής της τιμής της.

5.5.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣ									
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 50cc	
	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή	Bi	Σχετική επιρροή
		ei*		ei*		ei*		ei*		ei*
Σταθερά	-0,501	-	-1,822	-	-1,411	-	-1,281	-	-0,156	-
Τύπος περιοχής							-0,065	-1,00	-0,151	-1,00
Νύχτα										
Βροχή	0,161	5,26	0,032	1,00			0,102	9,79	0,248	6,25
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες	0,179	6,69							0,277	7,24
Μετωπική σύγκρουση	0,142	4,76	0,387	12,25	0,324	26,19	0,292	27,39		
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,209	6,77	0,421	14,00	0,374	27,66	0,282	25,1		
Παράσυρση πεζού	-0,354	-12,98							-0,305	-7,38
Πλαγιομετωπική σύγκρουση			0,363	9,18	0,334	21,74	0,142	9,13	-0,136	-2,80
Πλάγια σύγκρουση	0,201	7,32	0,392	14,04	0,354	26,92	0,275	24,29		
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα			0,207	7,02	0,112	8,80	0,202	18,87		
Εκτροπή από οδό	-0,167	-5,94	0,093	3,10					-0,183	-4,52
Άλλος τύπος ατυχήματος										
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	0,152	5,31							0,193	4,52
Επιβάτης	0,044	1,00			-0,036	-1,00	0,089	7,37	0,169	3,49
Ηλικία	-0,002	-	0,0004	-	-0,0005	-	-0,002	-	-0,003	-

Πίνακας 30 Σχετική επιρροή μεταβλητών στα μοντέλα ελαφρά τραυματιών

Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη ei* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

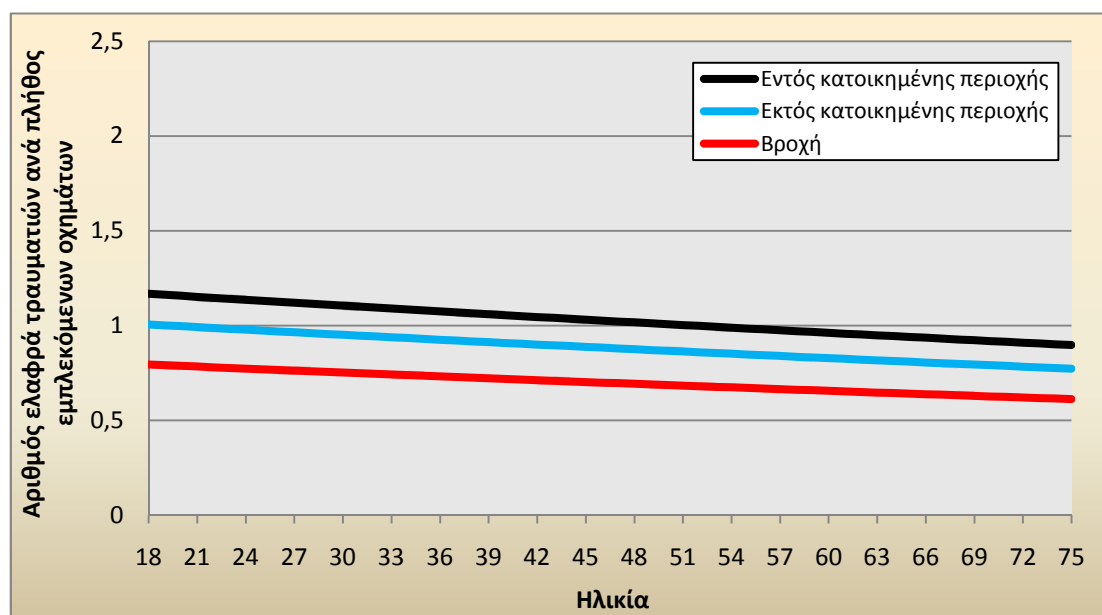
Γενικά συμπεράσματα

- Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή εμφανίζει η μεταβλητή «παράσυρση πεζού» και μάλιστα 13 φορές μεγαλύτερη από την επιρροή της μεταβλητής «επιβάτης» που αποτελεί και τη μικρότερη μεταξύ των υπολοίπων. Ακολουθούν οι μεταβλητές «πλάγια» και «νωτομετωπική σύγκρουση» με σημαντική επιρροή.
- Η μεταβλητή «βροχή» έχει την μικρότερη επιρροή για τις κατηγορίες των **δικύκλων μικρού και μεγάλου κυβισμού**, κάτι το οποίο είναι απόλυτα λογικό, δεδομένου ότι σε συνθήκες βροχής τα δίκυκλα είναι δύσκολο να κινηθούν.
- Οι μεταβλητές «μετωπική», «νωτομετωπική» και «πλάγια σύγκρουση», συνεχίζουν να επηρεάζουν σημαντικά τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, για τις κατηγορίες των **φορτηγών**, των **λεωφορείων** και των **δικύκλων μέχρι 49cc**.

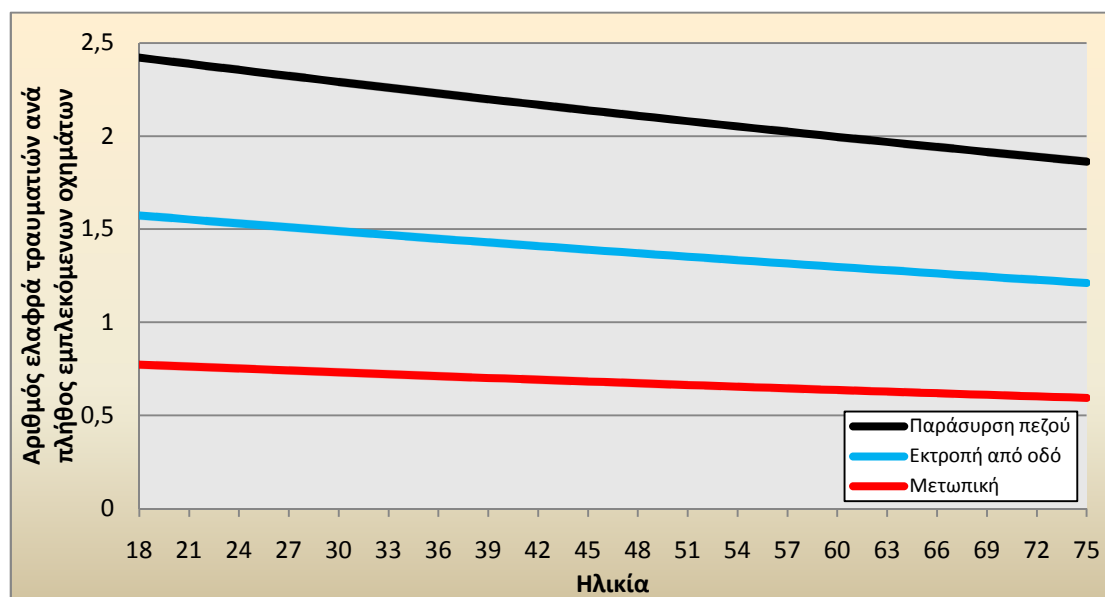
5.5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο παρόν εδάφιο, παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της επιρροής κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμός ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων), ενώ παράλληλα γίνεται αναφορά και σε ορισμένα γενικά συμπεράσματα.

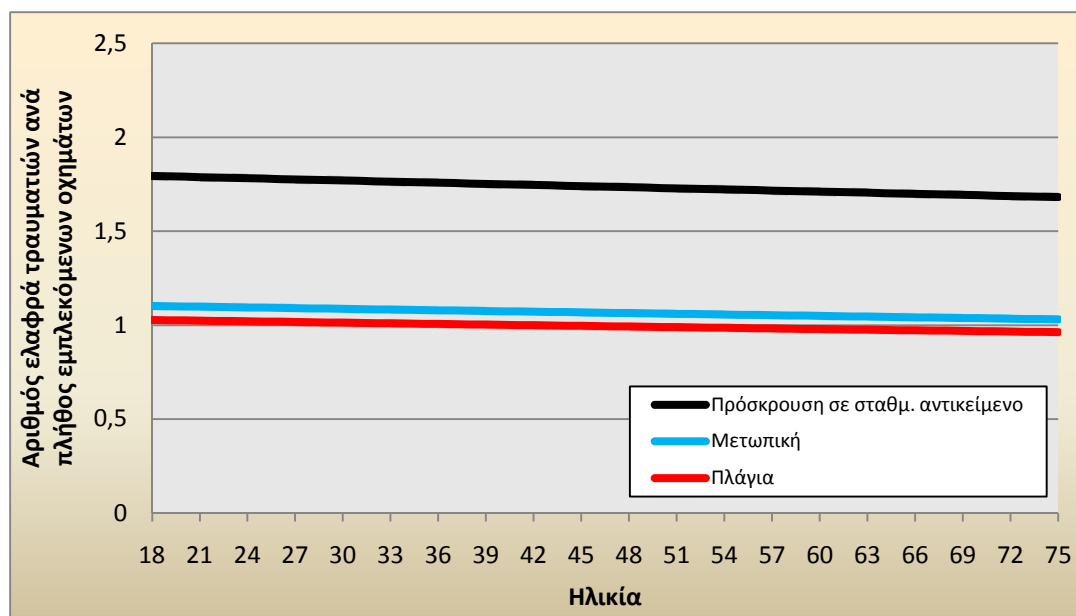
► Τύπος οχήματος : **ΔΙΚΥΚΛΟ ΜΕΧΡΙ 49cc**



Διάγραμμα 5.40 Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο περιοχής και τις συνθήκες βροχής

► Τύπος οχήματος : **ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ**

Διάγραμμα 5.41 Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος

► Τύπος οχήματος : **ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ**

Διάγραμμα 5.42 Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων (εξαρτημένη μεταβλητή) με ηλικία, ανάλογα με τον τύπο ατυχήματος

► Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής γενικά **συμπεράσματα**:

- Ο αριθμός των ελαφρά τραυματιών ανά εμπλεκόμενο όχημα μειώνεται για τα δίκυκλα μικρού κυβισμού όσο αυξάνεται η ηλικία, εντός και εκτός κατοικημένων περιοχών, με τον αριθμό αυτό να είναι μεγαλύτερος στην πρώτη περίπτωση.
- Για τα επιβατικά οχήματα, σημαντική μείωση παρατηρείται στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών ανά εμπλεκόμενο όχημα με την αύξηση της ηλικίας, για ατυχήματα με μετωπική σύγκρουση, παράσυρση πεζού και εκτροπή από οδό. Ο αριθμός αυτός εμφανίζεται αρκετά μεγαλύτερος για ατυχήματα με παράσυρση πεζού σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους σύγκρουσης, ενώ παράλληλα διαπιστώνεται ότι για την ίδια περίπτωση, μεγαλύτερος είναι και ο ρυθμός με τον οποίο μειώνεται ο αριθμός των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, καθώς αυξάνεται η ηλικία.
- Όταν ο τύπος οχήματος είναι το λεωφορείο, ο αριθμός των ελαφρά τραυματιών ανά εμπλεκόμενο όχημα εξακολουθεί να μειώνεται καθώς αυξάνει η ηλικία, για ατυχήματα με μετωπική και πλάγια σύγκρουση αλλά και πρόσκρουση σε σταθμευμένο αντικείμενο, με τον αριθμό αυτό να είναι σημαντικά μεγαλύτερος για τον τελευταίο τύπο σύγκρουσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων ανά τύπο οχήματος, με τη χρήση της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**.

➤ Με βάση και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προσδιορίστηκε ότι τα κατάλληλα δεδομένα για την περαιτέρω ανάλυση, είναι εκείνα που συγκεντρώνονται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), μέσω των Δελτίων Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων (**Δ.Ο.Τ.Α.**) που συμπληρώνει η Τροχαία.

➤ Για τη διερεύνηση της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων, επιλέχθηκε η εξέταση **του λόγου** του αριθμού των παθόντων (νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες) προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων. Ο λόγος αυτός αποτελεί ένα βασικό τρόπο έκφρασης της σοβαρότητας των ατυχημάτων, αφού συνδέει τον αριθμό των παθόντων με τον αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων στο ατύχημα. Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στον λόγο αυτό, επιλέχθηκε η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

➤ Από τη στατιστική ανάλυση και μετά από αρκετές δοκιμές, προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ του εξεταζόμενου λόγου του αριθμού των παθόντων προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων και των παραγόντων που τον επηρεάζουν. Αναπτύχθηκαν 15 στατιστικά μοντέλα, για τους 5 τύπους οχήματος (επιβατικά, φορτηγά, λεωφορεία, δίκυκλα <50cc και ≥50cc) για κάθε κατηγορία παθόντα (νεκροί, βαριά, ελαφρά τραυματίες).

➤ Η επιρροή των παραγόντων κάθε μοντέλου στον εξεταζόμενο λόγο, προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της **σχετικής επιρροής**, ο υπολογισμός της οποίας βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα των νεκρών, των βαριά και των ελαφρά τραυματιών,

περιλαμβάνοντας τις τιμές των συντελεστών β_i και τις τιμές της σχετικής επιρροής ei^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων. Τέλος, τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων, για τα οποία αναφορά γίνεται στο επόμενο υποκεφάλαιο.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΝΕΚΡΟΙ										ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ										ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ											
	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ		ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ		ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ		ΔΙΚΥΚΛΑ ΜΕΧΡΙ 49cc		ΔΙΚΥΚΛΑ ΑΠΟ 50cc ΚΑΙ ΠΑΝΩ			
	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*	Bi	ei*		
Σταθερά	0,451	-	-1,372	-	-1,160	-	-1,314	-	-1,276	-	0,477	-	-1,420	-	-0,815	-	0,287	-	-1,250	-	-0,501	-	-1,822	-	-1,411	-	-1,281	-	-0,156			
Τύπος περιοχής																													-0,065	-1,00	-0,151	-1,00
Νύχτα							-0,019	-1,00											-0,017	-1,00												
Βροχή	0,044	1,00	0,030	1,00					0,063	3,96	0,044	1,61							0,093	9,29	0,161	5,26	0,032	1,00			0,102	9,79	0,248	6,25		
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες																					0,179	6,69							0,277	7,24		
Μετωπική σύγκρουση			0,317	10,43	0,348	1,01	0,304	23,58	0,304	17,54			0,334	3,70	0,238	9,83	0,093	1,66	0,300	28,33	0,142	4,76	0,387	12,25	0,324	26,19	0,292	27,39				
Νωτομετωπική σύγκρουση	0,077	1,92	0,335	11,90	0,382	1,00	0,32	23,78	0,322	18,99	0,087	3,38	0,323	3,84	0,250	10,48			0,320	30,71	0,209	6,77	0,421	14,00	0,374	27,66	0,282	25,10				
Παράσυρση πεζού	-0,335	-8,32									-0,336	-13,13			-0,050	-1,00	-0,229	-4,30			-0,354	-12,98							-0,305	-7,38		
Πλαγιομετωπική σύγκρουση			0,340	10,65	0,558	1,48	0,302	17,05	0,270	13,15	0,034	1,00	0,322	2,83	0,281	11,75	0,079	1,00	0,200	15,24			0,363	9,18	0,334	21,74	0,142	9,13	-0,136	-2,80		
Πλάγια σύγκρουση	0,074	1,92	0,257	9,42			0,339	27,08	0,328	19,62			0,344	4,11					0,329	31,17	0,201	7,32	0,392	14,04	0,354	26,92	0,275	24,29				
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα	-0,272	-6,38	0,084	2,74					0,018	1,00	-0,257	-9,71	0,092	1,00					0,077	7,03			0,207	7,02	0,112	8,80	0,202	18,87				
Εκτροπή από οδό	-0,291	-6,87									-0,287	-10,90					-0,216	-3,82			-0,167	-5,94	0,093	3,10					-0,183	-4,52		
Άλλος τύπος ατυχήματος							0,039	3,06									-0,206	-3,75														
Κεντρικό στήθαιο ασφαλείας																					0,152	5,31							0,193	4,52		
Επιβάτης																					0,044	1,00			-0,036	-1,00	0,089	7,37	0,169	3,49		
Ηλικία	-0,0004	-	0,0005	-	-0,002	-	0,0004	-	-0,0004	-	-0,0005	-	0,0003	-	0,001	-	-0,0005	-	-0,0007	-	-0,002	-	0,0004	-	-0,0005	-	-0,002	-	-0,003	-	-	
R²	0,506		0,651		0,734		0,822		0,509		0,511		0,737		0,779		0,580		0,317		0,293		0,529		0,477		0,277		0,200			

Πίνακας 31 Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στις τρεις κατηγορίες μοντέλων

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας, τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα με τα αρχικά ερωτήματα και στόχο της Εργασίας. Έτσι επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα συνολικά ερωτήματα της έρευνας με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα **γενικά συμπεράσματα** συνοψίζονται όπως παρακάτω:

1. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα πραγματοποιείται μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής **του τύπου οχήματος** στη σοβαρότητα των ατυχημάτων όπως αυτή εκφράζεται από τον λόγο των παθόντων (νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες) προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων.
2. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης** που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης των εξαρτημένων με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.
3. Με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής των μοντέλων, για τον προσδιορισμό της επιρροής των παραμέτρων που εξετάστηκαν, στον αριθμό των **νεκρών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων**, προέκυψαν τα εξής:
 - Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή εμφανίζει η παράσυρση πεζού, ενώ εξίσου σημαντικές για τον λόγο των νεκρών προς τα εμπλεκόμενα οχήματα είναι και η εκτροπή από την οδό και η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα.
 - Τη σημαντικότερη επιρροή, για τα **δίκυκλα μικρού και μεγάλου κυβισμού**, φαίνεται να έχουν οι μετωπικές, νωτομετωπικές και πλάγιες συγκρούσεις, αφού πρόκειται για τύπους σύγκρουσης ιδιαίτερα κρίσιμους για τους δικυκλιστές.
 - Ελάχιστα φαίνεται να επηρεάζει η βροχή τον αριθμό των νεκρών ανά όχημα, σε σχέση με τις υπόλοιπες παραμέτρους, **για όλους τους τύπους οχήματος**. Αυτό ενδεχομένως, οφείλεται στην προσοχή που δείχνουν οι οδηγοί σε ασταθείς καιρικές συνθήκες,

αλλά και ενδεχομένως στις χαμηλότερες ταχύτητες που παρατηρούνται σε συνθήκες βροχής.

4. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα μοντέλα που αφορούσαν στον αριθμό των **βαριά τραυματιών ανά πλήθος εμπλεκόμενων οχημάτων**, φαίνεται ότι:

- Ο αριθμός των βαριά τραυματιών ανά όχημα, όταν πρόκειται για **επιβατικά**, επηρεάζεται περισσότερο από ατυχήματα με παράσυρση πεζού, ενώ ακολουθούν οι περιπτώσεις εκτροπής από οδό και πρόσκρουσης σε σταθμευμένο όχημα-αντικείμενο.
- Όταν ο τύπος οχήματος είναι **φορτηγό**, τη μικρότερη επιρροή εμφανίζει η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα-αντικείμενο. Ενδεχομένως, σε αυτήν την περίπτωση, η μεγάλη μάζα του φορτηγού, να αποτελεί και ένα είδος προστασίας των παθόντων εντός του φορτηγού.
- Στα **δίκυκλα από 50cc και πάνω**, η νύχτα φαίνεται να επηρεάζει λιγότερο από τους υπόλοιπους παράγοντες που εξετάστηκαν τον λόγο των βαριά τραυματιών προς τα εμπλεκόμενα οχήματα και μάλιστα αρνητικά. Πιθανώς, λόγω της μειωμένης ορατότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας, να δίνεται περισσότερη προσοχή από τους δικυκλιστές και να αναπτύσσουν χαμηλότερες ταχύτητες. Αντιθέτως, ατυχήματα με μετωπική, νωτομετωπική και πλάγια σύγκρουση παραμένουν ιδιαίτερα κρίσιμα για τον λόγο αυτό.
- Ελάχιστα φαίνεται να επηρεάζουν τα ατυχήματα με παράσυρση πεζού, τον αριθμό των βαριά τραυματιών ανά όχημα, στην περίπτωση που εμπλέκονται **λεωφορεία**, καθώς η μεγάλη μάζα του λεωφορείου σε συνδυασμό με τις χαμηλότερες ταχύτητες που αναπτύσσει, ενδεχομένως να το καθιστά εύκολα ορατό και αντιληπτό από τους πεζούς, με συνέπεια να προστατεύονται εγκαίρως.

5. Από την εφαρμογή των μοντέλων που αφορούσαν στον αριθμό των **ελαφρά τραυματιών ανά το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων**, προέκυψε ότι :

- Στην κατηγορία των **επιβατικών**, τη μεγαλύτερη επιρροή στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα εμφανίζει η παράσυρση πεζού, ενώ ακολουθούν οι μεταβλητές πλάγια και νωτομετωπική σύγκρουση.

- Η βροχή έχει τη μικρότερη επιρροή για τις κατηγορίες των **δικύκλων μικρού και μεγάλου κυβισμού**, κάτι το οποίο φαίνεται λογικό, δεδομένου ότι σε συνθήκες βροχής τα δίκυκλα κινούνται με χαμηλότερες ταχύτητες και με μεγαλύτερη προσοχή.
 - Οι μετωπικές, νωτομετωπικές και πλάγιες συγκρούσεις επηρεάζουν σημαντικά και τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, για τις κατηγορίες των **φορτηγών**, των **λεωφορείων** και των **δικύκλων μέχρι 49cc**.
6. Η **παράσυρση πεζού** επηρεάζει περισσότερο από κάθε άλλο εξετασθέντα παράγοντα τον αριθμό των παθόντων ανά όχημα και για τις τρεις κατηγορίες σοβαρότητας (νεκρών, βαριά και ελαφρά τραυματιών), όταν το όχημα στο ατύχημα είναι **επιβατικό**. Το συμπέρασμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι οι εμπλοκές με πεζούς είναι συχνές σε κατοικημένες περιοχές, όπου η πλειοψηφία των οχημάτων είναι επιβατικά και τα σημεία με αυξημένη διέλευση πεζών είναι αρκετά (διαβάσεις, ισόπεδοι κόμβοι με φωτεινούς σηματοδότες, πεζοδρομήσεις).
7. Αυξημένη επιρροή στη σοβαρότητα των ατυχημάτων παρουσιάζουν οι μετωπικές, νωτομετωπικές και πλάγιες συγκρούσεις στον αριθμό των νεκρών και βαριά τραυματιών, όταν εμπλέκονται **δίκυκλα από 50cc και πάνω**. Το γεγονός ότι τα δίκυκλα παρέχουν ελάχιστη προστασία, καθιστούν ιδιαίτερα κρίσιμους τους παραπάνω τύπους ατυχήματος, όπου η σύγκρουση μεταξύ δύο κινούμενων οχημάτων είναι σφοδρότερη.
8. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι για ατυχήματα με **μετωπική, νωτομετωπική ή πλάγια σύγκρουση**, η σοβαρότητα **αυξάνει**, ενώ για ατυχήματα όπου συμβαίνει **εκτροπή από οδό ή παράσυρση πεζού**, αυτή **μειώνεται**, ανεξάρτητα από τον τύπο του οχήματος. Στην πρώτη περίπτωση, η ανάπτυξη μεγαλύτερων ταχυτήτων, καθώς στο ατύχημα εμπλέκονται δύο ή και περισσότερα οχήματα, συνεπάγεται σφοδρότερες συγκρούσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός των παθόντων ανά όχημα. Αντιθέτως στη δεύτερη περίπτωση, όπου το οδικό ατύχημα συμβαίνει με την ταχύτητα ενός μόνο οχήματος, η σύγκρουση είναι λιγότερο σφοδρή, με συνέπεια να μειώνεται και η σοβαρότητα του ατυχήματος.
9. Όσον αφορά στην **ηλικία** των παθόντων, παρατηρείται ότι, στην περίπτωση των **επιβατικών** και των **δικύκλων μεγάλου κυβισμού**, η αύξηση της ηλικίας, συνδέεται με μείωση του αριθμού των νεκρών, των βαριά και των ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, γεγονός που πιθανώς

δείχνει ότι οι νεαρότεροι χρήστες του οδικού δικτύου, προβαίνουν σε πιο ακραίες οδηγικές συμπεριφορές, αναπτύσσοντας υψηλότερες ταχύτητες, προκαλώντας με τον τρόπο αυτό σοβαρότερα ατυχήματα. Ωστόσο, στην περίπτωση που εμπλέκονται **φορτηγά**, η αύξηση της ηλικίας, συνεπάγεται την αύξηση της σοβαρότητας. Πιθανώς, ο χειρισμός και η οδήγηση ενός φορτηγού, απαιτεί κατάλληλη ικανότητα και αντίληψη, που με την αύξηση της ηλικίας περιορίζεται, καθιστώντας έτσι έναν μεγαλύτερο σε ηλικία χρήστη περισσότερο επικίνδυνο για την πρόκληση ατυχήματος.

10. Παρατηρείται ότι **η βροχή** παρουσιάζει σχετικά μικρή επιρροή στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών ανά όχημα, για όλους σχεδόν τους τύπους οχήματος. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι σε συνθήκες βροχής οι οδηγοί αναγκάζονται να ελαττώσουν την ταχύτητα κίνησης και να είναι περισσότερο προσεκτικοί. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση δικύκλων μεγάλου κυβισμού σε περιπτώσεις ελαφρών τραυματισμών, το οποίο ενδεχομένως εξηγείται από την ελάχιστη προστασία που προσφέρουν τα δίκυκλα στον οδηγό αλλά και στον επιβάτη τους, σε συνδυασμό με το ολισθηρό οδόστρωμα σε συνθήκες βροχής.
11. Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή **η γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σε άλλες περιοχές και σε άλλα κράτη.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Στη συνέχεια, με βάση τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, παρατίθενται προτάσεις, οι οποίες θα μπορούσαν ενδεχομένως να συμβάλλουν στην βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

- Ιδιαίτερη βαρύτητα από το κράτος, πρέπει να δοθεί στην θέσπιση ειδικών **σεμιναρίων οδικής ασφάλειας**, για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του ευρύ κοινού γύρω από το θέμα αυτό, αλλά και την σωστή εκπαίδευση των οδηγών. Απαραίτητη αναφορά πρέπει να γίνει σχετικά με τις ιδιαιτερότητες κάθε τύπου οχήματος, ιδιαίτερα για τα δίκυκλα και τα βαρέα οχήματα, και να επισημανθούν οι συνθήκες αλλά και οι κίνδυνοι που μπορεί να παρουσιαστούν κατά την κίνηση τους στο οδικό δίκτυο.
- Δεδομένου ότι η ανάπτυξη **μεγάλων ταχυτήτων**, οδηγεί σε σφοδρότερες συγκρούσεις και συνεπώς σε σοβαρότερα ατυχήματα, όπως προέκυψε και από την παρούσα εργασία, κρίνεται απαραίτητη η **αποτελεσματική αστυνόμευση** από τους αρμόδιους φορείς, με συνεχείς ελέγχους της λειτουργίας του οδικού δικτύου και φροντίζοντας για την τήρηση του Κ.Ο.Κ., επιβάλλοντας τα ανάλογα πρόστιμα σε περιπτώσεις παραβίασής του.
- Όσον αφορά στην αποφυγή μεγάλων ταχυτήτων, χρήσιμο μέτρο αποτελεί η συχνότερη χρήση **ηλεκτρονικών πινακίδων υπόδειξης της ταχύτητας** του εκάστοτε οχήματος, έτσι ώστε να προβάλλεται στον οδηγό στιγμιαία η τρέχουσα ταχύτητα του οχήματος του και να του υπενθυμίζει να προβαίνει σε ανάλογη ρύθμισή της.
- Απαραίτητα μέτρα πρέπει να ληφθούν για την **προστασία των πεζών**, κατά τη διέλευση τους μέσα στο οδικό δίκτυο. Σκοπός είναι να επιτευχθεί η λιγότερη κατά το δυνατόν εμπλοκή, μεταξύ της κίνησης των πεζών και εκείνης των διερχόμενων οχημάτων. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η κατασκευή ανισόπεδων ή μη διαβάσεων και πεζογεφυρών, αλλά και η εφαρμογή μέτρων μείωσης της ταχύτητας των οχημάτων (διαχωριστικά, «σαμαράκια» δρόμων, κολονάκια, στένωση οδού κλπ), κυρίως σε σημεία με αυξημένη διέλευση πεζών.
- Παρατηρώντας ότι η **ηλικία** αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί από την Πολιτεία, κυρίως μέσω της Παιδείας, στην έγκαιρη και

έγκυρη ενημέρωση των μαθητών και σπουδαστών, σχετικά με το θέμα της Οδικής Ασφάλειας και πως αυτή θα βελτιωθεί, έτσι ώστε οι νέοι να γνωρίζουν και να συνειδητοποιούν τους κινδύνους, αποφεύγοντας οποιαδήποτε μορφή ακραίας οδηγικής συμπεριφοράς, δεδομένου ότι τα σοβαρότερα ατυχήματα παρατηρούνται από μικρότερους σε ηλικία χρήστες του οδικού δικτύου.

- Τέλος, σημαντική και απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη των παραπάνω, είναι η **συστηματική χρηματοδότηση** από την Πολιτεία.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είχε **στόχο** να διερευνήσει τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων ανά τύπο οχήματος. Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η διερεύνηση των παρακάτω:

- Χρήσιμο θα ήταν, σε επόμενες έρευνες, να συμπεριληφθούν κι **άλλες παράμετροι**, όπως τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι, ο τύπος οδού, ο σκοπός μετακίνησης, η ώρα του ατυχήματος, η χρήση ζώνης ή κράνους, η χρήση κινητού κ.α., που ενδεχομένως να οδηγούσαν στην εξαγωγή εξίσου χρήσιμων συμπερασμάτων.
- Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η διερεύνηση της **σοβαρότητας** ανά τύπο οχήματος, **σε σχέση** με την **ταχύτητα** κίνησης αλλά και τις **κυκλοφοριακές συνθήκες**.
- Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και την ανάπτυξη των τελικών μαθηματικών μοντέλων. Σε άλλη έρευνα, για περαιτέρω στατιστική ανάλυση, θα φαινόταν χρήσιμη η εφαρμογή και **άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης** (Poisson, Αρνητική Διωνυμική, Logit, Probit, multilevel analysis).
- Στην παρούσα έρευνα, η σοβαρότητα εκφράστηκε ως ο λόγος των παθόντων προς το πλήθος των εμπλεκόμενων οχημάτων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η διερεύνηση της **σοβαρότητας**, εκφρασμένης με **διαφορετικό τρόπο**, είτε ως κάποιος άλλος λόγος ή και κάποιο άλλο μέγεθος.
- Τέλος, αρκετά χρήσιμη θα ήταν η **διερεύνηση της σοβαρότητας**, όχι μόνο για τους πέντε τύπους οχήματος που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία (επιβατικό, φορτηγό, λεωφορείο, δίκυκλα <50cc και ≥50cc), αλλά και **για άλλους τύπους οχήματος**, ακόμη και υποκατηγοριών των παραπάνω, όπως τρένο, τραμ, ποδήλατο, ταξί, τρακτέρ, κ.α., αλλά και για την κατηγορία του πεζού, ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. European Road Safety Observatory, **www.erso.eu**, 2010
2. International Road Traffic Accidents Database, **www.irtad.net**
3. European Commission / Directorate General Mobility and Transport, **Road safety evolution in Europe**, based on data from **CARE**, E.U. 2010
4. European Commission / Directorate General Mobility and Transport, **Fatalities by transport mode in EU countries** included in **CARE**, E.U. 2010
5. **Road deaths by transport mode 2008**, CARE database
6. Abdel-Aty M., “**Analysis of driver injury severity levels at multiple locations using ordered probit models**”. Journal of Safety Research 34, 597-603, Orlando, 2003
7. Abdel-Aty M.A., Chen C.L., Schott J.R. “**An assessment of the effect of driver age on traffic accident involvement using log-linear models**”. Accident Analysis and Prevention 30 (6), 851-861, Orlando, 1998
8. Al-Ghamdi A.S. “**Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity**”. Accident Analysis and Prevention 34, 729-741, Saudi Arabia, 2002
9. Christoforou Z., Cohen S., Karlaftis M.G. “**Vehicle occupant injury severity on highways: An empirical investigation**”. Accident Analysis and Prevention 42, 1606-1620, Athens, 2010
10. Gray R.C., Quddus M.A., Evans A. “**Injury severity analysis of accidents involving young male drivers in Great Britain**”. Journal of Safety Research 39, 483-495, London, 2008
11. Julia B. Edwards, “**The Relationship Between Road Accident and Recorded Weather**”, 249-262, USA, 1998
12. Lapparent M., “**Empirical Bayesian analysis of accident severity for motorcyclists in large French urban areas**”. Accident Analysis and Prevention 38, 260-268, Arcueil, 2006

13. Yannis G., Golias J., Papadimitriou E., **“Driver age and vehicle engine size effects on fault and severity in young motorcyclists accidents”**. Accident Analysis and Prevention 37, 327-333, Athens, 2005
14. Σταθόπουλος Α., Καρλαύτης Μ., **“Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2008
15. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Ι., **“Οδική Ασφάλεια”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994
16. Καπότσης Γ., **“Διερεύνηση σχετικής Επικινδυνότητας Οδού Ανά Ηλικία Οδηγού Συναρτήσει Επιλεγμένων Γεωμετρικών Χαρακτηριστικών Με Τη Χρήση Γραμμικής Παλινδρόμηση”**, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Μάρτιος 2002
17. Ρούμπας Λ., **“Διερεύνηση Της Επιρροής Της Χρήσης Κινητού Τηλέφωνου Στη Συμπεριφορά Και Στην Ασφάλεια Του Οδηγού Με Τη Χρήση Προσομοιωτή Οδήγησης”**, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Μάρτιος 2010
18. Μιτζάλης Ν., **“Διερεύνηση της επιρροής του φωτισμού στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων”**, Διπλωματική εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Ιούλιος 2010
19. Κρητικού Σ., **“Ανάπτυξη μακροσκοπικών προτύπων σοβαρότητας οδικών ατυχημάτων ενός ή περισσότερων οχημάτων”**, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Μάρτιος 2011
20. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), www.statistics.gr
21. **SPSS** Statistics Base 17.0 User's Guide