



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΙΣΟΠΕΔΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Δ. ΚΑΠΕΤΑΝΑΚΗΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Δ. Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Γιώργο Γιαννή, αναπληρωτή καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., τόσο για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας όσο και για την επιστημονική του καθοδήγηση κατά την εκπόνησή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Γκόλια, καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. και την κ. Ελένη Βλαχογιάννη, λέκτορα Ε.Μ.Π. για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους πάνω στη διπλωματική εργασία.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Γεώργιο Κανελλαΐδη, Ανδρέα Λοίζο, καθηγητές της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. και τους κ. Γιώργο Γιαννή, Ματθαίο Καρλαύτη, αναπληρωτές καθηγητές της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για τις συστατικές επιστολές που μου συνέταξαν.

Ευχαριστώ πολύ τον κ. Ματθαίο Καρλαύτη, αναπληρωτή καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για την υποστήριξή του στα χρόνια των σπουδών μου

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης την κα Ελεονώρα Παπαδημητρίου, διδάκτωρ, για τις πολύτιμες συμβουλές στη στατιστική ανάλυση και την παροχή χρήσιμου επιστημονικού υλικού καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας αυτής.

Επίσης, ευχαριστώ τους Π. Παπαντωνίου και Α. Θεοφιλάτο για τη βοήθεια και την υποστήριξή τους σε κρίσιμα σημεία της διπλωματικής εργασίας.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, στους γονείς και τον αδελφό μου, για την αγάπη τους, την αμέριστη συμπαράστασή και κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη στη μνήμη της αγαπημένης μου γιαγιάς, Δήμητρας Α. Γιακουμοπούλου που ήταν, είναι και θα είναι για μένα το μεγάλο καθοδηγητικό φως της ζωής μου.

ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΙΣΟΠΕΔΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

Κωνσταντίνος Καπετανάκης

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

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής του ισόπεδου κόμβου σε συνδυασμό με άλλες επιλεγμένες παραμέτρους στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα επεξεργασμένα στοιχεία οδικών ατυχημάτων από τη βάση δεδομένων του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. για την περίοδο 1996-2007 στην Ελλάδα. Αναπτύχθηκαν δύο σειρές μαθηματικών προτύπων: δώδεκα πρότυπα με χρήση της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και έξι πρότυπα με τη μέθοδο της γενικής λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης για διαφορετικές σοβαρότητες ατυχημάτων εντός και εκτός κόμβου. Με τη λογαριθμοκανονική ανάλυση εξετάστηκε η επιρροή στο συνολικό αριθμό των ατυχημάτων, των εξής παραγόντων: συνθήκες φωτισμού, ατμοσφαιρικές συνθήκες, τύπος ατυχήματος, ελιγμός οχήματος, κεντρικό στηθαίο ασφαλείας, ανωφέρεια και κατωφέρεια. Με τη γενική λογαριθμογραμμική ανάλυση εξετάστηκαν οι συνθήκες φωτισμού, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, ο τύπος του ατυχήματος, το κεντρικό στηθαίο ασφαλείας και ο ισόπεδος κόμβος. **Από την ανάλυση, μεταξύ άλλων προέκυψαν ότι ο συχνότερος τύπος ατυχήματος σε κόμβο είναι η πλαγιομετωπική σύγκρουση και ότι ανεξαρτήτως τύπου περιοχής, τα ατυχήματα που συμβαίνουν εκτός κόμβου είναι τουλάχιστον διπλάσια από εκείνα που συμβαίνουν εντός κόμβου.**

Λέξεις-Κλειδιά: ισόπεδος κόμβος, οδικό ατύχημα, σοβαρότητα, συχνότητα, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση.

MACROSCOPIC ANALYSIS OF ROAD ACCIDENTS AT JUNCTIONS

Konstantinos Kapetanakis

Supervisor: George Yannis, Associate Professor N.T.U.A.

ABSTRACT

This Diploma thesis aims to investigate the impact of level junctions in relation to other selected parameters, on the frequency and the severity of road accidents. On that purpose, especially processed data were used, extracted from the database of the Department of Transportation Planning and Engineering of the National Technical University of Athens (N.T.U.A.) for the time period 1996 - 2007 in Greece. Two sets of mathematical models were developed: twelve models with the use of lognormal regression method and six models with the general loglinear method with different accident severities in and out of junction. Using the lognormal analysis, the impact of the following parameters on the total number of accidents was examined: lighting conditions, weather conditions, accident type, vehicle maneuver, central barrier, ascent and descent. Using the general loglinear analysis, the lighting conditions, the weather conditions, the accident type, the central barrier and the level junction were examined. Analysis has led to a series of conclusions such as that the more usual accident type in junction is the collision at angle and that regardless of the area type, the accidents which occur out of junctions are at least double than those which occur at junctions.

Key Words: level junction, road accident, severity, frequency, lognormal regression, loglinear regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **ανάπτυξη μακροσκοπικών προτύπων** προκειμένου να εξεταστεί η επιρροή του ισόπεδου κόμβου στον αριθμό των οδικών ατυχημάτων με χρήση της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης (lognormal) αλλά και της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης (loglinear).

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, εξάχθηκαν από τη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. με βάση τα στοιχεία που συλλέγει η Τροχαία με το ΔΟΤΑ και αφορούσαν στην **περίοδο 1999-2007**.

Για τη στατιστική ανάλυση επιλέχθηκε μετά από σειρά δοκιμών, η μέθοδος της **λογαριθμοκανονικής** παλινδρόμησης καθώς τα ατυχήματα κάποιες φορές περιγράφονται από την κανονική κατανομή. Όμως, λόγω του γεγονότος ότι τα ατυχήματα περιγράφονται καλύτερα από την κατανομή Poisson (Chapman 1971, Zahavi 1962) επιλέχθηκε και η μέθοδος της **λογαριθμογραμμικής** παλινδρόμησης.

Έπειτα, αναπτύχθηκαν **δύο σειρές μαθηματικών προτύπων**: δώδεκα πρότυπα με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης και έξι πρότυπα με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης. Τα δώδεκα πρότυπα, κατηγοριοποιήθηκαν ανά τύπο περιοχής (κατοικημένη, μη κατοικημένη) και σοβαρότητα ατυχήματος (νεκρός, βαριά τραυματίας, ελαφρά τραυματίας), ενώ στη συνέχεια υποκατηγοριοποιήθηκαν και ανάλογα με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι. Έπειτα, τα υπόλοιπα έξι πρότυπα, κατηγοριοποιήθηκαν μόνο ανά τύπο περιοχής (κατοικημένη, μη κατοικημένη) και σοβαρότητα ατυχήματος (νεκρός, βαριά τραυματίας, ελαφρά τραυματίας).

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά πρότυπα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι στη λογαριθμοκανονική ανάλυση, η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε προτύπου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

Η σχετική επιρροή χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Στον πίνακα 6.1 περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής ei^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των προτύπων.

Με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης, εντοπίζεται το πιο **απλό πρότυπο**, το οποίο εξασφαλίζει καλή προσαρμογή στον πίνακα δεδομένων και ακολουθεί η επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Για την ορθότερη ερμηνεία εξετάστηκαν **οι συνδυασμοί ανά δύο** των παραμέτρων σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων. Υπολογίζονται οι εκτιμήσεις των παραμέτρων b_i (πίνακας 6.2) και στη συνέχεια οι **λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (odds ratios)** με απολογαριθμοποίηση των εκτιμήσεων των παραμέτρων b_i .

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων																																															
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής																								Εκτός κατοικημένης περιοχής																							
	με νεκρούς								με βαριά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες								με νεκρούς								με βαριά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-	β	ti	ε	ε-
Σταθερά	0,663	22,099	—	—	0,755	15,095	—	—	0,844	25,252	—	—	1,027	21,796	—	—	1,364	41,350	—	—	1,660	34,747	—	—	0,734	27,606	—	—	0,629	13,247	—	—	0,889	26,817	—	—	0,814	16,579	—	—	1,165	37,221	—	—	1,062	24,527	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,159	-1,841	-0,032	-1,64	—	—	—	—	-0,192	-2,907	-0,044	-1,75	-0,101	-2,406	-0,017	-1,00	-0,398	-6,843	-0,063	-2,29	—	—	—	—	-0,127	-1,891	-0,049	-3,99	—	—	—	—	-0,232	-3,687	-0,091	-3,29	-0,093	-2,432	-0,018	-1,01	-0,257	-4,690	-0,069	-2,07
Πλάγια σύγκρουση	-0,147	-2,479	-0,025	-1,00	-0,200	-2,546	-0,044	-2,26	-0,192	-3,660	-0,033	-1,00	-0,217	-3,398	-0,051	-2,05	-0,180	-4,384	-0,031	-1,82	-0,309	-5,785	-0,062	-2,26	-0,285	-5,398	-0,041	-1,73	-0,328	-4,182	-0,081	-6,59	-0,360	-7,247	-0,056	-2,47	-0,362	-4,638	-0,078	-2,81	-0,267	-6,586	-0,042	-2,43	-0,345	-5,579	-0,065	-1,94
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,140	-2,591	-0,029	-1,18	-0,344	-4,620	-0,087	-4,51	-0,172	-3,456	-0,034	-1,02	-0,309	-5,008	-0,080	-3,20	—	—	—	—	-0,358	-6,746	-0,077	-2,78	-0,083	-2,132	-0,023	-1,00	-0,195	-2,810	-0,069	-5,63	-0,139	-3,477	-0,100	-4,41	-0,367	-5,726	-0,146	-5,30	-0,087	-2,589	-0,023	-1,34	-0,213	-4,237	-0,079	-2,39
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/άντικεμ.	—	—	—	—	-0,178	-3,106	-0,088	-4,56	—	—	—	—	-0,284	-5,585	-0,123	-4,94	-0,113	-3,479	-0,036	-2,16	-0,529	-10,409	-0,133	-4,84	—	—	—	—	-0,273	-4,803	-0,181	-14,79	-0,131	-3,904	-0,148	-6,48	-0,340	-5,733	-0,181	-6,55	-0,156	-5,046	-0,053	-3,05	-0,344	-6,999	-0,134	-4,03
Παράσυρση πεζού	0,158	-2,479	0,075	3,00	—	—	—	—	0,160	3,992	0,053	1,60	—	—	—	—	—	—	—	—	-0,265	-5,149	-0,063	-2,27	—	—	—	—	-0,108	-1,726	-0,058	-4,73	-0,113	-2,554	-0,052	-2,29	-0,248	-3,556	-0,083	-2,99	-0,255	-5,966	-0,036	-2,06	-0,267	-4,182	-0,049	-1,46
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,266	-3,811	-0,079	-4,06	—	—	—	—	-0,309	-4,788	-0,070	-2,83	-0,169	-4,605	-0,038	-2,27	-0,578	-9,715	-0,085	-3,09	0,134	4,410	0,069	2,95	-0,134	-2,261	-0,077	-6,30	—	—	—	—	-0,284	-4,938	-0,151	-5,47	—	—	—	—	-0,244	-4,762	-0,081	-2,43
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0,282	-4,217	-0,093	-4,79	—	—	—	—	-0,334	-5,367	-0,084	-3,37	-0,245	-6,178	-0,046	-2,71	-0,588	-10,043	-0,093	-3,36	—	—	—	—	-0,224	-3,514	-0,101	-8,23	-0,141	-3,489	-0,102	-4,50	-0,389	-5,574	-0,118	-4,27	-0,244	-6,789	-0,053	-3,08	-0,417	-7,120	-0,094	-2,82
Κανονική πορεία	-0,069	-2,591	-0,040	-1,60	-0,165	-3,170	-0,104	-5,38	-0,129	-3,469	-0,066	-1,97	-0,236	-5,145	-0,126	-5,08	-0,201	-6,584	-0,080	-4,76	-0,288	-7,582	-0,107	-3,90	-0,149	-4,726	-0,073	-3,11	-0,178	-3,496	-0,121	-9,94	-0,154	-4,542	-0,089	-3,90	-0,197	-3,822	-0,103	-3,74	-0,256	-8,804	-0,097	-5,61	-0,311	-7,157	-0,122	-3,67
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,110	-2,901	-0,055	-2,21	-0,285	-4,167	-0,100	-5,16	-0,163	-4,219	-0,073	-2,20	-0,350	-6,522	-0,130	-5,24	-0,299	-9,010	-0,098	-5,83	-0,488	-11,115	-0,126	-4,56	—	—	—	—	-0,173	-3,518	-0,125	-10,26	-0,079	-2,432	-0,106	-4,65	-0,188	-3,809	-0,111	-4,02	-0,133	-4,562	-0,056	-3,25	-0,296	-7,169	-0,136	-4,09
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	—	—	—	—	-0,133	-2,631	-0,091	-4,70	-0,086	-2,415	-0,048	-1,45	-0,236	-4,979	-0,117	-4,71	-0,231	-7,341	-0,084	-5,02	-0,371	-9,022	-0,111	-4,05	-0,054	-1,863	-0,033	-1,40	-0,114	-2,416	-0,092	-7,55	-0,104	-3,267	-0,054	-2,35	-0,100	-2,104	-0,063	-2,27	-0,192	-6,775	-0,078	-4,52	-0,241	-6,019	-0,115	-3,47
Κεντρικό σθηβαίο ασφαλείας	-0,389	-8,263	-0,113	-4,56	-0,368	-4,865	-0,081	-4,18	-0,469	-10,530	-0,119	-3,58	-0,519	-8,135	-0,110	-4,44	-0,666	-20,029	-0,178	-10,59	-0,732	-16,358	-0,161	-5,83	-0,350	-1,863	-0,196	-8,36	-0,320	-5,609	-0,130	-10,63	-0,399	-12,610	-0,179	-7,85	-0,405	-6,465	-0,114	-4,12	-0,447	-17,186	-0,199	-11,45	-0,524	-11,605	-0,168	-5,05
Ανωφέρεια ομαλή	-0,365	-8,961	-0,155	-6,21	-0,377	-6,322	-0,148	-7,61	-0,392	-10,290	-0,154	-4,61	-0,408	-8,374	-0,165	-6,65	-0,542	-17,508	-0,184	-10,97	-0,571	-14,095	-0,164	-5,95	-0,309	-9,241	-0,132	-5,64	-0,334	-6,567	-0,182	-14,86	-0,360	-11,033	-0,161	-7,07	-0,376	-7,272	-0,164	-5,94	-0,408	-14,472	-0,152	-8,75	-0,500	-11,699	-0,181	-5,43
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,631	-6,750	-0,042	-1,67	-0,705	-3,441	-0,019	-1,00	-0,691	-8,423	-0,047	-1,42	-0,656	-4,597	-0,025	-1,00	-0,902	-17,283	-0,087	-5,17	-1,065	-13,717	-0,068	-2,48	-0,546	-7,908	-0,045	-1,91	-0,573	-2,419	-0,012	-1,00	-0,647	-10,773	-0,070	-3,09	-0,686	-5,221	-0,041	-1,47	-0,723	-14,435	-0,068	-3,94	-0,887	-7,360	-0,033	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,312	-8,072	-0,147	-5,89	-0,387	-6,702	-0,165	-8,50	-0,383	-10,457	-0,165	-4,96	-0,481	-9,563	-0,184	-7,41	-0,525	-16,839	-0,174	-10,35	-0,550	-13,964	-0,168	-6,08	-0,308	-10,056	-0,169	-7,23	-0,241	-4,691	-0,126	-10,33	-0,298	-9,683	-0,147	-6,47	-0,391	-7,754	-0,185	-6,70	-0,377	-13,953	-0,157	-9,08	-0,442	-10,915	-0,179	-5,37
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,567	-7,880	-0,066	-2,64	-0,613	-4,637	-0,042	-2,17	-0,667	-10,344	-0,077	-2,31	-0,634	-6,748	-0,058	-2,32	-0,879	-17,492	-0,092	-5,50	-0,906	-13,229	-0,074	-2,70	-0,495	-9,203	-0,070	-3,01	-0,431	-2,848	-0,023	-1,88	-0,485	-9,557	-0,071	-3,13	-0,623	-4,142	-0,028	-1,00	-0,671	-15,753	-0,092	-5,32	-0,732	-7,179	-0,038	-1,14
Μέρα	0,159	5,056	0,138	5,55	0,199	4,655	0,199	10,25	0,195	6,378	0,138	4,15	0,141	3,725	0,117	4,69	0,352	13,442	0,179	10,66	0,344	10,550	0,177	6,42	0,213	8,098	0,184	7,88	0,220	5,902	0,317	25,96	0,252	9,670	0,203	8,94	0,254	7,024	0,301	10,89	0,353	15,090	0,220	12,66	0,328	10,607	0,289	8,67
Σούρουπο	-0,159	-3,424	-0,048	-1,92	-0,141	-2,111	-0,043	-2,24	-0,156	-3,558	-0,041	-1,24	-0,206	-3,616	-0,057	-2,30	-0,122	-3,436	-0,027	-1,59	-0,127	-2,863	-0,028	-1,00	-0,111	-2,942	-0,034	-1,44	-0,098	-1,804	-0,047	-3,86	-0,083	-2,176	-0,023	-1,00	—	—	—	—	-0,072	-2,230	-0,017	-1,00	—	—	—	—
Βροχή	-0,337	-9,398	-0,196	-7,86	-0,302	-5,379	-0,137	-7,05	-0,371	-11,097	-0,196	-5,88	-0,374	-8,181	-0,180	-7,25	-0,462	-16,733	-0,201	-11,95	-0,509	-14,283	-0,200	-7,25	-0,279	-10,029	-0,194	-8,28	-0,299	-7,135	-0,265	-21,70	-0,290	-10,628	-0,194	-8,51	-0,337	-8,040	-0,257	-9,29	-0,289	-11,982	-0,158	-9,13	-0,356	-10,579	-0,236	-7,10
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,432	-8,879	-0,115	-4,63	-0,414	-6,139	-0,122	-6,31	-0,481	-10,741	-0,126	-3,77	-0,461	-8,058	-0,126	-5,06	-0,646	-18,369	-0,153	-9,09	-0,672	-15,390	-0,156	-5,68	-0,425	-12,066	-0,158	-6,76	-0,330	-5,687	-0,134	-10,96	-0,422	-11,703	-0,135	-5,92	-0,452	-7,580	-0,144	-5,21	-0,510	-17,130	-0,159	-9,14	-0,487	-9,606	-0,115	-3,46
R ²	0,275				0,299				0,310				0,334				0,382				0,400				0,282				0,348				0,298				0,371				0,317				0,391			

Πίνακας Π.1 Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα δώδεκα πρότυπα της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης

Εξαρτημένη μεταβλητή: Συνολικός αριθμός ατυχημάτων		Συντελεστές βί των μεταβλητών για τα 6 πρότυπα					
Πρότυπα		Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής
Ανεξάρτητη μεταβλητή		1ο Πρότυπο	2ο Πρότυπο	3ο Πρότυπο	4ο Πρότυπο	5ο Πρότυπο	6ο Πρότυπο
Σταθερός όρος		3,018	3,077	6,246	4,885	4,748	5,758
Συνθήκες φωτισμού	Μέρα	–	,123	-,706	,148	,306	,553
	Νύχτα	–	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Ατμοσφαιρικές συνθήκες	Καλοκαιρία	2,533	2,706	,450	1,794	1,925	1,762
	Βροχή	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Τύπος ατυχήματος	Μετωπική σύγκρουση	-,461	-,133	-,089	-,478	-,666	-,708
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	,666	1,327	2,268	-,127	–	,359
	Πλάγια σύγκρουση	-,776	-,276	1,370	-2,292	-1,947	-1,271
	Νωτομετωπική σύγκρουση	-,807	-,506	,948	-1,227	-1,136	-,530
	Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/ αντικειμ.	,524	,418	,649	-,516	-,657	-,840
	Παράσυρση πεζού	1,045	1,068	1,784	-,735	-1,024	-1,406
	Εκτροπή από την οδό	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	Ναι	-3,461	-3,966	-4,054	-2,669	-3,067	-2,729
	Όχι	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Ισόπεδος κόμβος	Ναι	-,681	-,205	,221	-1,812	-1,435	-1,240
	Όχι	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a

Πίνακας Π.2 Τα τέσσερα πρότυπα με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης

Τα **συμπεράσματα** που προέκυψαν συνοψίζονται ως εξής:

1. Οι **συχνότεροι τύποι ατυχημάτων** σε κόμβο κατά φθίνουσα σειρά είναι: 1) πλαγιομετωπική σύγκρουση, 2) παράσυρση πεζού, 3) πλάγια σύγκρουση, 4) πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο.
2. Από το σύνολο των ατυχημάτων, εκείνα που συμβαίνουν εκτός κόμβου είναι συνήθως **διπλάσια ή υπερδιπλάσια** από εκείνα που συμβαίνουν εντός κόμβου, σε όλους τους τύπους ατυχημάτων εκτός από την πλαγιομετωπική και την πλάγια σύγκρουση.
3. **Τη μέρα**, τα περισσότερα ατυχήματα παρατηρούνται **εντός** ισόπεδου κόμβου, ενώ τη **νύχτα** **εκτός** ισόπεδου κόμβου.

Παρακάτω, παρατίθενται τα συμπεράσματα από τη **λογαριθμοκανονική** ανάλυση:

4. Οι μεταβλητές με τη **σημαντικότερη επιρροή** στα πρότυπα κατά **φθίνουσα σειρά** είναι: α) Βροχή, β) Μέρα, γ) Ανωφέρεια ομαλή, δ) Κατωφέρεια ομαλή, ε) Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας.
5. Από τα αποτελέσματα της **επιρροής** των σημαντικότερων παραμέτρων με τη χρήση της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης προέκυψαν τα εξής:
 - ✓ Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει υπερδιπλάσια επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια.
 - ✓ Η επιρροή της **μέρας** σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου σε ατυχήματα με νεκρούς.
 - ✓ Η επιρροή της **βροχής** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες, ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής. Το αντίθετο συμβαίνει σε κατοικημένη περιοχή.
 - ✓ Τέλος, η επιρροή της **παράσυρσης πεζού** σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου σε ατυχήματα με βαριά τραυματίες, ενώ σε ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου.

Ακολούθως, παρατίθενται τα συμπεράσματα από την **λογαριθμογραμμική** ανάλυση:

α) Από τα αποτελέσματα της συσχέτισης των παραμέτρων των τελικών προτύπων

6. Σε όλα τα πρότυπα παρατηρείται ότι η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με νεκρούς είναι **μεγαλύτερη εκτός ισόπεδου κόμβου** από ότι εντός ισόπεδου κόμβου. Εξαίρεση αποτελούν τα ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής.
7. Ανεξαρτήτως του τύπου περιοχής, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα **αυξάνονται όσο μειώνεται η σοβαρότητα** του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου.

8. Ανεξαρτήτως της σοβαρότητας του ατυχήματος, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου είναι **σημαντικά μικρότερες** εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής.

β) Από τα αποτελέσματα της συσχέτισης των παραμέτρων ανά δύο των τελικών προτύπων

9. Όλες οι **κατηγορίες του τύπου ατυχήματος** έχουν σημαντικά **αυξημένη** πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου και ιδιαίτερα εντός κατοικημένης περιοχής.

10. Από τα αποτελέσματα της **επιρροής** των σημαντικότερων παραμέτρων ανά δύο με την λογαριθμογραμμική ανάλυση προέκυψαν τα εξής:

- ✓ Όσον αφορά στον τύπο του ατυχήματος, παρατηρείται ότι ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής οι **κατηγορίες** τύπου ατυχήματος με τη μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, κατά **φθίνουσα σειρά είναι:** α) πλαγιομετωπική σύγκρουση, β) πλάγια σύγκρουση, γ) νωτομετωπική σύγκρουση και δ) παράσυρση πεζού. Εξαίρεση αποτελούν η νωτομετωπική σύγκρουση και η παράσυρση πεζού οι οποίες εναλλάσσονται ανάλογα με τον τύπο περιοχής.
- ✓ Η ύπαρξη **κεντρικού στηθαίου ασφαλείας** σε σχέση με την μη ύπαρξη του, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, μειώνει την πιθανότητα ατυχήματος τουλάχιστον κατά 25% ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής.
- ✓ Η χρήση οδού τη **μέρα** σε σχέση με τη νύχτα, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής. Εξαίρεση αποτελούν τα ατυχήματα με βαριά και ελαφρά τραυματίες, όπου παρατηρείται μια μικρή μείωση της πιθανότητας ατυχήματος τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα εντός κατοικημένης περιοχής.
- ✓ Τέλος, η χρήση οδού σε **καλοκαιρία** σε σχέση με τη βροχή, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής.

11. Οι μέθοδοι της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης (lognormal analysis) και της γενικής λογαριθμογραμμικής ανάλυσης (general loglinear analysis) είναι **κατάλληλες** για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό εκείνων των παραμέτρων που επηρεάζουν το συνολικό αριθμό οδικών ατυχημάτων όπως αυτός ορίστηκε να εξετασθεί.

12. Από τη μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής του ισόπεδου κόμβου στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων, προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα και συμπεράσματα. **Υπό προϋποθέσεις** μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν σε συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν σε άλλες περιπτώσεις με τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	14
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	20
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	21
2.2.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΑΠΟ ΜΕΤΡΑ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΣΕ ΚΟΜΒΟΥΣ	21
2.2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΕ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ	24
2.2.3 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΕ ΜΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ	40
2.3 ΣΥΝΟΨΗ	49
2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	52
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	53
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	54
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	57
3.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ	58
3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	61
3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	61
3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	63
3.5.3 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	65
3.5.4 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	65
3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	73
3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	76
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	79
4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	80
4.2.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	80

4.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	82
4.2.2.1 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)	82
4.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α)	84
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	91
5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	109
5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	111
5.3 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	118
5.3.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	118
5.3.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	120
5.3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	123
5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΤΗ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	125
5.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	125
5.4.2 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	126
5.4.3 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ	128
5.4.5 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	134
5.4.7 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	140
5.4.9 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	146
5.4.11 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	152
5.4.13 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	158
5.4.15 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ	166
5.4.16 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	168
5.4.17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	170
5.4.18 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΕΩΝ ΑΝΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ, ΤΥΠΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΥΠΑΡΞΗ ΚΟΜΒΟΥ Η ΟΧΙ	172
5.4.20 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	175
5.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	177
5.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	179
5.7 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	181
5.8 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	184

5.8.1 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	184
5.8.2 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	189
5.8.3 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	192
5.8.4 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	195
5.8.5 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	198
5.8.6 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ	200
5.9 ΤΑ ΤΕΛΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	204
5.10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	218
5.10.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	218
5.10.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	218
5.10.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΑ ΔΥΟ	225
5.10.4 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	236
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	238
6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	243
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	248
6.4 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	252
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	254

ΠΙΝΑΚΕΣ

Σελίδα

Πίνακας 1.1 Αριθμός θανάτων από οδικά ατυχήματα σε κόμβους. Έτη : 1999-2008. Πηγή CARE	6
Πίνακας 1.2 Αριθμός θανάτων σε κόμβους ανά τύπο κόμβου. Έτος : 2008. Πηγή CARE	7
Πίνακας 1.3 Ποσοστό θανάτων από οδικά ατυχήματα σε κόμβους. Έτη : 1999-2008. Πηγή CARE	8
Πίνακας 2.1 Αλλαγή στα ποσοστά ατυχημάτων μετά την υιοθέτηση μέτρων	23
Πίνακας 3.1 Κρίσιμες τιμές συντελεστή t	74
Πίνακας 4.1 Εξεταζόμενες μεταβλητές	90
Πίνακας 4.2 Μορφή πίνακα που εξάγεται από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.	91
Πίνακας 4.3 Συγκεντρωτικός πίνακας ατυχημάτων με νεκρούς	99
Πίνακας 4.4 Συγκεντρωτικός πίνακας ατυχημάτων με βαριά τραυματίες	100
Πίνακας 4.5 Συγκεντρωτικός πίνακας ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες	101
Πίνακας 4.6 Συγκεντρωτικός πίνακας ατυχημάτων με νεκρούς	104
Πίνακας 4.7 Συγκεντρωτικός πίνακας ατυχημάτων με βαριά τραυματίες	105
Πίνακας 4.8 Συγκεντρωτικός πίνακας ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες	106
Πίνακας 5.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές των τελικών προτύπων	119
Πίνακας 5.2 Συσχέτιση μεταβλητών	122
Πίνακας 5.3 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου	126
Πίνακας 5.4 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου	127
Πίνακας 5.5 Σχετική επιρροή μεταβλητών για νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής, εντός και εκτός κόμβου	130
Πίνακας 5.6 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου	134
Πίνακας 5.7 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου	135
Πίνακας 5.8 Σχετική επιρροή μεταβλητών για βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής εντός και εκτός κόμβου	136

Πίνακας 5.9	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου	137
Πίνακας 5.10	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου	142
Πίνακας 5.11	Σχετική επιρροή μεταβλητών για ελαφ. τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής εντός και εκτός κόμβου	143
Πίνακας 5.12	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου	146
Πίνακας 5.13	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου	147
Πίνακας 5.14	Σχετική επιρροή μεταβλητών για νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής εντός και εκτός κόμβου	148
Πίνακας 5.15	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου	153
Πίνακας 5.16	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου	154
Πίνακας 5.17	Σχετική επιρροή μεταβλητών για βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής εντός και εκτός κόμβου	155
Πίνακας 5.18	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου	159
Πίνακας 5.19	Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου	160
Πίνακας 5.20	Σχετική επιρροή μεταβλητών για ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής εντός και εκτός κόμβου	161
Πίνακας 5.21	Σχετική επιρροή μεταβλητών για νεκρούς ανά τύπο περιοχής και ύπαρξη κόμβου	167
Πίνακας 5.22	Σχετική επιρροή μεταβλητών για βαριά τραυματίες ανά τύπο περιοχής και ύπαρξη κόμβου	169
Πίνακας 5.23	Σχετική επιρροή μεταβλητών για ελαφρά τραυματίες ανά τύπο περιοχής και ύπαρξη κόμβου	171
Πίνακας 5.24	Συγκεντρωτικός πίνακας όλων των προτύπων	174
Πίνακας 5.25	Κωδικοποίηση μεταβλητών	178
Πίνακας 5.26	Συσχέτιση μεταβλητών	180

Πίνακας 5.27	Έλεγχος καλής προσαρμογής 1^{ου} Προτύπου	185
Πίνακας 5.28	Έλεγχος καλής προσαρμογής άδειου προτύπου	186
Πίνακας 5.29	Αποτελέσματα 1^{ου} Προτύπου	187
Πίνακας 5.30	Αποτελέσματα 1^{ου} Προτύπου ανά δύο	188
Πίνακας 5.31	Έλεγχος καλής προσαρμογής 2^{ου} Προτύπου	189
Πίνακας 5.32	Έλεγχος καλής προσαρμογής άδειου προτύπου	189
Πίνακας 5.33	Αποτελέσματα 2^{ου} Προτύπου	190
Πίνακας 5.34	Αποτελέσματα 2^{ου} Προτύπου ανά δύο	191
Πίνακας 5.35	Έλεγχος καλής προσαρμογής 3^{ου} Προτύπου	192
Πίνακας 5.36	Έλεγχος καλής προσαρμογής άδειου προτύπου	192
Πίνακας 5.37	Αποτελέσματα 3^{ου} Προτύπου	193
Πίνακας 5.38	Αποτελέσματα 3^{ου} Προτύπου ανά δύο	194
Πίνακας 5.39	Έλεγχος καλής προσαρμογής 4^{ου} Προτύπου	195
Πίνακας 5.40	Έλεγχος καλής προσαρμογής άδειου προτύπου	195
Πίνακας 5.41	Αποτελέσματα 4^{ου} Προτύπου	196
Πίνακας 5.42	Αποτελέσματα 4^{ου} Προτύπου ανά δύο	197
Πίνακας 5.43	Έλεγχος καλής προσαρμογής 5^{ου} Προτύπου	198
Πίνακας 5.44	Έλεγχος καλής προσαρμογής άδειου προτύπου	198
Πίνακας 5.45	Αποτελέσματα 5^{ου} Προτύπου	199
Πίνακας 5.46	Αποτελέσματα 5^{ου} Προτύπου ανά δύο	200
Πίνακας 5.47	Έλεγχος καλής προσαρμογής 6^{ου} Προτύπου	201
Πίνακας 5.48	Έλεγχος καλής προσαρμογής άδειου προτύπου	201
Πίνακας 5.49	Αποτελέσματα 6^{ου} Προτύπου	202
Πίνακας 5.50	Αποτελέσματα 6^{ου} Προτύπου ανά δύο	203
Πίνακας 5.51	Τελικά πρότυπα	204
Πίνακας 6.1	Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών	241
Πίνακας 6.2	Πρότυπα λογαριθμογραφμικής ανάλυσης	242

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

	Σελίδα
Γράφημα 1.1 Μείωση θανάτων οδικών ατυχημάτων στην Ε.Ε., 2001-2010. Πηγή CARE	2
Γράφημα 1.2 Θάνατοι ανά εκατομμύριο κατοίκων της Ε.Ε., 2001-2010 Πηγή ETSC	3
Γράφημα 1.3 Αριθμός και ποσοστό θανατηφόρων ατυχημάτων σε κόμβους Στην Ε.Ε., 1999-2008, Πηγή CARE	5
Γράφημα 1.4 Ποσοστό θανάτων σε ατυχήματα σε κόμβους στην Ε.Ε., 1999-2008, Πηγή CARE	8
Γράφημα 1.5 Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης της Δ.Ε.	16

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 3.1 Απεικόνιση στρατηγικής λογαριθμογραφμικής ανάλυσης	67
Σχήμα 5.1 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 1 ^ο Πρότυπο	206
Σχήμα 5.2 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 2 ^ο Πρότυπο	207
Σχήμα 5.3 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 3 ^ο Πρότυπο	208
Σχήμα 5.4 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 4 ^ο Πρότυπο	209
Σχήμα 5.5 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 5 ^ο Πρότυπο	210
Σχήμα 5.6 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 6 ^ο Πρότυπο	211
Σχήμα 5.7 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 1 ^ο Πρότυπο	212
Σχήμα 5.8 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 2 ^ο Πρότυπο	213
Σχήμα 5.9 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 3 ^ο Πρότυπο	214
Σχήμα 5.10 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 4 ^ο Πρότυπο	215
Σχήμα 5.11 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 5 ^ο Πρότυπο	216
Σχήμα 5.12 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 6 ^ο Πρότυπο	217

ΕΙΚΟΝΕΣ

	Σελίδα
Εικόνα 4.1 Διατύπωση Ερωτήματος - Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α	87
Εικόνα 4.2 Επιλογή Έκδοσης	53
Εικόνα 4.3 Επιλογή μετρούμενης μονάδας	54
Εικόνα 4.4 Περιγραφή Ατυχήματος	54
Εικόνα 4.5 Χαρακτηριστικά Ομαδοποίησης	54
Εικόνα 4.6 Αναφορά του Συστήματος των στοιχείων του ερωτήματος που τέθηκε	55
Εικόνα 5.1 Πίνακας κωδικοποιημένος που αφορά ατυχήματα με νεκρούς	112
Εικόνα 5.2 Εισαγωγή στοιχείων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	114
Εικόνα 5.3 Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών	115
Εικόνα 5.4 Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων	115
Εικόνα 5.5 Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων	116
Εικόνα 5.6 Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών	116
Εικόνα 5.7 Ανάλυση με λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση	117
Εικόνα 5.8 Ορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών με τη λογαριθμοκανονική ανάλυση	117
Εικόνα 5.9 Κωδικοποιημένο αρχείο	178
Εικόνα 5.10 Ανάλυση με λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση	182
Εικόνα 5.11 Επιλογή μεταβλητών για ανάλυση	182
Εικόνα 5.12 Απλό πρότυπο	184
Εικόνα 5.13 Άδειο πρότυπο	185
Εικόνα 5.14 Αλληλεπιδράσεις ανά δύο	187

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Σελίδα

- Διάγραμμα 5.1** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 219
- Διάγραμμα 5.2** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 220
- Διάγραμμα 5.3** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 221
- Διάγραμμα 5.4** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 222
- Διάγραμμα 5.5** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 223
- Διάγραμμα 5.6** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 224
- Διάγραμμα 5.7** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εντός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και τον τύπο του ατυχήματος με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 227
- Διάγραμμα 5.8** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εντός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και την ύπαρξη κεντρ. στηθαίου ασφαλείας 228
- Διάγραμμα 5.9** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εντός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και τις συνθήκες φωτισμού 229
- Διάγραμμα 5.10** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εκτός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και τον τύπο του ατυχήματος με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι 231
- Διάγραμμα 5.11** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εκτός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και την ύπαρξη κεντρ. στηθαίου ασφαλείας 232
- Διάγραμμα 5.12** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εκτός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και τις συνθήκες φωτισμού 234
- Διάγραμμα 5.13** Συσχέτιση αριθμού ατυχημάτων, εκτός κατοικημένης περιοχής με τη σοβαρότητα και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες 235

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**ΕΙΣΑΓΩΓΗ****1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

Τα τελευταία χρόνια η **οδική ασφάλεια** αποτελεί ένα θέμα μείζονος σημασίας παγκοσμίως και ιδιαίτερα στην Ελλάδα με σημαντικές επιπτώσεις τόσο στην οικονομική όσο και στην κοινωνική ζωή του τόπου. Αυτό συμβαίνει διότι τα οδικά ατυχήματα εξακολουθούν να αποτελούν τη συχνότερη αιτία θανάτου στις νεαρές ηλικίες και το μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων στις μεταφορές. Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για μετακινήσεις την οποία επιβάλλει πλέον ο σύγχρονος τρόπος ζωής και οι ανάγκες που διαμορφώνει η κοινή ευρωπαϊκή και παγκόσμια αγορά, συνοδεύεται δυστυχώς και από βαρύτερες κοινωνικές συνέπειες οι οποίες εκφράζονται με την απώλεια πολλών συνανθρώπων και το βαρύτατο τραυματισμό άλλων. Το θέμα της οδικής ασφάλειας είναι πολύπλοκο και δύσκολο να διευθετηθεί διότι εξαρτάται από **πολλούς παράγοντες**, οι βασικότεροι κατά σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας είναι οι εξής:

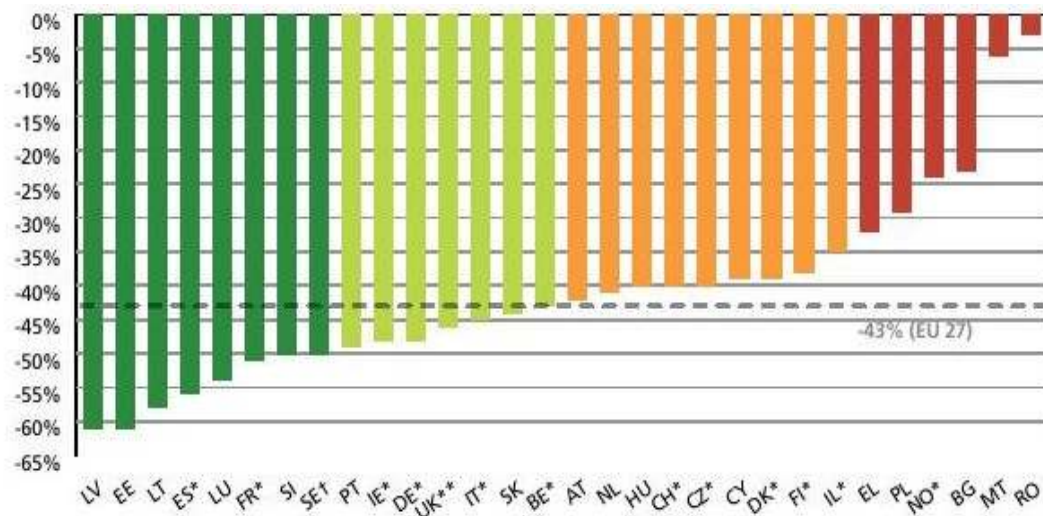
- Το όχημα
- Το οδικό περιβάλλον
- Η συμπεριφορά του χρήστη της οδού

Στις περισσότερες περιπτώσεις δύο ή και οι τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στο ατύχημα. Ωστόσο διάφορες έρευνες ατυχημάτων δείχνουν ότι ο χρήστης της οδού μόνος ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες **αποτελεί την κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων** ως τυχαίος και απρόβλεπτος παράγοντας.

Η συνεχής αύξηση του απόλυτου αριθμού των οδικών ατυχημάτων έχει καταστήσει τα οδικά ατυχήματα μια από τις κύριες αιτίες θανάτου που συνοδεύεται από ένα υψηλό **κοινωνικό και οικονομικό κόστος**. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κάθε χρόνο, 1.300.000 τροχαία ατυχήματα έχουν ως αποτέλεσμα ο αριθμός των θυμάτων να υπερβαίνει τους 31.000 νεκρούς και 1.700.000 τραυματίες. Το άμεσο ή έμμεσο κόστος έχει υπολογισθεί σε 160 δισ. ευρώ, δηλαδή σε ποσοστό περίπου 2% του ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ορισμένες ομάδες του πληθυσμού ή κατηγορίες χρηστών είναι ιδιαίτερα ευάλωτες: οι νέοι ηλικίας 15-24 ετών (10.000 νεκροί ετησίως), οι πεζοί (7.000 νεκροί) ή οι ποδηλάτες (1.800 νεκροί). (CARE, 2009).

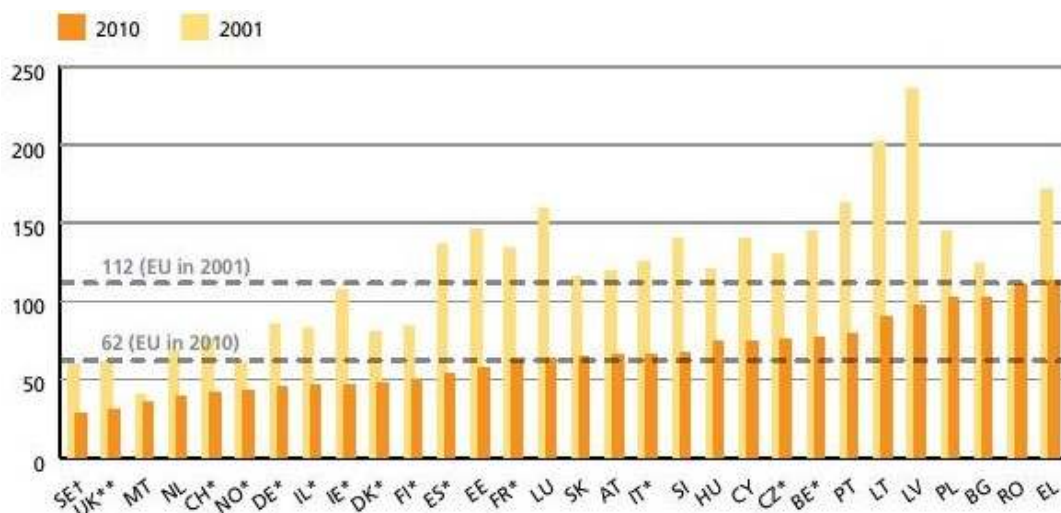
Σε παγκόσμια κλίμακα εκτιμάται ότι ο αριθμός των νεκρών από οδικά ατυχήματα ξεπερνά τα 1,2 εκατομμύρια ετησίως, ενώ ο αριθμός των τραυματιών ή των ανάπηρων υπολογίζεται στα 50 εκατομμύρια. Επίσης το ποσοστό συμμετοχής των νέων ηλικίας από 15-44 ετών στα οδικά ατυχήματα είναι άνω του 50% με το ποσοστό των ανδρών στα συνολικά ατυχήματα να είναι 75% (WHO, 2008).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση καταβάλλεται μια **συστηματική προσπάθεια** για να μειωθεί ο αριθμός των νεκρών από τα οδικά ατυχήματα ενώ έχει τεθεί ως στόχος να μειωθεί ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα κατά 50% μέχρι το 2010 σε σχέση με το 2001 και να φτάσουν στα 25.000 όπως απεικονίζεται και στο γράφημα 1.1 (ETSC, 2011).



Γράφημα 1.1 Ποσοστιαία μείωση θανάτων από οδικά ατυχήματα στις χώρες της Ε.Ε. μεταξύ 2001 και 2010 (Πηγή: ETSC, 2011)

Η **Ελλάδα** βρίσκεται πλέον στην **τελευταία θέση** ανάμεσα στις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο θέμα της οδικής ασφάλειας, υποδεικνύοντας τις ανεπαρκείς προσπάθειες που γίνονται τόσο από τις αρμόδιες αρχές όσο και από τους πολίτες για την βελτίωση της οδικής ασφάλειας (Yannis, 2007). Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από το γράφημα 1.2.



Γράφημα 1.2 Θάνατοι σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων στις χώρες της Ε.Ε. το 2010 σε σύγκριση με το 2001 (Πηγή: ETSC, 2011)

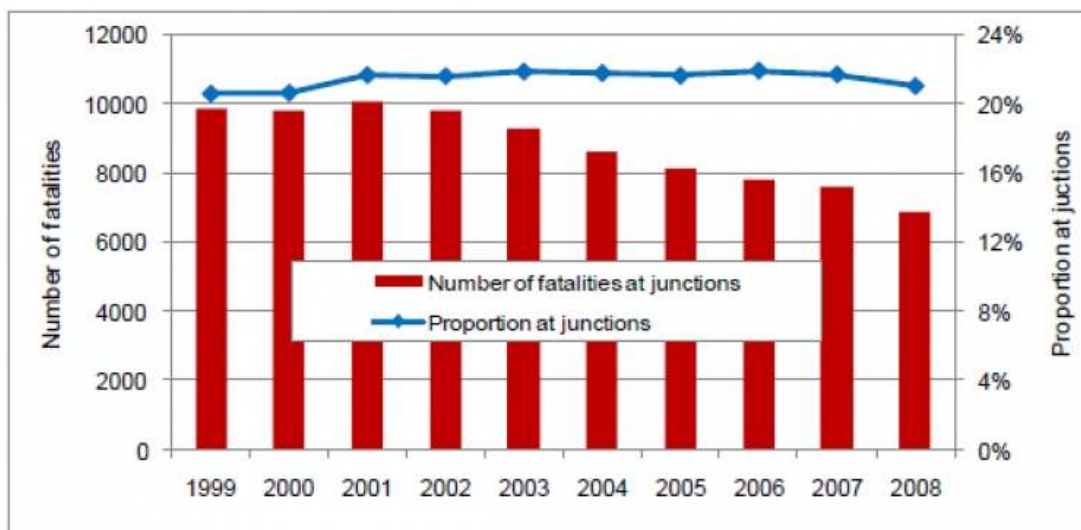
Πιο συγκεκριμένα η Ελλάδα το 2010 υποχώρησε στην 27^η και τελευταία θέση, από την 25^η θέση που καταλάμβανε το 2001, μεταξύ των 27 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η παραπάνω υποβάθμιση συνέβη παρά το γεγονός ότι ο αριθμός των νεκρών ανά εκατομμύριο κατοίκους υποχώρησε το 2010 σε 113 νεκρούς/εκατομμύριο σε σχέση με τους 172 νεκρούς/εκατομμύριο το 2001. Γίνεται επομένως φανερό η αναγκαιότητα **βελτίωσης της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα** ώστε να επιτευχθεί η μείωση του δείκτη θανάτων από οδικά ατυχήματα σε επίπεδα ανάλογα με εκείνα που έχουν επιτύχει οι περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ένα σημαντικός τύπος περιοχής του οδικού δικτύου στο οποίο συμβαίνουν αρκετά ατυχήματα είναι οι **ισόπεδοι κόμβοι**. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών ο αριθμός των σκελών του κόμβου επηρεάζει την επικινδυνότητά του. Ανάλυση ατυχημάτων για την επταετία 1976-1982 στην Ελλάδα, έδειξε ότι ο δείκτης του συνολικού αριθμού ατυχημάτων είναι υψηλότερος σε κόμβους με τέσσερα σκέλη απ' ό,τι με τρία σκέλη (Ριζομυλιώτης et al. 1984). Ο αριθμός των ατυχημάτων στους ισόπεδους κόμβους επηρεάζεται επίσης από τον αριθμό των οχημάτων που διέρχονται από τις διασταυρούμενες οδούς, ο οποίος όσο αυξάνεται, οδηγεί στην αύξηση του αριθμού των **κυκλοφοριακών εμπλοκών** που υπάρχουν μεταξύ οχημάτων ή μεταξύ οχήματος-πεζού.

Σχετική έρευνα σε αστικούς κόμβους της Αθήνας έδειξε ότι ο δείκτης ατυχημάτων αυξάνεται όσο αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος της δευτερεύουσας οδού, ως ποσοστό της συνολικής κυκλοφορίας του κόμβου (Ριζομυλιώτης et al. 1984). Στην ίδια έρευνα παρατηρήθηκε ότι ο δείκτης ατυχημάτων αυξάνεται ανάλογα με τη σημασία της δευτερεύουσας οδού. Επίσης, αν επιτρέπονται οι αριστερές στροφές ο δείκτης ατυχημάτων τόσο σε κόμβους με, όσο και σε κόμβους χωρίς φωτεινή σηματοδότηση μειώνεται όταν υπάρχουν αποκλειστικές λωρίδες για τα αριστερά στρέφοντα οχήματα (California Department of Public Works, 1967). Σημειώνεται τέλος ότι ο **τρόπος ρύθμισης της κυκλοφορίας** σε ένα ισόπεδο

κόμβο, δηλαδή με σήμανση προτεραιότητας ή με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζει την επικινδυνότητα του κόμβου. Η τοποθέτηση πινακίδων καθορισμού προτεραιότητας σε κόμβους χωρίς καμία ρύθμιση της κυκλοφορίας οδηγεί σε μείωση του δείκτη ατυχημάτων. Όσον αφορά στην εγκατάσταση φωτεινού σηματοδότη δε, συνίσταται σε κόμβους με χαμηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους και κόμβους απλής διάταξης με χαμηλούς δείκτες ατυχημάτων.

Σχεδόν 10.500 άνθρωποι σκοτώθηκαν σε οδικά ατυχήματα σε κόμβους σε 18 κράτη – μέλη της Ε.Ε. το 1999, και ο αριθμός αυτός μειώθηκε κατά 30% το 2008. Το γράφημα 1.3 απεικονίζει ότι λίγο παραπάνω από το 20% των θανατηφόρων ατυχημάτων, συνέβησαν σε κόμβους κατά τη διάρκεια της δεκαετίας. Συνεπώς, η τάση στα θανατηφόρα ατυχήματα σε κόμβους, γενικά ακολούθησε την τάση σε όλα τα θανατηφόρα ατυχήματα.



Γράφημα 1.3 Αριθμός και ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ε.Ε.-18 σε οδικά ατυχήματα σε κόμβους κατά την περίοδο 1999-2008 (Πηγή: CARE 2010)

Στον πίνακα 1.1 φαίνεται η εξέλιξη του αριθμού των νεκρών από ατυχήματα σε κόμβους στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1999-2008.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BE	302	334	357	315	272	221	210	207	195	167
CZ	297	283	241	289	303	327	267	222	218	238
DK	155	150	122	130	128	122	94	101	129	126
DE	-	1.739	1.643	1.577	1.578	1.359	1.293	1.249	1.153	1.073
EE	-	-	-	-	-	-	33	38	54	38
EL	162	141	148	168	139	122	118	159	146	147
ES	930	914	856	805	806	764	750	754	721	577
FR	1.444	1.375	1.364	1.238	971	822	664	593	565	475
IT	1.354	1.528	2.013	2.000	1.837	1.761	1.674	1.654	1.550	1.372
LV	-	-	-	-	-	-	-	45	53	20
LU	2	11	8	8	11	8	3	3	7	8
HU	-	-	-	-	316	280	260	266	268	246
NL	404	401	327	321	324	247	249	276	253	227
AT	189	153	146	167	161	145	148	128	123	115
PL	-	-	934	934	983	1.014	898	768	840	834
PT	251	225	236	196	187	213	196	131	161	140
RO	53	59	71	94	64	61	236	238	272	269
SI	-	21	28	28	17	19	28	23	24	24
SK	-	-	-	-	-	-	72	75	61	70
FI	91	85	104	93	83	65	73	65	62	72
SE	171	155	155	171	115	125	98	99	115	97
UK	1.340	1.318	1.325	1.287	1.289	1.189	1.152	1.115	1.089	907
EU-18	9.839	9.826	10.077	9.821	9.269	8.584	8.151	7.785	7.623	6.868
Yearly reduction		0%	-3%	3%	6%	7%	5%	4%	2%	10%

Πίνακας 1.1 Αριθμός θανάτων από οδικά ατυχήματα σε κόμβους ανά χώρα στην Ε.Ε.-18 κατά την περίοδο 1999-2008 (Πηγή: CARE 2010)

Στον πίνακα 1.2 απεικονίζεται ο αριθμός των θυμάτων από οδικά ατυχήματα σε κόμβους και μη ανά τύπο κόμβου και ανά χώρα της Ε.Ε. για το έτος 2008.

	Accidents at junctions					Accidents not at junctions	Not known	Total
	Cross-road	T or Y Junction	Round-about	Level Crossing	Other/Unknown			
BE	0	0	5	1	161	777	0	944
CZ	101	108	0	28	1	836	2	1.076
DK	58	0	2	3	63	279	1	406
DE	906	0	0	63	148	1.561	1.799	4.477
EE	12	20	0	0	6	91	3	132
EL	0	0	0	0	147	1.406	0	1.553
ES	203	216	66	0	92	2.523	0	3.099
FR	189	128	41	30	87	3.800	0	4.275
IT	604	0	87	6	675	3.359	0	4.731
LV	0	0	0	0	20	285	11	316
LU	0	0	0	0	8	27	0	35
HU	196	0	0	40	10	750	0	996
NL	193	0	11	16	7	450	0	677
AT	75	23	2	15	0	410	154	679
PL	823	0	7	42	0	4.565	0	5.437
PT	50	68	8	8	6	713	32	885
RO	230	0	0	39	0	2.792	0	3.061
SI*	24	0	0	0	0	260	9	293
SK	33	35	2	0	0	528	8	606
FI	0	0	0	0	72	271	1	344
SE	85	0	1	0	11	5	295	397
UK	145	511	55	0	196	1.738	0	2.645
EU-22	3.927	1.109	287	291	1.709	27.425	2.315	37.064
Share	11%	3%	1%	1%	5%	74%	6%	100%

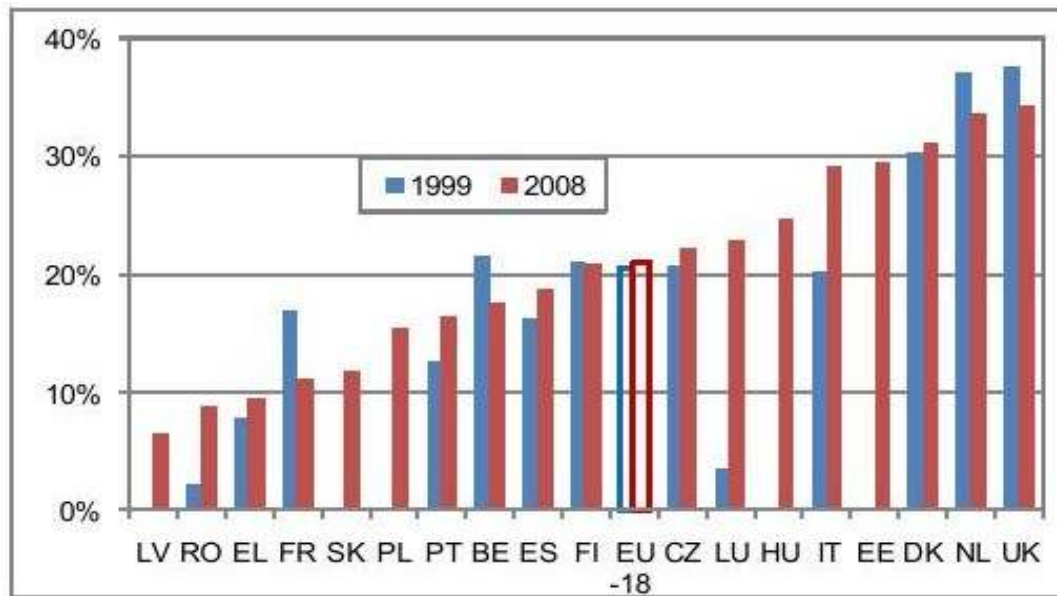
Πίνακας 1.2 Αριθμός θανάτων από οδικά ατυχήματα σε διασταυρώσεις και μη ανά τύπο κόμβου και χώρα της Ε.Ε. για το έτος 2008 (Πηγή: CARE 2010)

Παρατηρούμε ότι στην Ελλάδα έχουμε ένα σημαντικό αριθμό θυμάτων για τα οποία δεν έχει διευκρινιστεί αν το θανατηφόρο ατύχημα συνέβη σε κόμβο ή όχι. Αυτό οφείλεται σε **ελλιπή καταγραφή** από την Τροχαία. Ακόμα, παρατηρείται ότι ο κόμβος μορφής σταυρού έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στα θανατηφόρα ατυχήματα σε κόμβο. Τέλος, τα στοιχεία για τη Σλοβενία αφορούν το έτος 2007, καθώς το 2008 το ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων που συνέβησαν σε κόμβους ήταν 0%.

Ένας ακόμη σημαντικός πίνακας (**Πίνακας 1.3**) συνοδευόμενος από το αντίστοιχο γράφημα (**Γράφημα 1.4**) παρουσιάζεται παρακάτω όπου μας δείχνει τη σοβαρότητα του προβλήματος των οδικών ατυχημάτων σε κόμβους παρουσιάζοντας το ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων σε κόμβους κατά την περίοδο 1999-2008.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BE	22%	23%	24%	24%	22%	19%	19%	19%	18%	18%
CZ	21%	19%	18%	20%	21%	24%	21%	21%	18%	22%
DK	30%	30%	29%	28%	30%	33%	28%	33%	32%	31%
EE							22%	21%	31%	29%
EL	8%	7%	8%	10%	9%	7%	7%	10%	9%	9%
ES	16%	16%	16%	15%	15%	16%	17%	18%	19%	19%
FR	17%	17%	17%	16%	16%	15%	12%	13%	12%	11%
IT	20%	22%	28%	29%	28%	29%	29%	29%	30%	29%
LV								11%	13%	7%
LU	3%	14%	11%	13%	21%	16%	6%	7%	15%	23%
HU					24%	22%	20%	20%	22%	25%
NL	37%	37%	33%	33%	32%	31%	33%	38%	36%	34%
PL			17%	16%	17%	18%	16%	15%	15%	15%
PT	13%	12%	14%	12%	12%	20%	20%	17%	20%	16%
RO	2%	2%	3%	4%	3%	2%	9%	9%	10%	9%
SI		7%	10%	11%	7%	7%	11%	9%	8%	0%
SK								12%	9%	12%
FI	21%	21%	24%	22%	22%	18%	20%	20%	16%	21%
UK	38%	37%	37%	36%	35%	35%	35%	34%	36%	34%
EU-18	21%	21%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	21%

Πίνακας 1.3 Ποσοστό των θανάτων σε ατυχήματα σε κόμβους κατά την περίοδο 1999-2008 (Πηγή: CARE 2010)



Γράφημα 1.4 Ποσοστό των θανάτων σε ατυχήματα σε κόμβους κατά την περίοδο 1999-2008 (Πηγή: CARE 2010)

Από τον πίνακα 1.3 και το γράφημα 1.3, διαπιστώθηκε ότι στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Ολλανδία περισσότερα από το ένα τρίτο των συνολικών θανάτων από οδικά ατυχήματα συμβαίνουν σε κόμβους (34%), ενώ στην **Ελλάδα οι θάνατοι σε κόμβους** αποτελούν μια **μειοψηφία** των συνολικών θανάτων από οδικά ατυχήματα (9%). Επιπλέον ο πίνακας 1.3 και το γράφημα 1.3 μας δείχνουν ότι το συνολικό ποσοστό των θανάτων σε κόμβους αυξήθηκε μεταξύ 1999 και 2008 στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες παρόλο που έτεινε να μειωθεί σε Βέλγιο, Γαλλία, Ολλανδία, Σλοβενία και Ηνωμένο Βασίλειο.

Αυτό θα πρέπει να ανησυχήσει τις χώρες της Ε.Ε. καθώς ολοένα και αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων που κυκλοφορούν ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, αυξάνοντας τον αριθμό των κυκλοφοριακών εμπλοκών στους κόμβους. Επομένως, πρέπει να ληφθούν τα **κατάλληλα μέτρα** για να μην συνεχίσει να αυξάνεται ο αριθμός των νεκρών σε κόμβους. Επίσης μολονότι η Ελλάδα είχε από τα χαμηλότερα ποσοστά θανάτων σε κόμβους επί των συνολικών θανάτων από οδικά ατυχήματα (9%), ωστόσο την τριετία 2006-2008 (9,3%) δεν κατάφερε να φτάσει τα ποσοστά της διετίας 2004-2005 (7%).

Οι **παράγοντες** που επηρεάζουν τον αριθμό των ατυχημάτων σε ισόπεδους κόμβους αφορούν στο **γεωμετρικό σχεδιασμό του κόμβου** και τη **γενική ρύθμιση της κυκλοφορίας** σε αυτόν. Επομένως πρέπει να υπάρχει σωστή **διαμόρφωση** των κόμβων. Για να συμβεί αυτό κατά τη διαμόρφωση των κόμβων πρέπει να εξασφαλίζονται:

- Ασφάλεια της κυκλοφορίας
- Επαρκής κυκλοφοριακή ικανότητα
- Αποδεκτό κόστος κατασκευής και λειτουργίας
- Ικανοποιητική προσαρμογή στον περιβάλλοντα χώρο

Η ασφάλεια της κυκλοφορίας στον κόμβο εξαρτάται από την :

- **Έγκαιρη αναγνώριση** από όλες τις προσβάσεις του, ώστε οι οδηγοί να πραγματοποιήσουν εγκαίρως τους απαραίτητους ελιγμούς (ένταξη στην κατάλληλη λωρίδα, τροχοπέδηση, στροφές εισόδου/εξόδου, διασταυρώσεις κτλ.).
- **Επαρκή εποπτεία** ώστε οι υποχρεούμενοι να περιμένουν κατά την προσέγγιση στον κόμβο και να μπορούν εγκαίρως να βλέπουν αυτούς που έχουν προτεραιότητα κίνησης.
- **Καταληπτή λειτουργία** ώστε να γίνονται ευχερώς αντιληπτά από τους χρήστες οι θέσεις εισόδων/εξόδων, η προτεραιότητα κτλ.
- **Κατάλληλη διαμόρφωση** ώστε να κινούνται ασφαλώς τα οχήματα και οι χρήστες (κατάλληλα πλάτη λωρίδων, επαρκείς ακτίνες στροφών, σωστή υψομετρική διαμόρφωση, ασφαλείς διαβάσεις πεζών κτλ.).

Η κυκλοφοριακή ικανότητα ενός κόμβου εξαρτάται από τη διευθέτηση της κίνησης όλων των κυκλοφοριακών ρευμάτων, ώστε να μην προκύπτουν υπερβολικά χρονικά διαστήματα αναμονής για κανένα από αυτά.

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας θεωρείται αποδεκτό όταν, για δεδομένο επίπεδο ασφάλειας, κυκλοφοριακής ικανότητας και προσαρμογής στον περιβάλλοντα χώρο, το σύνολο των δαπανών κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας είναι ελάχιστο.

Η προσαρμογή στον περιβάλλοντα χώρο ενός κόμβου θεωρείται ικανοποιητική όταν οι επιβαρύνσεις στο περιβάλλον της περιοχής του κόμβου (ηχορύπανση, ατμοσφαιρική ρύπανση, παρεμπόδιση της υπάρχουσας χρήσης γης, οπτική παρείσδυση, απορροή όμβριων) παραμένουν κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια.

Όλες οι στατιστικές δείχνουν ότι είναι δυνατή η μείωση των οδικών ατυχημάτων σε ισόπεδους κόμβους αν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα τα οποία θα πρέπει να στηρίζονται στην κατανόηση της συμπεριφοράς των οδηγών κατά τις ενδεχόμενες αλλαγές του περιβάλλοντος της οδού. Εξάλλου στην Ελλάδα υπήρξε αύξηση των οδικών ατυχημάτων σε κόμβους κατά 30,3% μέσα σε ένα χρόνο. Για αυτό το λόγο, συγκοινωνιολόγοι με πολυετή επιστημονική πείρα προτείνουν **σειρά μέτρων για την μείωση των οδικών ατυχημάτων σε ισόπεδους κόμβους**.

Τα βασικότερα μέτρα συνοψίζονται στα παρακάτω σημεία (Πηγή: Federal Highway Administration Intersection Safety):

- 1) Βελτιστοποίηση του **γεωμετρικού σχεδιασμού** των νέων κόμβων, συντήρηση και βελτίωση των ήδη υφισταμένων.
- 2) Υιοθέτηση **πολιτικής για την κυκλοφορία των πεζών και των δικυκλιστών** από κάθε δημοτική αρχή, όπου θα καθορίζονται σαφώς τα

όρια προτεραιότητας των οχημάτων και των πεζών και θα προγραμματίζονται συγκεκριμένες δράσεις για την υλοποίηση της πολιτικής αυτής.

- 3) Ανάπτυξη ολοκληρωμένων **δικτύων διαδρομών για πεζούς, δικυκλιστές**, καθώς και προστατευμένες διαδρομές ατόμων με ειδικές ανάγκες.
- 4) Συστηματική αναβάθμιση των **πεζοδρόμων**, συντήρηση αλλά και επιτήρηση της σωστής λειτουργίας πεζοδρόμων.
- 5) Ανάπτυξη κατάλληλης **σήμανσης** και βελτίωση της ήδη υπάρχουσας όσον αφορά στους πεζοδρόμους και στα δίκτυα διαδρομών των πεζών και δικυκλιστών.
- 6) Δημιουργία και επιτήρηση **ζωνών με όριο ταχύτητας 30 χλμ./ώρα** σε περιοχές κατοικίας και έντονων εμπορικών δραστηριοτήτων.
- 7) **Βελτιστοποίηση του χρόνου πρασίνου των πεζών** σε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις.
- 8) Έμφαση στην **αστυνόμευση της παράνομης στάθμευσης** επί των πεζοδρομίων, πλατειών και γενικότερα του δικτύου διαδρομών των πεζών, δικυκλιστών και ατόμων με ειδικές ανάγκες.
- 9) **Μετατροπή** των υφιστάμενων κόμβων **σε κυκλικούς** και κατασκευή κυκλικών κόμβων, καθώς πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι οι κυκλικοί κόμβοι βελτιώνουν το επίπεδο της οδικής ασφάλειας.
- 10) Αύξηση της **ορατότητας** της σήμανσης πριν τον κόμβο και βελτίωση της ορατότητας ολόκληρου του κόμβου από τους χρήστες ανεμπόδια.

- 11) Δημιουργία λωρίδων για τα **στρέφοντα οχήματα**, βελτίωση των υφιστάμενων λωρίδων, δημιουργία λωρίδων για τις **αριστερές στροφές** με **προστατευόμενη φάση** και περιορισμοί ή απαγορεύσεις στροφών ανάλογα με την επικινδυνότητα του κόμβου.
- 12) Βελτίωση της **συντονισμένης** σηματοδότησης.
- 13) Κατασκευή ή παροχή **λωρίδας επιτάχυνσης** για αριστερές/ δεξιές στροφές.
- 14) Μείωση ή εξάλειψη **λοξών κινήσεων** (νέα χάραξη ώστε να υπάρχουν οριζόντια και κάθετα τμήματα).
- 15) **Εντατικοποίηση** της αστυνόμευσης.
- 16) Εκστρατείες προώθησης της **σωστής κυκλοφοριακής συμπεριφοράς** των χρηστών των οδών μέσω των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης και άλλων τρόπων προώθησης μηνυμάτων (αφίσες, έντυπα, σχολικά προγράμματα, ιστοσελίδες κτλ.).
- 17) Θεσμοθέτηση των **μελετών επιπτώσεων οδικής ασφάλειας** σε κάθε μεγάλο έργο υποδομής.

Βέβαια, τα παραπάνω μέτρα που προτείνονται πρέπει να **εξεταστούν** και να **προσαρμοστούν** κατάλληλα, ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν στον **Ελλαδικό χώρο**.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής του ισόπεδου κόμβου σε συνδυασμό με άλλες επιλεγμένες παραμέτρους στη συχνότητα και τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων με χρήση της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης (lognormal) αλλά και της γενικής λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης (general loglinear)**. Θα εξεταστεί πως επηρεάζουν ο ισόπεδος κόμβος σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους στο συνολικό αριθμό των οδικών ατυχημάτων.

Προκειμένου για την ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Συνεπώς, επιμέρους στόχο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη των μαθηματικών προτύπων, τα οποία θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ του συνολικού αριθμού ατυχημάτων με τις παραμέτρους που τις επηρεάζουν.

Τα πρότυπα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα επιτρέψουν τον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν το συνολικό αριθμό των ατυχημάτων. Επίσης εξετάζονται **οι συνδυασμοί ανά δύο των παραμέτρων** σε σχέση με τη σοβαρότητα για την καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ταυτόχρονα **συγκρίνονται τα πρότυπα** μεταξύ τους ως προς τα εξαγόμενα αποτελέσματα.

Οι **παράμετροι** που επιλέχθηκαν με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι: οι συνθήκες φωτισμού, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, ο τύπος του οχήματος, ο τύπος ατυχήματος, η ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι, ο ελιγμός του οχήματος, η ανωφέρεια και η κατωφέρεια.

Οι **παράμετροι** που επιλέχθηκαν με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης είναι: οι συνθήκες φωτισμού, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, ο τύπος του οχήματος, ο τύπος ατυχήματος, η ύπαρξη κεντρικού σθηθαίου ασφαλείας ή όχι και η ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι.

Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την **κατανόηση** του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζεται ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων, και θα δώσουν την δυνατότητα λήψης αποτελεσματικότερων μέτρων για τη μείωση της συχνότητας και της σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων.

Τέλος, επισημαίνεται ότι σε όλο το κείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όπου γίνεται αναφορά του όρου **κόμβος**, εννοείται ότι πρόκειται για **ισόπεδο κόμβο**, ενώ όπου γίνεται αναφορά στη **λογαριθμογραμμική** παλινδρόμηση ή λογαριθμογραμμική ανάλυση, εννοείται ότι πρόκειται για τη **γενική λογαριθμογραμμική** παλινδρόμηση ή τη γενική λογαριθμογραμμική ανάλυση.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφεται συνοπτικά η **μεθοδολογία** που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν, δηλαδή έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Μέσω των παρεμφερών ερευνών καταβλήθηκε προσπάθεια να αποκτηθεί μια σχετική εμπειρία στην επεξεργασία τέτοιων θεμάτων, καθώς επίσης και να αποφασιστεί η μέθοδος με την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των στοιχείων και θα επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος. Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του τρόπου συλλογής των στοιχείων. Η **συλλογή των στοιχείων** έγινε μέσω του

Συστήματος Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.), το οποίο έχει αναπτυχθεί από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. περιέχει στοιχεία οδικών ατυχημάτων που συνέβησαν σε ολόκληρο το οδικό δίκτυο της Ελλάδας για την περίοδο 1985-2009 στοιχεία τα οποία προέρχονται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.) η οποία οργανώνει και καταγράφει συνολικά τα στοιχεία που συλλέγονται από τα Δελτία Οδικών τροχαίων Ατυχημάτων (Δ.Ο.Τ.Α.) τα οποία συμπληρώνει η Τροχαία μετά από κάθε οδικό ατύχημα. Η ανάκτηση των στοιχείων γίνεται μέσω της διατύπωσης ερωτημάτων και τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται σε πίνακες.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία αυτά **κωδικοποιήθηκαν** για να εισαχθούν και να αναλυθούν με το **ειδικό λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας** SPSS. Χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης και της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης. Την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας διαδέχτηκε **η ανάπτυξη των μαθηματικών προτύπων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής των διαφόρων παραμέτρων στο συνολικό αριθμό των ατυχημάτων. Τέλος, παρατέθηκαν τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται, υπό μορφή **διαγράμματος ροής**, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.



Γράφημα 1.5 Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία. Αρχικά πραγματοποιείται **συνοπτική παρουσίαση** του προβλήματος της οδικής ασφάλειας για ατυχήματα τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη, περιγράφονται οι **παράγοντες** που επιδρούν στη **οδική ασφάλεια** και παρατίθενται στοιχεία, πίνακες και γραφήματα που δίνουν πληροφορίες για την εξέλιξη του φαινομένου έως σήμερα. Ακολουθώντας, περιγράφονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό των ατυχημάτων σε ισόπεδους κόμβους, ποιες αρχές πρέπει να εξασφαλίζονται για τη σωστή διαμόρφωση των κόμβων, από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ασφάλεια της κυκλοφορίας σε έναν κόμβο και ποια μέτρα προτείνονται από την Federal Highway Administration Intersection Safety για τη μείωση των οδικών ατυχημάτων σε κόμβους. Στη συνέχεια διευκρινίζεται **ο στόχος** της παρούσας έρευνας και περιγράφεται η **μεθοδολογία** που ακολουθήθηκε. Τέλος, παρατίθεται η **δομή** της Διπλωματικής Εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, προκειμένου να αποκτηθεί το απαραίτητο υπόβαθρο για την εκπόνησή της. Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την παρουσίαση και ανασκόπηση των αποτελεσμάτων από έρευνες και μεθοδολογίες συναφών με τη διπλωματική εργασία. Επισημαίνεται δε, ότι από το πλήθος των ερευνών που εντοπίστηκαν, καμία δεν αφορούσε σε ελληνικά δεδομένα. Στο τέλος του κεφαλαίου, συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν και καταγράφονται συγκεντρωτικά τα **αποτελέσματα** τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Στο τρίτο κεφάλαιο, αφού γίνει μία σύντομη αναφορά στις κυριότερες βασικές έννοιες και στατιστικές θεωρίες δίνεται η περιγραφή του θεωρητικού υποβάθρου, πάνω στο οποίο θα βασιστεί η ανάλυση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Ειδικότερα παρουσιάζεται το πλαίσιο της **μεθοδολογίας**, στο οποίο θα στηριχτεί η ανάλυση για το συνολικό αριθμό των ατυχημάτων με τη χρήση μαθηματικών προτύπων. Αναλύονται δηλαδή τα **επιμέρους θεωρητικά στοιχεία** που αφορούν τη λογαριθμοκανονική και τη λογαριθμογραμμική ανάλυση που είναι και οι **επιλεγμένες** μέθοδοι ανάλυσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον τρόπο συλλογής στοιχείων που αφορούν σε οδικά ατυχήματα καθώς και στον τρόπο καταγραφής τους. Περιγράφεται η διαθέσιμη **βάση δεδομένων** στοιχείων ατυχημάτων που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ο τρόπος επεξεργασίας τους με το Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.) και η **επιλογή των παραμέτρων** που θα εξεταστούν για τη μελέτη των μαθηματικών προτύπων θα αναπτυχθούν. Τέλος, δημιουργήθηκαν κάποιοι συγκεντρωτικοί πίνακες που παραθέτουν ορισμένα στοιχεία της βάσης, οι οποίοι και σχολιάζονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται όλη η **διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής των τελικών μαθηματικών προτύπων**. Αναλύεται αρχικά η κωδικοποίηση των δεδομένων, ο τρόπος εισαγωγής τους στο στατιστικό λογισμικό, η χρήση του λογισμικού και η σχέση του συνολικού αριθμού ατυχημάτων με τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται. Στην τελευταία παράγραφο του κεφαλαίου,

παρουσιάζονται αναλυτικά τα **αποτελέσματα** που προκύπτουν από τα τελικά πρότυπα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Στο έκτο κεφάλαιο, αφού γίνει σύνοψη των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται τα **εξαγόμενα συμπεράσματα** σχετικά με τις παραμέτρους που επηρεάζουν τον συνολικό αριθμό οδικών ατυχημάτων, διατυπώνονται σχετικές **προτάσεις** για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας αλλά και προτάσεις για **περαιτέρω έρευνα** σε αντικείμενο συναφές με την παρούσα διπλωματική εργασία.

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 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** που πραγματοποιήθηκε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Περιλαμβάνει την παρουσίαση αποτελεσμάτων από έρευνες συναφείς με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται αποτελέσματα από έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή των κόμβων στην οδική ασφάλεια. Εκτός από τη συνοπτική παράθεση των αποτελεσμάτων των ερευνών, γίνεται και αναφορά στις μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή των κατάλληλων προτύπων. Αναφέρεται ότι οι έρευνες που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκαν στο εξωτερικό, ενώ εντοπίστηκε μόλις μία παρεμφερής έρευνα στην Ελλάδα. Τέλος, μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός της καταλληλότερης μεθόδου για την επίτευξη των στόχων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

2.2.1 Επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια από μέτρα που λαμβάνονται σε κόμβους

Στο τεχνολογικό κέντρο ερευνών της Φινλανδίας το 1994, ο ερευνητής Risto Kulmala διεξήγαγε έρευνα για να ποσοτικοποιήσει τις **επιπτώσεις** από μέτρα που λαμβάνονται σε κόμβους. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από την εθνική φινλανδική οδική υπηρεσία για τα έτη 1983-1987. Συμπεριλήφθησαν 325 κόμβοι με τρία μέρη και 298 με τέσσερα μέρη. Μελετήθηκε ο **αριθμός** και ο **τύπος** των ατυχημάτων σε κάθε κόμβο πριν και μετά την υιοθέτηση των μέτρων. Σκοπός της έρευνας ήταν η εκτίμηση των επιπτώσεων από οδικά μέτρα σε κόμβους πριν και μετά την υιοθέτηση των μέτρων αυτών.

Τα **μέτρα** που ελήφθησαν στους κόμβους ήταν:

- Αλλαγή στην κατάταξη των οδών
- Οδικός φωτισμός
- Τοποθέτηση σήμανσης STOP
- Έλεγχος σηματοδότησης
- Διαπλατύνσεις οδού
- Αλλαγή ορίων ταχύτητας
- Βελτίωση ορατότητας
- Δίοδοι για ποδηλάτες/δικυκλιστές
- Βελτιώσεις στη γεωμετρία της οδού
- Απλοποίηση σήμανσης και τοποθέτηση προειδοποιητικής σήμανσης
- Αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής
- Αποκλειστική λωρίδα δεξιάς στροφής
- Άλλα μέτρα

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η **ανάλυση “πριν” και “μετά”** στην οποία γίνεται σύγκριση μεταξύ του αριθμού των ατυχημάτων τα οποία παρατηρήθηκαν μετά την υιοθέτηση των οδικών μέτρων με τον αριθμό των ατυχημάτων που θα συνέβαιναν αν δεν είχαν υιοθετηθεί τα μέτρα αυτά. Στη συνέχεια για να αποφευχθούν φαινόμενα **παλινδρόμησης περί τον μέσο**, πραγματοποιήθηκε εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων με βάση το εξής πρότυπο: $EST_i = OBS_i + (MOD_i - OBS_i) / (1 + MOD_i / K)$

Όπου EST_i = η εκτίμηση του πιθανού αριθμού ατυχημάτων στον κόμβο i

OBS_i = ο αριθμός των παρατηρηθέντων ατυχημάτων

MOD_i = το πρότυπο πρόβλεψης ατυχήματος

$1/K$ = η παράμετρος της κατανομής Γάμμα που περιγράφει την απόκλιση από τον αναμενόμενο αριθμό ατυχημάτων

Τα πρότυπα πρόβλεψης ατυχημάτων για ατυχήματα με τραυματισμούς και συνολικά ατυχήματα σε κόμβους με τρία και τέσσερα μέρη αντίστοιχα είναι:

$$MOD_i = A \times VEHIN5_i^B \times MINOR_i^C$$

$$MOD_i = A \times VEHIN5_i^B \times MINOR_i^C \times SKEW$$

Όπου $VEHIN5$ = Συνολικός αριθμός εισερχόμενων οχημάτων σε πέντε έτη

$MINOR$ = Ο λόγος των εισερχομένων οχημάτων της δευτερεύουσας οδού προς τον συνολικό αριθμό εισερχομένων οχημάτων

A, B, C = Παράμετροι που πρέπει να εκτιμηθούν, με θεώρηση $B=1$

$SKEW$ = Παράμετρος που περιγράφει την κατανομή της κυκλοφορίας μεταξύ των δευτερευουσών οδικών μερών

Έπειτα χρησιμοποιώντας την **συνάρτηση πιθανοφάνειας** $L(\mu/y) = \mu^y \cdot e^{-\mu} / y!$

Προσδιορίζεται η πιο πιθανή αλλαγή στο ποσοστό του αριθμού των ατυχημάτων με τραυματισμούς και στο ποσοστό του συνολικού αριθμού ατυχημάτων μετά την υιοθέτηση των διαφορετικών μέτρων σε κόμβους με τρία και τέσσερα μέρη.

Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 2.1.

Μέτρο	Κόμβοι τριών μερών			Κόμβοι τεσσάρων μερών		
	Συνολικά ατυχήματα	Ατυχήματα με τραυμ.	Αριθμός κόμβων	Συνολικά ατυχήματα	Ατυχήματα με τραυμ.	Αριθμός κόμβων
Λωρίδα Δεξιάς στροφής	+14%	(-15%)	13	(-17%)	(-10%)	6
Λωρίδα Αριστερής στροφής	+2%	(-24%)	10	+1%	+6%	24
Διαπλάτυνση ευθείας ροής	+5%	+19%	29	(+1%)	(-10%)	8
Άλλη διαπλάτυνση οδού	+2%	(+33%)	32	-17%	(-15%)	30
Βελτιωμένη Γεωμετρία προσ.	(+1%)	(+46%)	14	(-29%)	(+88%)	5
Έλεγχος σηματοδότησης			0	-26%	(-6%)	2
Οδικός φωτισμός	-49%	(-49%)	16	-11%	(+15%)	25
Σήμανση STOP	(-46%)	(-9%)	4	-2%	(-12%)	8
Διαδρομή πεζών/ποδηλατών	-3%	-32%	21	-7%	+18%	26
Διάβαση πεζών/ποδηλατών	(+122%)	(+400%)	1	+26%	(+49%)	6
Χαμηλότερο όριο ταχύτητας	-26%	(-26%)	13	-17%	+8%	22
Υψηλότερο όριο ταχύτητας	-8%	(-11%)	12	(-15%)	(+26%)	7
Σήμανση προειδοποίησης	(-40%)	(-100%)	8	(-4%)	(-100%)	4
Σήμανση καθοδήγησης	-21%	+13%	85	+4%	+23%	88
Βελτιωμ. μήκος ορατότητας	+34%	(+41%)	39	(-2%)	(-63%)	14
Άλλη βελτίωση	-13%	(-12%)	16	-34%	(-28%)	13

Πίνακας 2.1 Η πιο πιθανή αλλαγή στο ποσοστό των ατυχημάτων με τραυματισμούς και των συνολικών ατυχημάτων μετά την υιοθέτηση των διαφορετικών μέτρων σε κόμβους με τρία και τέσσερα μέρη.

Σημειώνεται ότι οι αλλαγές βασιζόμενες σε αναμενόμενο αριθμό ατυχημάτων κάτω από δέκα, παρουσιάζονται σε παρενθέσεις.

Από τον **πίνακα 2.1** παρατηρήθηκε ότι:

- Η λωρίδα αριστερής στροφής, η λωρίδα δεξιάς στροφής, ο έλεγχος της σηματοδότησης, ο φωτισμός της οδού, η τοποθέτηση σήμανσης STOP, η κατασκευή διόδου για πεζούς και ποδηλάτες, η μείωση των ορίων ταχύτητας και η σήμανση προειδοποίησης παρουσίασαν θετική επιρροή στη μείωση των ατυχημάτων.

- Η διαπλάτυνση του ρεύματος ευθείας κίνησης σε κόμβο, άλλες διαπλατύνσεις της οδού, η βελτιωμένη ορατότητα αλλά και η θέσπιση υψηλότερων ορίων ταχύτητας δεν φαίνεται να επηρεάζουν την ασφάλεια στους κόμβους σε αξιοσημείωτη έκταση.
- Η βελτιωμένη γεωμετρία της περιοχής προσέγγισης, η σήμανση καθοδήγησης σε μικρό βαθμό αλλά κυρίως η δημιουργία διάβασης πεζών εμφανίζονται να έχουν αρνητική επίδραση στη μείωση των ατυχημάτων.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στην παρούσα έρευνα, ποσοτικοποιήθηκε η επιρροή της παλινδρόμησης περί τον μέσο. Το **εύρος** της επιρροής της κυμάνθηκε στο 20% κατά μέσο όρο, κάτι που σημαίνει ότι ο αριθμός των ατυχημάτων στους κόμβους θα μπορούσε να είχε μειωθεί κατά 20% ακόμα και εάν τα μέτρα που πάρθηκαν δεν είχαν υιοθετηθεί.

2.2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΕ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

2.2.2.1 Διερεύνηση επιπέδου σοβαρότητας τραυματισμών οδικών ατυχημάτων σε σηματοδοτούμενους κόμβους

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται μία έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στη Φλόριντα των Ηνωμένων Πολιτειών (Abdel-Aty et al., 2004) και εξετάζει τους διαφορετικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη **σοβαρότητα** των τραυματισμών οδικών ατυχημάτων σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Εξετάζει επίσης την πληρότητα των συλλεγόμενων στοιχείων αλλά και την επιρροή των ελλειπών στοιχείων στα τελικά αποτελέσματα.

Στην παρούσα έρευνα υιοθετήθηκαν δύο μεθοδολογίες: Η διατεταγμένη προτυποποίηση **probit** ώστε να αναλυθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν συνολικά τα επίπεδα σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων σε σηματοδοτούμενες κόμβους και τα πρότυπα παλινδρόμησης μορφής **δέντρου**, τα

οποία εξετάζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν κάθε ένα από τα επίπεδα σοβαρότητας των οδικών ατυχημάτων σε σηματοδοτούμενους κόμβους.

Τα δεδομένα προήλθαν από το τμήμα συγκοινωνιών της Φλόριντα, το τμήμα ασφάλειας εθνικών οδών της Φλόριντα και από τα στοιχεία τεσσάρων περιφερειών του νομού της Φλόριντας που αποτελούν την πλειοψηφία του νομού. Ωστόσο το τμήμα συγκοινωνιών και τμήμα ασφάλειας εθνικών οδών της Φλόριντα έχουν δεδομένα μόνο για τα ατυχήματα που εμπλέκεται κάποιος τραυματισμός ή κακούργημα. Αντίθετα τα δεδομένα των τεσσάρων περιφερειών περιλαμβάνουν και τα ατυχήματα με υλικές ζημιές. Έτσι όταν όλες οι υπηρεσίες συναντήθηκαν για να συνεργαστούν και έγινε κόμβο των δεδομένων των ατυχημάτων κάθε υπηρεσίας, διαπιστώθηκε ότι καμία βάση δεδομένων δεν ήταν **πλήρης** και σε κάθε μία έλειπαν δεδομένα τα οποία περιλαμβάνονταν σε κάποια άλλη.

Τελικά τα κοινά δεδομένα συνδυάστηκαν και δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων για την παρούσα έρευνα όσο το δυνατόν πληρέστερη που περιελάμβανε 33.592 ατυχήματα από 832 κόμβους για τα έτη 2000 και 2001. Η **τελική** βάση δεδομένων περιλαμβάνει 5 εξαρτημένες μεταβλητές και 40 ανεξάρτητες οι οποίες αναφέρονται στα εξής:

Ανεξάρτητες

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά και γεωμετρικός σχεδιασμός στην κύρια και δευτερεύουσα οδό
- Όριο ταχύτητας στην κύρια και δευτερεύουσα οδό
- Μέση ημερήσια κυκλοφορία στην κύρια και την δευτερεύουσα οδό
- Αν κάποιο ατύχημα συνέβη σε κάποια από τις τέσσερις περιφέρειες
- Τύπος του ατυχήματος

Εξαρτημένες

- Είδος του τραυματισμού (όχι τραυματισμός, πιθανός τραυματισμός, τραυματισμός χωρίς ανικανότητα, τραυματισμός με ανικανότητα, θανάσιμος τραυματισμός)

Αναφορικά με τη διατεταγμένη προτυποποίηση probit για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα ατυχήματα όπου ήταν γνωστή η σοβαρότητα του τραυματισμού. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν 21.204 ατυχήματα στα διατεταγμένα πρότυπα probit. Δημιουργήθηκαν τρεις τύποι διατεταγμένων προτύπων probit. Ένα πρότυπο που οι τύποι των ατυχημάτων ήταν οι μόνες ανεξάρτητες μεταβλητές, ένα πρότυπο όπου τα χαρακτηριστικά των κόμβων ήταν οι μόνες ανεξάρτητες μεταβλητές και ένα τελικό πρότυπο που συνδύασε τις μεταβλητές των δύο πρώτων προτύπων.

Δημιουργήθηκαν δύο πρότυπα για τον **τύπο του ατυχήματος**: Το πρώτο, **περιορισμένο** πρότυπο που βασίστηκε μόνο στα δεδομένα ατυχημάτων με τραυματισμό και το δεύτερο που βασίστηκε στα **ολοκληρωμένα** δεδομένα. Τα αποτελέσματα έδειξαν τα εξής:

- Τα ατυχήματα από δεξιά στροφή βρέθηκε να είναι ασήμαντα στην πρόβλεψη της σοβαρότητας του τραυματισμού στο περιορισμένο πρότυπο, ενώ στο πλήρες πρότυπο βρέθηκε να μειώνεται η πιθανότητα των επιπέδων τραυματισμού.
- Στο περιορισμένο πρότυπο το ποσοστό ταξινόμησης είναι αρκετά χαμηλό (43,6%), το οποίο αυξάνεται στο 78,4% στο πλήρες πρότυπο. Συνεπώς, οι ερμηνείες θα δοθούν με βάση το πλήρες πρότυπο.
- Ο τύπος ατυχήματος της σύγκρουσης με ποδήλατο/ πεζό έχει το υψηλότερο επίπεδο τραυματισμού.

- Από τις συγκρούσεις οχημάτων, εκείνες της αριστερής στροφής, της μετωπικής και πλαγιομετωπικής σύγκρουσης προκαλούν τα πιο σοβαρά επίπεδα τραυματισμού, ενώ οι συγκρούσεις δεξιάς στροφής και οι πλάγιες καταλήγουν σε μικρότερο επίπεδο τραυματισμού.
- Το πρότυπο δείχνει ότι στην περιφέρεια του Hillsborough είναι πιο πιθανό να συμβεί σοβαρό ατύχημα.

Ακόμα δημιουργήθηκαν δύο πρότυπα για τα **χαρακτηριστικά των κόμβων** όπως και παραπάνω. Το περιορισμένο και το πλήρες πρότυπο. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν είναι:

- Το περιορισμένο πρότυπο είχε ποσοστό πρόβλεψης του αναμενόμενου επιπέδου σοβαρότητας του ατυχήματος 41,1%, ενώ στο πλήρες πρότυπο αυξήθηκε στο 78,4%. Συνεπώς οι ερμηνείες βασίζονται στο πλήρες πρότυπο.
- Αύξηση του αριθμού των λωρίδων και του ορίου ταχύτητας στη δευτερεύουσα οδό, διαχωρισμός της δεξιάς στροφής στην κύρια οδό και διαχωρισμός της δευτερεύουσας οδού βρέθηκαν να μειώνουν το αναμενόμενο επίπεδο τραυματισμού.
- Αύξηση του αριθμού των λωρίδων για αριστερή στροφή και του κυκλοφοριακού φόρτου στην κύρια οδό βρέθηκε να αυξάνουν το επίπεδο σοβαρότητας τραυματισμού.
- Η περιφέρεια της πόλης του Ορλάντο έχει υψηλότερο κίνδυνο σοβαρότητας τραυματισμού από τις άλλες περιφέρειες.

Τέλος, δημιουργήθηκε ένα πρότυπο με μεταβλητές για τον τύπο του ατυχήματος και για τα χαρακτηριστικά των κόμβων βασισμένα στην

ολοκληρωμένη βάση δεδομένων. Καθορίστηκαν οι σημαντικότερες μεταβλητές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Τα συμπεράσματα ήταν:

- Τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται πεζοί ή ποδηλάτες έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο σοβαρού τραυματισμού.
- Οι συγκρούσεις αριστερής στροφής, πλαγιομετωπικές και μετωπικές οδηγούν σε υψηλότερο επίπεδο τραυματισμού.
- Οι συγκρούσεις δεξιών στροφών και οι πλάγιες δεν βρέθηκαν σημαντικές και δεν συμπεριλήφθηκαν στο τελικό πρότυπο.
- Από τα χαρακτηριστικά των κόμβων μόνο η ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή άλλου τύπου διαχωρισμού και το όριο ταχύτητας στην δευτερεύουσα οδό είναι σημαντικές μεταβλητές για το επίπεδο σοβαρότητας τραυματισμού σε οδικό ατύχημα. Συγκεκριμένα, η παρουσία κάποιου τύπου διαχωρισμού και η ύπαρξη αυξημένου ορίου ταχύτητας στη δευτερεύουσα οδό (πιθανότατα υποδεικνύοντας καλύτερο σχεδιασμό της δευτερεύουσας οδού και περισσότερες φάσεις σηματοδότησης) μειώνουν τον κίνδυνο σοβαρού τραυματισμού.
- Η πόλη του Ορλάντο έχει το υψηλότερο επίπεδο τραυματισμού από τις τέσσερις περιφέρειες.

Στη συνέχεια, μελετήθηκαν τα πρότυπα παλινδρόμησης μορφής δέντρου. Πραγματοποιήθηκαν έξι παλινδρομήσεις (για την περιορισμένη και την πλήρη βάση δεδομένων), τέσσερις στην πλήρη βάση για κάθε ένα επίπεδο τραυματισμού και δύο στην περιορισμένη βάση. Είναι σαφές ότι οι σημαντικοί παράγοντες και το επίπεδο σημαντικότητας διαφέρουν στα έξι πρότυπα και είναι οι εξής:

- Στα θανατηφόρα ατυχήματα οι σημαντικοί παράγοντες είναι αν η κύρια οδός είναι διαχωρισμένη και ο αριθμός των λωρίδων της κύριας οδού.
- Στα ατυχήματα χωρίς τραυματισμό ο σημαντικότερος παράγοντας είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος.
- Για τα ατυχήματα με πιθανό τραυματισμό ο σπουδαιότερος παράγοντας είναι ο αριθμός των λωρίδων στη δευτερεύουσα οδό
- Για ατυχήματα με τραυματισμό χωρίς ανικανότητα ο σπουδαίος παράγοντας είναι ο αριθμός των αποκλειστικών λωρίδων για δεξιά στροφή.
- Στα ατυχήματα με τραυματισμό και ανικανότητα το σημαντικότερο είναι η μέση ημερήσια κυκλοφορία της δευτερεύουσας οδού.

Συνοψίζοντας, παρατηρείται η **διαφορά** στα αποτελέσματα των δύο μεθοδολογιών αλλά και μεταξύ της περιορισμένης και της πλήρους βάσης δεδομένων αποδεικνύοντας τη **σπουδαιότητα** της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης **πληρότητας** των δεδομένων. Επιπλέον, εκτός της μεθόδου της διατεταγμένης προτυποποίησης probit που χρησιμοποιήθηκε από πολλούς προγενέστερους ερευνητές χρησιμοποιήθηκε και η παλινδρόμηση μορφής δέντρου για κάθε επίπεδο σοβαρότητας σε ένα οδικό ατύχημα και βοήθησε στην καλύτερη αντίληψη των συγκεκριμένων παραγόντων και της σημασίας τους σε κάθε επίπεδο σοβαρότητας ατυχήματος.

2.2.2.2 Χρήση του αρνητικού διωνυμικού προτύπου τυχαίας επιρροής στην εξέταση περιστατικών οδικών ατυχημάτων σε σηματοδοτούμενους κόμβους

Στην πόλη της Σιγκαπούρης, πραγματοποιήθηκε το 2000 έρευνα από τους Hoong Chor Chin και Mohammed Abdul Quddus στην οποία οι ερευνητές χρησιμοποιούν το **αρνητικό διωνυμικό πρότυπο τυχαίας επιρροής (RENB)**, ώστε να αναγνωρίσουν τους παράγοντες που επιδρούν στην οδική ασφάλεια σε κόμβους. Το πρότυπο χρησιμοποιήθηκε για να εξετάσει τη σχέση μεταξύ συμβάντος ατυχήματος και των γεωμετρικών, κυκλοφοριακών και των χαρακτηριστικών ελέγχου κυκλοφορίας σε σηματοδοτούμενους κόμβους στη Σιγκαπούρη.

Στη μεθοδολογία χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο RENB αντί των προτύπων Poisson και αρνητικό διωνυμικό (NB) λόγω περιορισμών στη χρήση τους. Δηλαδή λόγω απαίτησης του προτύπου Poisson ο λόγος απόκλισης προς το μέσο να είναι 1 και απαίτησης Poisson και NB προτύπων τα δεδομένα ατυχημάτων να μην είναι συσχετισμένα στο χρόνο. Λόγω ετερογένειας και αυξημένης συσχέτισης των δεδομένων των ατυχημάτων, τα πρότυπα αυτά κρίνονται **ακατάλληλα** για να περιγράψουν τα τυχαία, διακριτά, σποραδικά και μη αρνητικά δεδομένα ατυχημάτων. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 52 κόμβους τεσσάρων μερών στη νοτιοδυτική πλευρά της Σιγκαπούρης για τα έτη 1992-1999. Για κάθε παρατήρηση θεωρήθηκαν 32 μεταβλητές που σχετίζονται με τον κυκλοφοριακούς φόρτους, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά ελέγχου κυκλοφορίας. Έπειτα από **έλεγχο** για πιθανή συσχέτιση των μεταβλητών και για την ύπαρξη στατιστικής σημαντικότητας, τελικά έντεκα μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν στο τελικό πρότυπο.

Ερμηνεία του τελικού προτύπου και της σημαντικότητας των μεταβλητών του

- Ο συνολικός φόρτος προσέγγισης βρέθηκε ως η πιο **σημαντική** μεταβλητή από τις κυκλοφοριακές που επηρεάζει το επίπεδο οδικής ασφάλειας στους κόμβους ($t=2,712$, $P=0.0067$). Η έκθεση στα ατυχήματα είναι πολύ πιθανό να εξαρτάται από τον κυκλοφοριακό φόρτο.
- Ο αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος **δεξιάς στροφής** ($t=1,516$, $P=0,1296$) οδηγεί σε περισσότερες συγκρούσεις μεταξύ των δεξιά στρεφόντων οχημάτων και των οχημάτων που κινούνται ευθεία. Αυτό οφείλεται στα μειωμένα διαθέσιμα κενά για τη δεξιά στρέφουσα κυκλοφορία όπως και για την αριστερά στρέφουσα συγχωνευόμενη κυκλοφορία. Συνεπώς υπάρχουν λιγότερες ευκαιρίες στροφής και οι χρήστες είναι διατεθειμένοι να ρισκάρουν περισσότερο για να στρίψουν.
- Η ύπαρξη **μη ελεγχόμενης** λωρίδας αριστερής στροφής αυξάνει τα περιστατικά ατυχημάτων ($t=3,52$, $P=0.0004$). Αυξάνεται η πιθανότητα των ατυχημάτων, ίσως εκείνων με πλάγιες και πλαγιομετωπικές συγκρούσεις. Ένας λόγος που συμβαίνει το φαινόμενο αυτό είναι η μεγαλύτερη δυνατότητα των χρηστών για συγχώνευση με το κύριο ρεύμα κυκλοφορίας.
- Με την παροχή στη λωρίδα αριστερής στροφής, τμήματος για **επιτάχυνση** πριν τη συγχώνευση, βελτιώνεται το επίπεδο οδικής ασφάλειας ($t=-2,113$, $P=0,0346$). Το τμήμα επιτάχυνσης σχετίζεται με **μείωση** των ατυχημάτων κατά 24% λόγω μείωσης στην διαφορά ταχύτητας μεταξύ των συγχωνευόμενων οχημάτων με αυτά του κυρίου ρεύματος κυκλοφορίας αλλά και τη δυνατότητα καλύτερης θέσης των οχημάτων πριν τη συγχώνευση.
- Το **μήκος ορατότητας** στον κόμβο, ποικίλλει από 65 μέχρι 400m και σχετίζεται με υψηλότερο δείκτη ατυχημάτων ($t=3,141$, $P=0,0017$). Οι

αυξήσεις στα μήκη ορατότητας επιτρέπουν στους χρήστες να αυξήσουν την ταχύτητα των οχημάτων τους με αποτέλεσμα την πιθανότητα μεγαλύτερη συχνότητα ατυχημάτων.

- Πλάτη **στηθαίων ασφαλείας** μεγαλύτερα από 2m σχετίζονται με υψηλό δείκτη ατυχημάτων ($t=2,462$, $P=0,0138$). Αυτό εξηγείται από τη μεγαλύτερη ελευθερία των δεξιά στρεφόντων οχημάτων και την ύπαρξη περισσοτέρων σημείων σύγκρουσης που οδηγούν σε περισσότερες συγκρούσεις.
- Η παρουσία **λεωφορειακών στάσεων** κοντά σε κόμβο αυξάνουν τη συχνότητα των ατυχημάτων στον κόμβο ($t=1,592$, $P=0,1114$). Η παρουσία των στάσεων μειώνει το χρησιμοποιούμενο πλάτος οδού και συνεπώς αυξάνει τις συγκρούσεις.
- Υπάρχει μικρή μείωση της πιθανότητας ατυχημάτων όταν παρέχονται **εσοχές** στις λεωφορειακές στάσεις ($t=-1,738$, $P=0,082$). Οι εσοχές διαχωρίζουν τα ακινητοποιημένα λεωφορεία από την υπόλοιπη κυκλοφορία. Κόμβοι με περισσότερες εσοχές παρουσιάζουν ετήσια μείωση ατυχημάτων κατά 5%.
- Ο αριθμός των **φάσεων** ανά κύκλο σηματοδότησης είναι η πιο σημαντική μεταβλητή μεταξύ των χαρακτηριστικών ελέγχου κυκλοφορίας που επηρεάζει την οδική ασφάλεια στους κόμβους. Μεγαλύτερος αριθμός φάσεων ανά κύκλο σηματοδότησης οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων ($t=3,073$, $P=0,0021$). Αυτό αιτιολογείται καθώς τα περισσότερα ατυχήματα συμβαίνουν κατά τις αλλαγές φάσεων.
- Η παρουσία **καμερών παρακολούθησης** βρέθηκε ότι σχετίζεται με αύξηση της συχνότητας των ατυχημάτων ($t=3,858$, $P=0,0001$). Το εύρημα αυτό οφείλεται ίσως επειδή οι κόμβοι που εξετάστηκαν είχαν υψηλούς δείκτες ατυχημάτων πριν την εγκατάσταση των καμερών. Επιπλέον, η

εγκατάσταση καμερών στη Σιγκαπούρη έγινε με πρωταρχικό στόχο να αποθαρρυνθούν οι παραβάτες ερυθρού σηματοδότη και όχι να μειωθούν τα ατυχήματα. Ακόμα οι νωτομετωπικές συγκρούσεις ίσως αυξηθούν λόγω μεγαλύτερης κυκλοφοριακής αναταραχής.

- Ο **έλεγχος σηματοδότησης** επιδρά στη μείωση των περιστατικών ατυχημάτων ($t=-0,767$, $P=0,4428$). Οι κόμβοι στους οποίους διενεργείται προσαρμοστικός έλεγχος σηματοδότησης σχετίζονται με 5% μείωση στον ετήσιο αριθμό ατυχημάτων. Το εύρημα αιτιολογείται καθώς μειώνονται τα μεγάλα κενά στην αντιθέτως κινούμενη κυκλοφορία και συνεπώς μειώνονται και οι συγκρούσεις μεταξύ των κυκλοφοριακών ρευμάτων.

2.2.2.3 Παράγοντες που συμβάλλουν στα οδικά ατυχήματα σε σηματοδοτούμενους κόμβους στην πόλη του Χονγκ-Κονγκ

Μετά από συνεργασία ερευνητών του Χονγκ-Κονγκ (Wong et al., 2007), εκπονήθηκε μια έρευνα με θέμα **τους παράγοντες** που συμβάλλουν στα οδικά ατυχήματα σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Στην έρευνα αυτή, παρουσιάζονται οι παράγοντες που έχουν επίπτωση στα οδικά ατυχήματα, αντλώντας πληροφορίες από 262 σηματοδοτούμενους κόμβους στο Χονγκ-Κονγκ για τα έτη 2002 και 2003. Οι πληροφορίες αφορούν στην κυκλοφοριακή ροή, τον γεωμετρικό σχεδιασμό, το οδικό περιβάλλον και τον έλεγχο της σηματοδότησης και ενσωματώθηκαν σε ένα πρότυπο **πρόβλεψης** ατυχημάτων.

Τα δεδομένα των ατυχημάτων ανακτήθηκαν από τη βάση δεδομένων οδικών ατυχημάτων του τμήματος μεταφορών του Χονγκ-Κονγκ και από την αστυνομία. Σε αυτή τη βάση δεδομένων τα ατυχήματα διαιρούνται σε **τρεις κατηγορίες**: τα θανατηφόρα ατυχήματα, τα ατυχήματα με σοβαρό τραυματισμό και εκείνα με ελαφρό τραυματισμό. Θανατηφόρο θεωρείται ένα ατύχημα αν υπάρχει τουλάχιστον ένας θανατηφόρος τραυματισμός είτε άμεσα είτε μέχρι την παρέλευση τριάντα ημερών. Ένα ατύχημα με σοβαρό τραυματισμό είναι ένα

ατύχημα στο οποίο ένα ή περισσότερα άτομα έχουν τραυματιστεί και παρέμειναν στο νοσοκομείο για περισσότερες από δώδεκα ώρες, ενώ ένα ατύχημα με ελαφρό τραυματισμό θεωρείται αν ένα ή περισσότερα άτομα έχουν τραυματιστεί και παρέμειναν στο νοσοκομείο μέχρι δώδεκα ώρες.

Στην παρούσα έρευνα δημιουργήθηκαν **δύο ξεχωριστά** πρότυπα πρόβλεψης ατυχημάτων: ένα για τα ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες και ένα για τα ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες. Διαθέτονται όλες οι επαρκείς πληροφορίες για τους 262 σηματοδοτούμενους κόμβους οι οποίοι αποτελούν το 15,7% των συνολικών σηματοδοτούμενων κόμβων. Για να καθοριστεί η σχέση μεταξύ των επιπτώσεων των ατυχημάτων και του κυκλοφοριακού φόρτου προτάθηκε η κυκλοφοριακή ροή να χρησιμοποιηθεί ως **υποκατάστατη** μεταβλητή για την επιρροή της έκθεσης στον κίνδυνο ατυχήματος παρά ως ένας άμεσος παράγοντας πρόβλεψης.

Στο **προτεινόμενο** πρότυπο πρόβλεψης σε αυτή την έρευνα, η επιρροή του γεωμετρικού σχεδιασμού, των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών και του οδικού περιβάλλοντος στην έκθεση στον κίνδυνο ατυχήματος, η οποία ορίζεται ως ο αριθμός των ατυχημάτων διαιρούμενος με τη μέση ετήσια ημερήσια κυκλοφορία ελέγχοντας για την πιθανή επέμβαση στην κυκλοφορία, ποσοτικοποιούνται αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας τον **λογάριθμο της μέσης ετήσιας ημερήσιας κυκλοφορίας**.

Τα **γεωμετρικά χαρακτηριστικά** περιλαμβάνουν τις εξής μεταβλητές που θα εξεταστούν: τον αριθμό των προσεγγίσεων, Τον αριθμό των παρόδων προσέγγισης, τον αριθμό των σημείων σύγκρουσης, τον αριθμό των κυκλοφοριακών ρευμάτων, το μέσο πλάτος λωρίδας και την αμοιβαιότητα της μέσης ακτίνας στροφής. Όσον αφορά τα **κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά**, περιλαμβάνονται η παρουσία στάσεων τραμ, η παρουσία στάσεων για δεξιά και αριστερή στροφή και η αναλογία των εμπορικών οχημάτων. Για το οδικό περιβάλλον περιλαμβάνονται μεταβλητές που αφορούν γεωγραφικές τοποθεσίες:

Το νησί του Χονγκ- Κονγκ, η περιοχή Kowloon και τα Νέα Εδάφη. Τέλος, για τον έλεγχο σηματοδότησης εμπεριέχονται: τα στάδια σηματοδότησης, ο χρόνος κύκλου, ο αριθμός των ρευμάτων των πεζών και η ύπαρξη δεξιάς στροφής.

Για να προσεγγιστεί επαρκώς η συχνότητα ατυχήματος με διακριτό, μη αρνητικό και τυχαίο τρόπο υιοθετήθηκε είτε πρότυπο παλινδρόμησης **Poisson** είτε πρότυπο **αρνητικής διωνυμικής** παλινδρόμησης. Για την επιλογή πρέπει να φανεί αν τα δεδομένα υπόκεινται σε overdispersion. Μπορεί να ελεγχθεί με το overdispersion test. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στο πρότυπο πρόβλεψης ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες τα δεδομένα υπόκεινται σε σημαντικό overdispersion σε επίπεδο εμπιστοσύνης 1%. Για αυτό το λόγο η αρνητική διωνυμική παλινδρόμηση εισάγεται στο πρότυπο πρόβλεψης με ελαφρά τραυματίες, ενώ στο πρότυπο πρόβλεψης με βαριά τραυματίες ή θανόντες εισάγεται η παλινδρόμηση Poisson. Έπειτα γίνεται και ο έλεγχος ώστε οι μεταβλητές πρόβλεψης να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Τα **αποτελέσματα** από τα πρότυπα είναι: α) στο πρότυπο πρόβλεψης με ελαφρά τραυματίες: Η περιοχή Kowloon, η παρουσία στάσεων του τραμ και μια αύξηση στην κυρτότητα αυξάνουν σημαντικά την επίπτωση ελαφρού τραυματισμού σε οδικό ατύχημα. β) Στο πρότυπο πρόβλεψης με βαριά τραυματίες και θανόντες: Η παρουσία στάσεων του τραμ, η αύξηση στην αναλογία εμπορικών οχημάτων, η αύξηση στον αριθμό των ρευμάτων για τους πεζούς και η μείωση του μέσου πλάτους λωρίδας αυξάνουν σημαντικά την επίπτωση σοβαρού ή θανατηφόρου τραυματισμού σε οδικό ατύχημα.

Τα αποτελέσματα **επεξηγούνται** ως εξής: α) Στο πρότυπο πρόβλεψης με **ελαφρά τραυματίες**: Αποδείχτηκε παραπάνω ότι στην περιοχή Kowloon είναι υψηλότερος ο κίνδυνος ατυχήματος με ελαφρά τραυματίες. Αυτό πιθανότατα οφείλεται: στην ιδιαιτερότητα των εδαφικών χαρακτηριστικών της περιοχής, στο ότι είναι πυκνοκατοικημένη αστική περιοχή, στα πολλά εμπορικά καταστήματα και στις πολλές εκτός οδού εμπορικές δραστηριότητες αλλά και στην επιθετική

οδηγική συμπεριφορά. Επίσης η αύξηση στην κυρτότητα οδηγεί σε σημαντικό κίνδυνο οδικού ατυχήματος καθώς εμποδίζει τους ελιγμούς και δημιουργεί πιθανές συγκρούσεις ειδικά με βαριά φορτηγά και λεωφορεία τα οποία πιθανόν προκαλούν περισσότερα ατυχήματα.

Τα **κατάλληλα μέτρα** που πρέπει να παρθούν είναι: καθαρότερα οδικά σήματα, πινακίδες προειδοποίησης, περιορισμοί για στάθμευση εκτός οδού και κατάλληλες τροποποιήσεις στη φάση σηματοδότησης. Ακόμα η παρουσία στάσεων του τραμ αυξάνει τον αριθμό των συγκρούσεων μεταξύ μικτής κυκλοφορίας και συγκεκριμένα οχημάτων-επιβατών του τραμ καθώς οι δεύτεροι δεν είναι εξοικειωμένοι με τις διαβάσεις που υπάρχουν αλλά και λόγω της διέλευσης οχημάτων που εισέρχονται στην γραμμή του τραμ για κάποιο διάστημα. Συνεπώς πρέπει να τοποθετηθούν προστατευτικά κάγκελα στις στάσεις του τραμ και ύπαρξη λωρίδων αποκλειστικής διέλευσης του τραμ.

β) Στο πρότυπο πρόβλεψης με **βαριά τραυματίες και νεκρούς**: Ο αριθμός των ρευμάτων των πεζών επιδρά σημαντικά στην επίπτωση σοβαρού τραυματισμού ή θανάτου σε οδικό ατύχημα λόγω της δυνατής δύναμης σύγκρουσης στην οποία εκτίθεται ο πεζός. Επίσης σημαντικά επηρεάζει και εδώ η παρουσία στάσεων του τραμ λόγω περισσότερων εμπλοκών οχήματος-πεζού κατά την επιβίβαση και αποβίβαση αλλά και της διάσχισης από τους πεζούς των οδών αυτών. Συνεπώς **συνίσταται** ο διαχωρισμός της κίνησης των πεζών με την κίνηση των οχημάτων ώστε να μειωθούν οι εμπλοκές οχήματος-πεζού. Η σύνθεση της κυκλοφορίας επίσης επηρεάζει τον κίνδυνο σοβαρού ή θανατηφόρου ατυχήματος όταν αυξάνεται η αναλογία των βαρέων οχημάτων και υπάρχει επιθετική οδηγική συμπεριφορά. Το σπουδαιότερο μέτρο που απαιτείται είναι η **βελτίωση της εκπαίδευσης των χρηστών** των οδών, προκειμένου να βελτιωθεί η οδική ασφάλεια.

Τέλος, η μείωση του μέσου πλάτους λωρίδας αυξάνει την πιθανότητα σοβαρού ή θανατηφόρου ατυχήματος εξαιτίας του μειωμένου χρόνου αντίδρασης του οδηγού

και της μειωμένης δυνατότητας πραγματοποίησης ελιγμών, λόγω μειωμένου διατιθέμενου χώρου. Τα μέτρα που απαιτούνται είναι: η διεύρυνση των οδών και όπου αυτό δεν είναι εφικτό, η επαρκής ρύθμιση της κυκλοφορίας μέσω μετατροπών στη σηματοδότηση.

2.2.2.4 Εξέταση της σοβαρότητας των τραυματισμών των χρηστών των οδών και των ζημιών των οχημάτων σε οδικά ατυχήματα σε κόμβους με τη μέθοδο της ιεραρχικής ανάλυσης Bayes

Άλλη μια έρευνα αναφορικά με τους σηματοδοτούμενους κόμβους πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Σιγκαπούρης (Huang et al. 2007), με θέμα τη σοβαρότητα των τραυματισμών των χρηστών των οδών και των ζημιών των οχημάτων σε οδικά ατυχήματα σε κόμβους με τη μέθοδο της **ιεραρχικής ανάλυσης Bayes**. Στην παρούσα έρευνα αναπτύχθηκε ένα ιεραρχικό διωνυμικό λογιστικό πρότυπο Bayes για να προσδιορίσει τους σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν το επίπεδο σοβαρότητας των τραυματισμών και των ζημιών των οχημάτων σε κάποιο οδικό ατύχημα σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Με τη μέθοδο αυτή ελήφθησαν υπόψη οι συσχετισμοί σοβαρότητας μεταξύ των χρηστών-οχημάτων που είχαν εμπλακεί στα ίδια ατυχήματα. Έτσι αποφεύχθηκε η διπλομέτρηση και η πιθανότητα να εξαχθούν βιαστικά συμπεράσματα. Ακόμα, εξασφαλίστηκε η καταλληλότητα εισαγωγής τυχαίων επιπτώσεων για κάθε επίπεδο σύγκρουσης.

Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ατυχημάτων της Σιγκαπούρης από το 2003 μέχρι το 2005. Από τα συνολικά 19.832 καταγεγραμμένα ατυχήματα, τα 4095 συνέβησαν σε σηματοδοτούμενους κόμβους και εισήχθησαν στο πρότυπο.

Δύο κατηγορίες **δεικτών σοβαρότητας** χρησιμοποιήθηκαν: Σοβαρότητα τραυματισμού χρήστη, που περιλαμβάνει: α) θανατηφόρο ή σοβαρό τραυματισμό και β) ελαφρύ ή μη τραυματισμό και σοβαρότητα ζημιών οχήματος που περιλαμβάνει: α) εκτεταμένες ζημιές και β) μικρές ή όχι ζημιές.

Για να προκύψει μια καθαρή εκτίμηση των επιρροών του κάθε πιθανού παράγοντα, ξεχωριστά για κάθε σοβαρότητα, μια δυαδική εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε συνδυάζοντας τους δύο δείκτες σοβαρότητας. Επίσης χρησιμοποιήθηκε μια μεταβλητή για τον αριθμό αναγνώρισης κάθε ατυχήματος και άλλες μεταβλητές που αφορούσαν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τις συνθήκες κυκλοφορίας, τα χαρακτηριστικά του χρήστη και τα χαρακτηριστικά του οχήματος. Ακόμα, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με εικοσιπέντε μεταβλητές για κάθε ατύχημα σε κόμβο. Τελικά, ένας συνολικός αριθμός δέκα μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν στο επίπεδο **σύγκρουσης** και πέντε μεταβλητών στο επίπεδο **χρήστη-οχήματος**.

Συγκεκριμένα: η μέτρα της εβδομάδας, η ώρα της ημέρας, ο τύπος κόμβος, η φύση της λωρίδας (κεντρική λωρίδα, λωρίδα δεξιάς στροφής κυρίως κτλ.), η κατάσταση της οδικής επιφάνειας, ο φωτισμός της οδού, το όριο ταχύτητας της οδού, η κίνηση των οχημάτων, η παρουσία ερυθρού σηματοδότη και η εμπλοκή πεζού αφορούν στο επίπεδο σύγκρουσης. Ο τύπος του οχήματος, η ηλικία του χρήστη, το φύλο του χρήστη, η εμπλοκή του άλλου οχήματος και η εμπλοκή του επιβάτη αφορούν στο επίπεδο χρήστη-οχήματος.

Στο τελικό πρότυπο, εννέα μεταβλητές ήταν στατιστικά σημαντικές για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης. Στη συνέχεια παρατίθενται οι **ερμηνείες** για τους σημαντικούς παράγοντες που επιδρούν στο επίπεδο σοβαρότητας ενός ατυχήματος ως εξής:

Ώρα της ημέρας

- Τα οδικά ατυχήματα που συμβαίνουν τη **νύχτα** έχουν 19% υψηλότερη πιθανότητα να είναι πολύ σοβαρά από ότι την **ημέρα**, πιθανόν λόγω του ότι η οδήγηση με υπερβολική ταχύτητα και υπό την επήρεια αλκοόλ συνήθως συμβαίνουν τις βραδινές ώρες. Επιπλέον, η επιρροή του **φωτισμού** είναι σημαντική τη νύχτα.

- Χρήστες ή οχήματα που συμμετέχουν σε ατύχημα κατά την **ώρα αιχμής**, βρέθηκαν να έχουν 60% χαμηλότερες πιθανότητες να εμπλακούν σε ατύχημα με μεγάλη σοβαρότητα λόγω του υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου και των χαμηλών ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα.

Τύπος κόμβου

- Ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα σε κόμβους **μορφής T ή Y** έχουν 20% αυξημένες πιθανότητες να είναι πολύ σοβαρά από τους άλλους τύπους κόμβος. Τα οχήματα που κινούνται στην δευτερεύουσα οδό σε κόμβους μορφής T ή Y όταν συγχωνεύονται στην κύρια οδό έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να συγκρουστούν σοβαρά από τα οχήματα που κινούνται στην κύρια οδό, ίσως και εξαιτίας του μικρότερου πεδίου ορατότητας σε σχέση με άλλους τύπους κόμβου.
- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι κόμβοι **τύπου X** φαίνεται να έχουν κατά μέσο όρο θετική επιρροή στη μείωση της σοβαρότητας του ατυχήματος.

Φύση της λωρίδας

- Η χρήση της **αριστερής λωρίδας** αυξάνει την πιθανότητα σοβαρού ατυχήματος κατά 26% σε σχέση με την κεντρική λωρίδα, κάτι που μάλλον οφείλεται στην υψηλότερη ταχύτητα που αναπτύσσουν οι χρήστες όταν χρησιμοποιούν την αριστερή λωρίδα.

Φωτισμός της οδού

- Η **κακή κατάσταση** του φωτισμού της οδού αυξάνει την πιθανότητα σοβαρού ατυχήματος κατά 69%. Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο επειδή οι χρήστες ίσως έχουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης και καλύτερη αντίληψη του κινδύνου σύγκρουσης σε οδικά περιβάλλοντα με καλό φωτισμό.

Παρουσία κάμερας παρακολούθησης

- Η παρουσία **κάμερας παρακολούθησης** σχετίζεται με υψηλότερο επίπεδο σοβαρότητας, με πιθανότητα που αυξάνεται κατά 108%. Το αποτέλεσμα μπορεί να εκπλήσσει αλλά αιτιολογείται από το γεγονός ότι παρόλο που η κάμερα παρακολούθησης δεν αυξάνει από μόνη της τον κίνδυνο των σοβαρών ατυχημάτων, σχετίζεται με περιοχές υψηλού κινδύνου. Συγκεκριμένα, κόμβοι με κάμερες παρακολούθησης ίσως έχουν ήδη τοποθετηθεί σε περιοχές με πιο σοβαρά ατυχήματα καθώς οι αρχές πάντα τοποθετούν κάμερες παρακολούθησης σε πολύ επικίνδυνες περιοχές.

Εμπλοκή πεζού

- Η **εμπλοκή πεζού** ουσιαστικά μειώνει την πιθανότητα συμμετοχής σε πολύ σοβαρό ατύχημα κατά 62%. Αυτό είναι λογικό καθώς οι πεζοί σε αντίθεση με τους χρήστες της οδού μπορούν να τραυματιστούν πολύ πιο εύκολα σε πιθανή σύγκρουση.

Τύπος οχήματος

- Τα **δίκυκλα** αυξάνουν την πιθανότητα εμπλοκής σε σοβαρό ατύχημα κατά 263%, αντιπροσωπεύοντας τον σημαντικότερο παράγοντα του προτύπου. Αυτό συμβαίνει διότι τα οχήματα αυτά δεν έχουν τον εξοπλισμό ασφαλείας που διαθέτουν τα ελαφρά και βαρέα οχήματα.
- Τα **βαρέα οχήματα** μειώνουν την πιθανότητα εμπλοκής σε σοβαρό ατύχημα κατά 87%, αφού όσο πιο μεγάλο το βάρος του οχήματος τόσο πιο μικρό τον κίνδυνο πιθανού σοβαρού τραυματισμού.

Ηλικία χρήστη

- Η **ηλικία** του χρήστη αυξάνει την πιθανότητα εμπλοκής σε σοβαρό ατύχημα. Συγκεκριμένα, για τους χρήστες νεαρής ηλικίας η πιθανότητα εμπλοκής σε σοβαρό ατύχημα αυξάνεται κατά 16%, ενώ στους ηλικιωμένους κατά 70%. Αυτό οφείλεται στους νεαρούς χρήστες διότι οδηγούν απρόσεκτα και ίσως

χρησιμοποιούν περισσότερο οχήματα δύο τροχών που αποδεδειγμένα αυξάνουν τον κίνδυνο σοβαρού ατυχήματος, ενώ στους ηλικιωμένους αποδίδεται στην επιδείνωση της μυϊκής δύναμης και του χρόνου αντίδρασης.

Εμπλοκή του άλλου οχήματος

- Η **εμπλοκή του άλλου οχήματος** επηρεάζει σημαντικά τη σοβαρότητα των ατυχημάτων. Συγκεκριμένα, ο χρήστης που ενήργησε λάθος έχει 63% μεγαλύτερη πιθανότητα σοβαρού ατυχήματος από τον χρήστη που δεν ενήργησε λάθος.

2.2.3 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΕ ΜΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

2.2.3.1 Χρησιμοποίηση διαδικασίας αξιοπιστίας για τη μείωση της αβεβαιότητας στην πρόβλεψη ατυχημάτων σε μη σηματοδοτούμενους κόμβους

Ύστερα από συνεργασία ερευνητών του πανεπιστημίου του Ορλάντο (Haleem et al. 2009), διεξήχθη έρευνα με σκοπό να εξεταστεί η επιρροή της **επικαιροποίησης** των παραμέτρων of covariates σε πρότυπο με αρνητική διωνυμική κατανομή χρησιμοποιώντας μια μέθοδο Bayes ώστε να γίνουν πιο **ακριβείς** προβλέψεις των συχνοτήτων των ατυχημάτων σε μη σηματοδοτούμενους κόμβους με τρία και τέσσερα μέρη. Επίσης, να μειωθεί η αβεβαιότητα και να δημιουργηθεί μια πλήρης πιθανοτική κατανομή για τους συντελεστές των παραμέτρων. Συλλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση δεδομένα από 433 μη σηματοδοτούμενους κόμβους για την περίοδο 2003-2006. Τέσσερα πρότυπα Bayes εξετάστηκαν: α) ένα μη πληροφοριακό με συνάρτηση πιθανοφάνειας το λογάριθμο της συνάρτησης Γάμμα, β) ένα μη πληροφοριακό με αρνητική διωνυμική συνάρτηση πιθανοφάνειας, γ) ένα πληροφοριακό με αρνητική διωνυμική συνάρτηση πιθανοφάνειας, δ) ένα πληροφοριακό με συνάρτηση πιθανοφάνειας το λογάριθμο της συνάρτησης Γάμμα.

Οι **μεταβλητές** που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα είναι οι εξής: 1) Ύπαρξη σήμανσης STOP στη δευτερεύουσα προσέγγιση (οδό), 2) Ύπαρξη διαγράμμισης STOP στη δευτερεύουσα προσέγγιση (οδό), 3) Ύπαρξη διάβασης πεζών στη δευτερεύουσα προσέγγιση (οδό), 4) αριθμός δεξιά στρεφόντων λωρίδων στη κύρια προσέγγιση (οδό), 5) αριθμός αριστερά στρεφόντων λωρίδων στη κύρια προσέγγιση (οδό), 6) αριθμός λωρίδων αριστερής στροφής στη κύρια προσέγγιση (οδό), 7) αριθμός λωρίδων δεξιάς στροφής στη κύρια προσέγγιση (οδό), 8) τύπος κεντρικής νησίδας στην κύρια οδό, 9) τύπος κεντρικής νησίδας στη δευτερεύουσα οδό, 10) λοξότητα, 11) λογάριθμος της ετήσιας μέσης ημερήσιας κυκλοφορίας (ΕΜΗΚ) στην κύρια οδό, 12) λογάριθμος της αντίθετης στη ροή απόστασης από τον μη σηματοδοτούμενο κόμβο ενδιαφέροντος στον κοντινότερο σηματοδοτούμενο κόμβο, 13) λογάριθμος της κατά τη ροή απόστασης από τον μη σηματοδοτούμενο κόμβο ενδιαφέροντος στον κοντινότερο σηματοδοτούμενο κόμβο, 14) ψευδομεταβλητή που περιγράφει το μέγεθος του κόμβου, 15) πλάτος δεξιού ερείσματος στην κύρια οδό, 16) πλάτος αριστερού ερείσματος στην κύρια οδό, 17) ποσοστό φορτηγών στην κύρια οδό

Από το **αρνητικό διωνύμικο** πρότυπο συχνότητας ατυχημάτων σε κόμβους **τριών μερών** πριν την επικαιροποίηση προκύπτουν τα εξής:

- Η ύπαρξη **σήμανσης STOP** στη δευτερεύουσα οδό αυξάνει σημαντικά τη συχνότητα των ατυχημάτων σε σχέση με τη μη ύπαρξη σήμανσης STOP.
- Η ύπαρξη δύο λωρίδων **δεξιάς στροφής** και στα δύο ρεύματα κυκλοφορίας μειώνει σημαντικά τα ατυχήματα σε σχέση με την ύπαρξη μίας λωρίδας δεξιάς στροφής και ακόμη περισσότερο σε σχέση με τη μη ύπαρξη λωρίδας δεξιάς στροφής.
- Αντίθετα, η ύπαρξη δύο λωρίδων **αριστερής στροφής** και στα δύο ρεύματα κυκλοφορίας αυξάνει περισσότερο τα ατυχήματα σε σχέση με την ύπαρξη μίας λωρίδας αριστερής στροφής.

- Ακόμα, όταν ο μη σηματοδοτούμενος κόμβος σχετίζεται με **κύρια οδό** δύο λωρίδων, είναι ασφαλέστερο αναφορικά με το αν σχετιζόταν με κύρια οδό μίας λωρίδας.
- Τέλος, όταν αυξάνεται ο **λογάριθμος της ετήσιας μέσης ημερήσιας κυκλοφορίας** στην κύρια οδό, αυξάνονται τα ατυχήματα.

Όσον αφορά το αρνητικό διωνυμικό πρότυπο συχνότητας ατυχημάτων σε κόμβους **τεσσάρων μερών** πριν την επικαιροποίηση προκύπτουν τα εξής:

- Η ύπαρξη **δύο** πινακίδων σήμανσης STOP και στις δύο δευτερεύουσες προσεγγίσεις αυξάνει σημαντικά τη συχνότητα των ατυχημάτων σε σχέση με την ύπαρξη μίας πινακίδας σήμανσης STOP σε μία δευτερεύουσα προσέγγιση.
- Η ύπαρξη δύο λωρίδων δεξιάς στροφής και στα δύο ρεύματα κυκλοφορίας έχει μεγαλύτερη επικινδυνότητα από την ύπαρξη μίας λωρίδας δεξιάς στροφής.
- Η ύπαρξη δύο λωρίδων **ευθείας κίνησης** και στις δύο δευτερεύουσες προσεγγίσεις μειώνει σημαντικά τα ατυχήματα.
- Η ύπαρξη λωρίδας αριστερής στροφής δύο κατευθύνσεων ως **κεντρική νησίδα** στην κύρια οδό, αυξάνει σημαντικά τα ατυχήματα σε σχέση με την ύπαρξη ανοιχτής κεντρικής νησίδας.
- Όταν αυξάνεται ο **λογάριθμος της ετήσιας μέσης ημερήσιας κυκλοφορίας** στην κύρια οδό, αυξάνονται τα ατυχήματα.
- Όταν αυξάνεται το **πλάτος** του ερείσματος, αυξάνονται τα ατυχήματα. Όμως, σχετικά με το πλάτος του αριστερού ερείσματος κοντά στην

κεντρική νησίδα, η αύξηση του μειώνει τα ατυχήματα. Αυτό καταδεικνύει τη σημασία σχετικά μεγάλου πλάτους δίπλα στην κεντρική νησίδα.

Τα αποτελέσματα **μετά την επικαιροποίηση** των παραμέτρων των μεταβλητών για τα αρνητικά διωνυμικά πρότυπα από τα τέσσερα πρότυπα Bayes κατέδειξαν τα εξής:

- Οι επικαιροποιημένες εκτιμήσεις για τις παραμέτρους των συντελεστών των προτύπων χρησιμοποιώντας ως συνάρτηση πιθανοφάνειας την αρνητική διωνυμική, **δεν διαφέρουν** ιδιαίτερα σε σχέση με τις εκτιμήσεις πριν την επικαιροποίηση.
- Αντίθετα, οι επικαιροποιημένες εκτιμήσεις για τις παραμέτρους των συντελεστών των προτύπων χρησιμοποιώντας ως συνάρτηση πιθανοφάνειας τον λογάριθμο της συνάρτησης Γάμμα, **διαφέρουν** σε σχέση με τις εκτιμήσεις πριν την επικαιροποίηση.
- Βρέθηκε ότι το πληροφοριακό πρότυπο με συνάρτηση πιθανοφάνειας το **λογάριθμο της συνάρτησης Γάμμα** είναι το καλύτερο πρότυπο Bayes καθώς έχει μικρότερα τυπικά σφάλματα και επιπλέον την **υψηλότερη ακρίβεια** πρόβλεψης.

Συνοψίζοντας, συμπεραίνεται ότι και τα τέσσερα πρότυπα Bayes συμπεριφέρθηκαν καλύτερα (μετά την επικαιροποίηση) από ότι πριν την επικαιροποίηση (αρνητικά διωνυμικά πρότυπα). Το καλύτερο όμως πρότυπο βρέθηκε το πληροφοριακό πρότυπο με συνάρτηση πιθανοφάνειας το λογάριθμο της συνάρτησης Γάμμα με ποσοστό πρόβλεψης ακρίβειας 97%. Συνεπώς, ο λογάριθμος της συνάρτησης Γάμμα είναι η πλέον κατάλληλη μέθοδος επικαιροποίησης των παραμέτρων προτύπων με αρνητική διωνυμική κατανομή.

2.2.3.2 Οδηγική συμπεριφορά και ατυχήματα σε μη σηματοδοτούμενους αστικούς κόμβους

Έρευνα με θέμα την οδηγική συμπεριφορά και τα ατυχήματα σε σηματοδοτούμενους αστικούς κόμβους διεξήχθη το 1984 στο τεχνολογικό ινστιτούτο του Ισραήλ από τον Abishai Polus. Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί αν η **σήμανση STOP** διαφέρει από τη **σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας** σε σχέση με τα ποσοστά των ατυχημάτων και αν ή όχι σε περίπτωση που αυξάνεται ο έλεγχος της κυκλοφορίας είναι απαραίτητα ωφέλιμος στην οδική ασφάλεια σε όλους τους επικίνδυνους αστικούς κόμβους.

Η έρευνα βασίζεται σε μια αξιολόγηση “**πριν**” και “**μετά**” των ποσοστών ατυχημάτων σε αρκετούς μη σηματοδοτούμενους κόμβους, όπου το **επίπεδο ελέγχου** άλλαξε λόγω του ιστορικού ατυχημάτων. Εξετάστηκαν δεδομένα ατυχημάτων σε περισσότερους από 160 αστικούς κόμβους, όπου το επίπεδο ελέγχου άλλαξε, στις τρεις μεγαλύτερες πόλεις του Ισραήλ: Ιερουσαλήμ, Τελ Αβίβ και Χάιφα. Οι κόμβοι συγκρίθηκαν “πριν” και “μετά” για χρονικό διάστημα από ένα έως τρία έτη. Τα δεδομένα ήταν διαθέσιμα μόνο ως ατυχήματα στα οποία προκλήθηκε τραυματισμός ή θανατηφόρα ατυχήματα.

Τρεις τύποι **αλλαγής** στο επίπεδο ελέγχου εξετάστηκαν: α) εισαγωγή σήμανσης παραχώρησης προτεραιότητας σε 65 μη ελεγχόμενους κόμβους, β) εισαγωγή σήμανσης STOP σε 75 μη ελεγχόμενους κόμβους, γ) αντικατάσταση σήμανσης παραχώρησης προτεραιότητας με σήμανση STOP σε 23 κόμβους. Το επίπεδο ελέγχου ήταν η μόνη μεταβλητή που μελετήθηκε.

Από την “πριν” και “μετά” **αξιολόγηση** του δείκτη ατυχημάτων για τους τρεις τύπους αλλαγής στον έλεγχο των κόμβων προέκυψαν τα εξής:

- Ο δείκτης ατυχημάτων αυξάνεται όταν αυξάνεται το επίπεδο ελέγχου των κόμβων

- Με την εισαγωγή οποιουδήποτε επιπέδου ελέγχου σε έναν μη ελεγχόμενο κόμβο, μειώνεται ο αριθμός των ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται πεζοί

Το δεύτερο συμπέρασμα εξηγείται ως εξής: Όσο αυξάνεται το επίπεδο ελέγχου στους κόμβους, τα οχήματα μειώνουν την ταχύτητα προσέγγισης τους. Συνεπώς, οι αποστάσεις σταματήματος μειώνονται και έτσι οι πεζοί και οι χρήστες της οδού έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν.

Το πρώτο συμπέρασμα είναι δυσκολότερο να εξηγηθεί και απαιτείται περαιτέρω έρευνα δύο χαρακτηριστικών χρονικού διαχωρισμού για έλεγχο μέσω σήμανσης STOP και σήμανσης παραχώρησης προτεραιότητας. Έτσι, επιλέχθηκαν δύο κόμβοι για περαιτέρω ανάλυση.

Οι δύο κόμβοι βρίσκονται στην πόλη Χάιφα και έχουν παρόμοια γεωμετρικά χαρακτηριστικά και κυκλοφοριακούς φόρτους. Η διαφορά έγκειται στο ότι η πρώτη ελέγχεται από σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας, ενώ η δεύτερη από σήμανση STOP. Ο **χρονικός διαχωρισμός** είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών οχημάτων στο κύριο οδικό ρεύμα, ενώ η **χρονική καθυστέρηση** το χρονικό διάστημα από την άφιξη ενός οχήματος στη γραμμή σήμανσης στην δευτερεύουσα οδό μέχρι την άφιξη ενός άλλου οχήματος στην κύρια οδό σε σημείο αντίθετο της γραμμής σήμανσης.

Η περαιτέρω έρευνα έδειξε ότι οι χρονικοί διαχωρισμοί που απαιτούνται είναι υψηλότεροι στον κόμβο που ελέγχεται από σήμανση STOP. Συνεπώς, πιθανότατα μειώνεται το επίπεδο της οδικής ασφάλειας όταν ο κόμβος ελέγχεται από σήμανση STOP.

Επομένως οι **πιθανές εξηγήσεις** για την αύξηση των ατυχημάτων σε κόμβους όταν ελέγχονται από σήμανση STOP σε σχέση με τη σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας είναι:

- Αυξημένοι απαιτούμενοι χρονικοί διαχωρισμοί, αυξάνουν την πιθανότητα ατυχήματος.
- Η τάση των χρηστών της κύριας οδού να είναι **λιγότερο προσεκτικοί** όταν γνωρίζουν ότι η δευτερεύουσα οδός ελέγχεται από σήμανση STOP σε σχέση με τη σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας.
- Η αύξηση του **αντικειμενικού κινδύνου** από τη μείωση των χρονικών διαχωρισμών των οχημάτων που κινούνται σε δευτερεύουσα οδό με έλεγχο από σήμανση STOP.
- Η αύξηση του **απαιτούμενου χρόνου** των οχημάτων της δευτερεύουσας οδού για να επιταχύνουν στην ταχύτητα κυκλοφορίας των οχημάτων της κύριας οδού.

Όσον αφορά την **εισαγωγή** κάποιου επιπέδου ελέγχου σε μη ελεγχόμενους κόμβους παρατηρούνται ότι:

- Οι τύποι ελέγχου οδηγούν τους χρήστες των οδών σε **αυτοματοποιημένες κινήσεις** όπως η απόσπαση της προσοχής που μειώνουν το επίπεδο της οδικής ασφάλειας.
- Η **αύξηση των πληροφοριών** που απαιτούνται για τη λήψη απόφασης από τους χρήστες οδηγεί σε αυξημένη πιθανότητα λάθους και συνεπώς αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι ίσως να μην υπάρχει αιτιολογία για την αύξηση του επιπέδου ελέγχου σε μία κόμβο καθώς πέρα από το αυξημένο κόστος, τη μόλυνση και τη σπατάλη ενέργειας, μπορεί να προστεθεί και η **αβεβαιότητα ουσιαστικής βελτίωσης** του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

2.2.3.3 Έλεγχος κόμβων με σήμανση STOP και σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας

Ακόμη, το 1986 διεξήχθη από το υπουργείο μεταφορών της Νέας Ζηλανδίας και συγκεκριμένα, από τους W. J. Frith και N. M. Derby έρευνα σε μη σηματοδοτούμενους αστικούς κόμβους της Νέας Ζηλανδίας όπου **πινακίδες παραχώρησης προτεραιότητας** αντικαταστάθηκαν από **πινακίδες STOP**. Επίσης εκφράζονται οι επιφυλάξεις των συγγραφέων σχετικά με τα **πλεονεκτήματα** των πινακίδων παραχώρησης προτεραιότητας έναντι των πινακίδων STOP.

Στην έρευνα αναλύεται ο **δείκτης των ατυχημάτων** με τραυματίες σε αστικούς κόμβους για τα έτη 1972-1981. Το δείγμα περιελάμβανε κόμβους μορφής T και διασταυρούμενες οδούς. Από το υπουργείο μεταφορών της Νέας Ζηλανδίας συλλέχθηκαν στοιχεία ατυχημάτων με τραυματίες κατά μήνα και έτος για κάθε έναν από τους 15 κόμβους όπου άλλαξε το επίπεδο ελέγχου αλλά και για τους 50 κόμβους χωρίς αλλαγή στο επίπεδο ελέγχου.

Η μέθοδος ανάλυσης χρησιμοποίησε πρότυπο **διωνυμικής κατανομής** με logit link. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει είναι η κλασματική αλλαγή στο δείκτη ατυχημάτων από την “πριν την αλλαγή” στην “μετά την αλλαγή” του επιπέδου ελέγχου. Επομένως βρίσκεται η εκτίμηση της αλλαγής στον δείκτη ατυχημάτων ανά μήνα μεταξύ των περιόδων “πριν” και “μετά” την αλλαγή.

Τα **συμπεράσματα** της έρευνας είναι τα εξής:

- Με την αλλαγή του επιπέδου ελέγχου από πινακίδες παραχώρησης προτεραιότητας σε πινακίδες STOP παρατηρείται μείωση των μηνιαίων ατυχημάτων κατά 14%. Λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος η αλλαγή στο δείκτη ατυχημάτων δεν είναι **στατιστικά σημαντική**.

- Τα αποτελέσματα μπορεί να μην δείχνουν ότι οι πινακίδες παραχώρησης προτεραιότητας υπερέχουν έναντι των πινακίδων STOP αλλά η έρευνα δείχνει ότι οποιοδήποτε πλεονέκτημα των πινακίδων STOP έναντι των πινακίδων παραχώρησης προτεραιότητας είναι πολύ **αμφίβολο**.
- Οι πινακίδες STOP χρησιμοποιούνται σε καταστάσεις **υψηλού πιθανού κινδύνου** ατυχήματος, όπου η ασφάλεια είναι η πρώτη προτεραιότητα και σε σημεία όπου η ορατότητα είναι ανεπαρκής.
- Τα αποτελέσματα της έρευνας αν και στατιστικά μη σημαντικά **τείνουν να υποστηρίξουν** απόψεις προηγούμενων ερευνών όπως του Polus (1985) ότι το αυξημένο επίπεδο ελέγχου σε έναν κόμβο τείνει να αυξήσει το δείκτη ατυχημάτων και να μειώσει τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται πεζοί.

2.2.3.4 Δημιουργία σχέσεων μεταξύ οδικών ατυχημάτων και κυκλοφοριακών ροών σε μη σηματοδοτούμενους κόμβους

Τέλος, το 1992 διεξήχθη από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, και συγκεκριμένα από τον καθηγητή Ι.Κ. Γκόλια, έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις των ροών των κυκλοφοριακών ρευμάτων στην επικινδυνότητα σε μη σηματοδοτούμενους κόμβους τεσσάρων μερών. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από 43 αστικούς κόμβους στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών για χρονική περίοδο πέντε ετών. Η επιλογή πραγματοποιήθηκε ώστε αν επηρεάζουν άλλοι παράγοντες εκτός των κυκλοφοριακών ροών να έχουν παραπλήσιες τιμές. Στη συνέχεια, γίνεται προσδιορισμός του μεγέθους της έκθεσης στον κίνδυνο χρησιμοποιώντας τις ροές όλων των ρευμάτων που εισέρχονται στην κόμβο.

Η παλινδρόμηση της έκθεσης στον κίνδυνο στον αριθμό των ατυχημάτων έδωσε την παρακάτω εξίσωση:

$$A_i = 1.16 + 0.23 \times 10^{-7} I_i$$

Όπου: A_i = ο μέσος αριθμός ατυχημάτων ανά έτος για την περίοδο πέντε ετών
και για τον κόμβο i

I_i = η έκθεση στον κίνδυνο για τον κόμβο i

Ο συντελεστής συσχέτισης βρέθηκε 0,71, αλλά όταν τα μεγέθη των ροών των ρευμάτων υψώνονται σε δύναμη μικρότερη του 1, ο συντελεστής συσχέτισης βελτιώνεται στο 0,78.

Το συμπέρασμα είναι ότι αν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών κυκλοφοριακών ρευμάτων καθοριστούν καλύτερα, ο συντελεστής συσχέτισης θα αυξηθεί σημαντικά.

Το καλύτερο αποτέλεσμα προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση:

$$A_i = 0.37 + 0.60 \times 10^{-3} I_i$$

Ο συντελεστής συσχέτισης βρέθηκε 0,89. Αυτό πιθανώς οφείλεται στο ότι οι χρήστες της οδού είναι πιο προσεκτικοί όταν πραγματοποιούν ελιγμούς εμπλεκόμενοι σε κυκλοφοριακά ρεύματα υψηλού φόρτου.

Συνοψίζοντας, ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την επικινδυνότητα σε αστικό κόμβο είναι μια έκφραση για τα αλληλεπιδρώντα κυκλοφοριακά ρεύματα.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν ορισμένες από τις πιο χαρακτηριστικές έρευνες, οι οποίες αφορούν στη διερεύνηση της επιρροής του ισόπεδου κόμβου στην οδική ασφάλεια. Από την παραπάνω **παράθεση** των μεθοδολογιών ανάλυσης και τη **σύνθεση** των αντίστοιχων αποτελεσμάτων προκύπτουν ορισμένα βασικά **συμπεράσματα**:

- ✓ Όταν αυξάνεται η **ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία** (ΕΜΗΚ) στην κύρια οδό σε μη σηματοδοτούμενο κόμβο, αυξάνεται η συχνότητα των ατυχημάτων λόγω των περισσότερων εμπλοκών μεταξύ των οχημάτων.
- ✓ Το αυξημένο **επίπεδο ελέγχου** σε **μη σηματοδοτούμενο** κόμβο, τείνει να αυξήσει τον **δείκτη ατυχημάτων** και να μειώσει τα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται **πεζοί**. Το πρώτο συμπέρασμα εξηγείται από την αύξηση των πληροφοριών που απαιτούνται για τη λήψη απόφασης, που οδηγεί τους χρήστες σε αυξημένη πιθανότητα λάθους και το δεύτερο λόγω μεγαλύτερου χρόνου αντίδρασης των πεζών από τις μειωμένες ταχύτητες προσέγγισης των οχημάτων.
- ✓ Ο τύπος ατυχήματος **παράσυρση πεζού** σε σηματοδοτούμενο κόμβο, παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σοβαρότητα τραυματισμού λόγω του γεγονότος ότι οι πεζοί είναι η πιο **ευπαθής** κατηγορία χρηστών οδών.
- ✓ Από τις συγκρούσεις οχημάτων σε σηματοδοτούμενους κόμβους, εκείνες της **αριστερής στροφής**, της **μετωπικής** και της **πλαγιομετωπικής** σύγκρουσης παρουσιάζουν τη **μεγαλύτερη σοβαρότητα** τραυματισμού, ενώ οι συγκρούσεις δεξιάς στροφής και οι πλάγιες έχουν μικρότερη σοβαρότητα τραυματισμού λόγω μικρότερης σφοδρότητας.
- ✓ Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στα θανατηφόρα ατυχήματα σε σηματοδοτούμενους κόμβους, είναι η ύπαρξη **κεντρικού στηθαίου ασφαλείας** και ο **αριθμός των λωρίδων** της κύριας οδού. Στα ατυχήματα χωρίς τραυματισμό, ο σημαντικότερος παράγοντας είναι ο **κυκλοφοριακός φόρτος**, ενώ στα ατυχήματα με σοβαρό τραυματισμό ο σπουδαιότερος παράγοντας είναι η **μέση ημερήσια κυκλοφορία** της δευτερεύουσας οδού.

- ✓ Η ύπαρξη **μη ελεγχόμενης** αριστερής λωρίδας αυξάνει τα ατυχήματα σε σηματοδοτούμενους κόμβους και ιδιαίτερα εκείνα με πλάγιες και πλαγιομετωπικές συγκρούσεις λόγω μη ελεγχόμενης εισόδου στο αντίθετο ρεύμα και αυξημένες εμπλοκές με το κύριο ρεύμα κυκλοφορίας.
- ✓ Ο προσαρμοστικός **έλεγχος σηματοδότησης** επιδρά θετικά στη μείωση των ατυχημάτων σε σηματοδοτούμενους κόμβους, καθώς μειώνονται οι συγκρούσεις μεταξύ των κυκλοφοριακών ρευμάτων, αλλά η **σημαντικότερη** παράμετρος μεταξύ των χαρακτηριστικών ελέγχου κυκλοφορίας που επηρεάζει την οδική ασφάλεια στους σηματοδοτούμενους κόμβους, είναι ο **αριθμός των φάσεων** ανά κύκλο σηματοδότησης. Μεγαλύτερος αριθμός φάσεων οδηγεί σε αύξηση των ατυχημάτων καθώς τα περισσότερα συμβαίνουν κατά τις αλλαγές φάσεων.
- ✓ Η **κακή κατάσταση του φωτισμού** της οδού σε σηματοδοτούμενο κόμβο, αυξάνει την πιθανότητα σοβαρού ατυχήματος κατά 69%, πιθανώς λόγω μικρότερου χρόνου αντίδρασης και μειωμένης αντίληψης του κινδύνου.
- ✓ Όσον αφορά τον τύπο οχήματος, τα **δίκυκλα** αυξάνουν σημαντικά την πιθανότητα εμπλοκής σε σοβαρό ατύχημα σε σηματοδοτούμενο κόμβο λόγω της φύσης της κυκλοφορίας τους αλλά και της χαμηλότερης προστασίας των επιβατών τους, ενώ **τα βαρέα οχήματα** μειώνουν σημαντικά την πιθανότητα εμπλοκής λόγω των χαμηλότερων ταχυτήτων τους.
- ✓ Η **ηλικία** του χρήστη αυξάνει την πιθανότητα εμπλοκής σε σοβαρό ατύχημα σε σηματοδοτούμενο κόμβο για νέους λόγω απρόσεκτης οδήγησης και μεγαλύτερης χρήσης δικύκλων και κατά 70% για τους ηλικιωμένους λόγω μειωμένου χρόνου αντίδρασης.
- ✓ Τέλος, ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα σε σηματοδοτούμενους κόμβους μορφής **T ή Y** έχουν οδηγούν σε αύξηση της σοβαρότητας του

ατυχήματος, ενώ οι κόμβοι μορφής **X**, οδηγούν σε μείωση της σοβαρότητας λόγω καλύτερης αντίληψης των κυκλοφοριακών ρυθμίσεων.

2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Καταβλήθηκε προσπάθεια **παράθεσης και ανάλυσης** διαφόρων ερευνών που αφορούν στην μακροσκοπική ανάλυση οδικών ατυχημάτων σε ισόπεδους κόμβους. Παρόλο που έχουν γίνει αρκετές έρευνες **διεθνώς** για την επιρροή των παραμέτρων που επιδρούν στα οδικά ατυχήματα σε κόμβους, **στην Ελλάδα** μόλις μία έρευνα μακροσκοπικής ανάλυσης έχει πραγματοποιηθεί.

Η **πλειοψηφία** των αναφερομένων ερευνών, αναφέρονται σε **μικρή χρονική περίοδο**, συνήθως δύο με τέσσερα έτη, με συνέπεια το στατιστικό δείγμα να είναι αρκετά μικρό. Αυτό συνεπάγεται ότι είναι πιθανώς δύσκολη η **γενίκευση** των αποτελεσμάτων τους στο σύνολο των περιπτώσεων, αν και σε γενικές γραμμές τα συμπεράσματα που προκύπτουν συμφωνούν μεταξύ τους. Συνεπώς, οποιαδήποτε γενίκευση των αποτελεσμάτων χρειάζεται μεγάλη προσοχή.

Τέλος, επειδή όλες οι έρευνες σχεδόν, αφορούν σε **δεδομένα και συνθήκες του εξωτερικού**, τα συμπεράσματά τους πιθανώς να χρειάζονται προσαρμογές για να είναι αξιοποιήσιμα στην Ελλάδα. Αυτό συμβαίνει γιατί τόσο η οδική συμπεριφορά, όσο οι οδικές και οι κυκλοφοριακές συνθήκες στην Ελλάδα, είναι συχνά διαφορετικές από τις αντίστοιχες συνθήκες που επικρατούν στις χώρες, στις οποίες έχουν πραγματοποιηθεί οι αναφερόμενες έρευνες.

Από όλα τα προαναφερθέντα, προκύπτει η **αναγκαιότητα για έρευνα** σχετικά με την επιρροή των παραγόντων που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα σε ισόπεδους κόμβους στις ελληνικές οδούς, αντικείμενο που **αποτελεί** και τον **σκοπό της παρούσας εργασίας**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ****3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο** πάνω στο οποίο βασίστηκε η στατιστική ανάλυση των στοιχείων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη περιγραφή βασικών εννοιών από τη στατιστική. Στη συνέχεια παρατίθενται οι βασικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην οδική ασφάλεια, αλλά και σε πλήθος άλλων εφαρμογών. Έπειτα πραγματοποιείται μια λεπτομερής ανάλυση του προτύπου και των μεθόδων εφαρμογής που χρησιμοποιήθηκαν για να περιγράψουν την επιρροή του ισόπεδου κόμβου στον αριθμό των ατυχημάτων, των νεκρών, των βαριά τραυματιών και των ελαφρά τραυματιών.

Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι η εξαρτημένη μεταβλητή (συνολικός αριθμός ατυχημάτων) αφενός λαμβάνει συνεχείς τιμές και αφετέρου ακολουθεί κανονική κατανομή. Ένας πρόσθετος λόγος που οδήγησε στη χρήση της μεθόδου αυτής είναι ότι, πρόκειται περί μιας απλής, ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου πρόβλεψης κάποιας μεταβλητής. Στην πορεία αναζήτησης μιας καλύτερης συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών επιλέχθηκε τελικά η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal

regression). Επίσης προκειμένου να διερευνηθεί για λόγους πληρότητας η ποιοτική και ποσοτική συσχέτιση των παραμέτρων που ενδεχομένως να επηρεάζουν την οδική ασφάλεια χωρίς να καθορίζεται από τον ερευνητή κάποια εξαρτημένη μεταβλητή, επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων και η **γενική λογαριθμογραμμική ανάλυση** (general loglinear analysis).

Στο προτελευταίο υποκεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των μοντέλων και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται. Τέλος, το κεφάλαιο κλείνει με μία σύντομη αναφορά στις βασικότερες λειτουργίες του στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την κύρια ανάλυση των δεδομένων.

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ 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 ιδιοκτήτες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

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

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

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 αναφέρουμε την ηλικία, για την οποία η διαφορά ανάμεσα σε δύο τιμές θα μπορούσε να είναι χρόνια, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

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

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

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

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

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:

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

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 το 99% των δεδομένων

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

$$\text{Cov}(X, Y) = \left(\frac{1}{v-1} \right) \cdot \sum_{i=1}^v [(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})]$$

Μέτρα αξιοπιστίας:

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

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

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

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

Ο συντελεστής συσχέτισης ρ εκφράζει τον 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 :

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

3.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ

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

3.4.1 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας η οποία αφορά σε συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss.

Μια συνεχής τυχαία μεταβλητή X θεωρείται ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή με παραμέτρους μ, σ ($-\infty < \mu < +\infty$, $\sigma > 0$), και γράφεται $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, όταν έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας την:

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

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

3.4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ POISSON

Είναι γνωστό ότι η πιο κατάλληλη κατανομή για την περιγραφή τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων είναι η κατανομή Poisson.

Μια τυχαία μεταβλητή X (όπως π.χ. το πλήθος των ατυχημάτων ή των νεκρών από οδικά ατυχήματα) θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο λ ($\lambda > 0$), και γράφεται $X \sim P(\lambda)$, όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

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

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

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

Η κατανομή Poisson αφορά στον αριθμό των «συμβάντων» σε ορισμένο χρονικό ή χωρικό διάστημα. Γενικά, ο αριθμός X των συμβάντων σε χρονικό (ή χωρικό) διάστημα t ακολουθεί την κατανομή Poisson αν (α) ο ρυθμός λ , έστω των συμβάντων είναι χρονικά σταθερός και (β) οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα αποτελούν ανεξάρτητα ενδεχόμενα (Κοκολάκης και Σπηλιώτης, 1999).

Η κατανομή Poisson είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη προτύπων που αφορούν φαινόμενα που εμφανίζονται σπάνια και των οποίων οι εμφανίσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή η εμφάνιση του φαινομένου μια φορά δεν επηρεάζει την επόμενη.

Ο αριθμός των παθόντων είναι μία μεταβλητή, οι οποία παρουσιάζει όμοιες ιδιότητες με τη μεταβλητή του αριθμού των ατυχημάτων και γενικά υποστηρίζεται ότι τα οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson (Chapman 1971,

Zahavi 1962) ή κανονική κατανομή(Hojati 2011). Να σημειωθεί ότι το παραπάνω συμπέρασμα επαληθεύτηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία καθώς η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση περιέγραψε καλύτερα τα δεδομένα από την απλή γραμμική παλινδρόμηση.

3.4.3 ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΔΙΩΝΥΜΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Μία άλλη πολύ σημαντική κατανομή που χρησιμοποιείται στην οδική ασφάλεια είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η χρήση της κατανομής αυτής ενδείκνυται για περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί σε φαινόμενα που εμφανίζουν περιοδικές μεταβολές (όπως για παράδειγμα αριθμός αφίξεων οχημάτων που αφορούν σε μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. 10 sec) σε κάποιο σημείο μετά από φωτεινό σηματοδότη).

Μια τυχαία μεταβλητή X θεωρείται ότι ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους k, p (k : θετικός ακέραιος, $0 < p < 1$), και γράφεται $X \sim NB(k, p)$, όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(X) = \binom{X+k-1}{X} p^k (1-p)^X, X=0,1,2,\dots$$

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

έναντι της εναλλακτικής H_1 . Εάν η τιμή p είναι μικρότερη ή ίση του επιπέδου σημαντικότητας α , τότε η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται.

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η **απλή γραμμική παλινδρόμηση** (simple linear regression).

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

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

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

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

Η τυχαία μεταβλητή ε_i λέγεται **σφάλμα παλινδρόμησης** (regression error) και ορίζεται ως η διαφορά της y_i από τη δεσμευμένη μέση τιμή $E(Y|X = x_i)$ όπου $E(Y|X = x_i) = \alpha + \beta \cdot x_i$.

Στην πράξη ο γραμμικός προσδιορισμός που επιτυγχάνεται μέσω της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί μόνο να προσεγγίσει την πραγματική μαθηματική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών X και Y . Έτσι, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθεί στο μοντέλο ο όρος του σφάλματος ε_i . Αυτό γίνεται τόσο για να αντιπροσωπευθούν στο μοντέλο τυχόν παραληφθείσες μεταβλητές, όσο και για να ληφθεί υπόψη κάθε σφάλμα προσέγγισης που

σχετίζεται με τη γραμμική συναρτησιακή μορφή (Σταθόπουλος και Καρλαύτης, 2008). Στην περίπτωση που η τυχαία μεταβλητή Y εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μία μεταβλητές X ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$), γίνεται αναφορά στην **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση (multiple linear regression)**. Η εξίσωση που περιγράφει τη σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι η εξής:

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

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα ε_i της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή Y για κάθε τιμή της X) ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούριο στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i, x_j)$ για κάθε $i \neq j \rightarrow 0$).

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

3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην πορεία αναζήτησης μιας καταλληλότερης μεθόδου επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression)**. Μέσω της μεθόδου αυτής δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός μοντέλου που συσχετίζει δύο

ή περισσότερες μεταβλητές. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την έρευνα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι ίδιο με εκείνο που εφαρμόζεται για την εκτέλεση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και αυτή γραμμική. 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. 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 παρατηρηθέντων 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:

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

όπου:

y : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$: είναι οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$:
είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές.

Εναλλακτικά, μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πιο πολύπλοκη μορφή:

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

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

3.5.3 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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 για τον εντοπισμό επικίνδυνων θέσεων αλλά και για τη συσχέτιση μεταξύ οδικών χαρακτηριστικών (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας 1994).

Η μη γραμμική παλινδρόμηση παρουσιάζει κάποια ζητήματα 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 ο οποίος μπορεί προσεγγιστικά να θεωρηθεί κανονικά κατανεμημένος. 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 επιλέχθηκε 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.

3.5.4 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

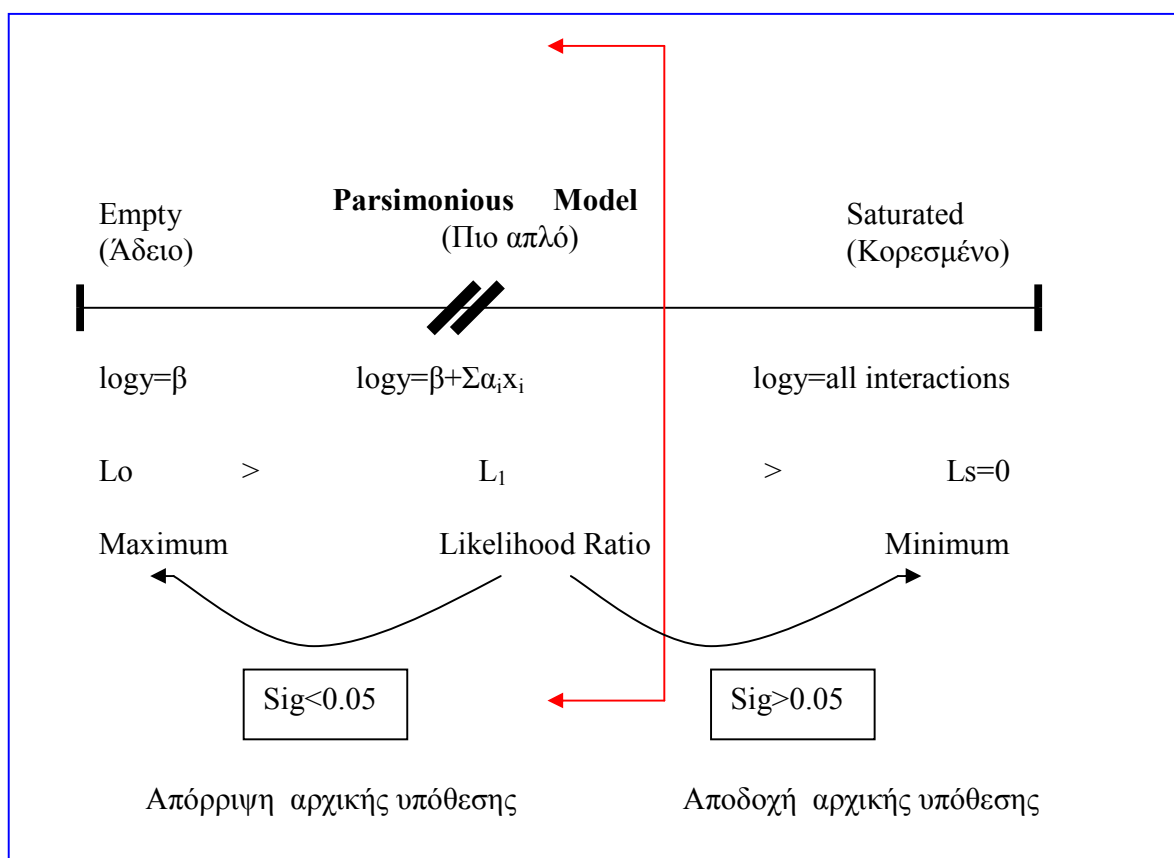
Η στρατηγική της μεθοδολογίας αυτής είναι η αναζήτηση του **απλούστερου προτύπου** ώστε να επιτευχθεί **ισορροπία** μεταξύ της μειωμένης πολυπλοκότητας του προτύπου και της στατιστικά επαρκούς καλής προσαρμογής. Κατά την ανάπτυξη ενός προτύπου ένας από τους βασικότερους κανόνες είναι να περιγραφούν επαρκώς τα δεδομένα με **το μικρότερο δυνατό αριθμό μεταβλητών**, απαίτηση που έχει ως αποτέλεσμα όσο το δυνατόν απλούστερα (και συνεπώς εύχρηστα) και ταυτόχρονα ικανά πρότυπα.

Κατά την ανάπτυξη ενός προτύπου και προτού η διαδικασία καταλήξει στην τελική του μορφή πραγματοποιούνται έλεγχοι-συγκρίσεις του προτύπου με άλλα πρότυπα που χρησιμοποιούν λιγότερες μεταβλητές (από το ίδιο σύνολο) ώστε να διαπιστωθεί εάν κάποιο απομειωμένο πρότυπο εξηγεί με την ίδια αποτελεσματικότητα (ή με μικρή απώλεια επεξηγηματικής ικανότητας) τα δεδομένα, και συνεπώς προτιμάται από το συνολικό πρότυπο, το οποίο είναι πιο περίπλοκο. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται σε καθορισμένο επίπεδο πιθανότητας. Η **στατιστικά καλή προσαρμογή (Goodness of Fit)** αφορά στην ποιότητα του προτύπου.

Καθορίζεται δηλαδή το πιο **απλό πρότυπο** (parsimonious model) το οποίο δεν είναι σημαντικά διαφορετικό από το **πλήρες ή κορεσμένο πρότυπο** (saturated model) και είναι βελτιωμένο κατά πολύ από το **άδειο πρότυπο** (empty model).

Υπάρχουν συνεπώς δύο τρόποι για τον **έλεγχο καλής προσαρμογής** του προτύπου. Στη μία περίπτωση συγκρίνεται το απλό πρότυπο με το κορεσμένο και στην άλλη συγκρίνεται το απλό πρότυπο με το άδειο, η δεύτερη περίπτωση εφαρμόζεται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Η στρατηγική αυτή αναλύεται παρακάτω και στο **σχήμα 3.1** δίνεται ένα σκαρίφημα για την καλύτερη κατανόηση της μεθοδολογίας.



Σχήμα 3.1 Απεικόνιση στρατηγικής λογαριθμογραμμικής ανάλυσης (Πηγή: Κρητικού 2011)

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα **πίνακα πέντε διαστάσεων** (όπου κάθε διάσταση αντιπροσωπεύει μία μεταβλητή) με i γραμμές, j στήλες και k , l και m επίπεδα

μπορεί να αναλυθεί σε επιδράσεις γραμμών, στηλών, επιπέδων και των αλληλεπιδράσεών τους:

Βασική i, j, k, l, m

Πρώτης τάξης $ixj, ixk, ixl, ixm, jxk, jxl, jxm, kxl, kxm, lxm$

Δεύτερης τάξης $ixjk, ixjl, ixjm, ixkl, ixkm, ixlm, jxkl, jxkm, jxlm, kxlm$

Τρίτης τάξης $ixjkl, ixjkm, ixjlm, ixklm, jxklm$

Τέταρτης τάξης $ixjklm$

Η λογαριθμογραμμική ανάλυση χρησιμοποιεί ένα **αθροιστικό πρότυπο** που ενσωματώνει τις βασικές επιδράσεις και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Log}F_{ijklm} = & u + u_{1(i)} + u_{2(j)} + u_{3(k)} + u_{4(l)} + u_{5(m)} + u_{12(ij)} + u_{13(ik)} + u_{14(il)} + u_{15(im)} + u_{23(jk)} + \\ & u_{24(jl)} + u_{25(jm)} + u_{34(kl)} + u_{35(km)} + u_{45(lm)} + u_{123(ijk)} + u_{124(ijl)} + u_{125(ijm)} + u_{134(ikl)} + u_{135(ikm)} + \\ & u_{145(ilm)} + u_{234(jkl)} + u_{235(jkm)} + u_{245(jlm)} + u_{345(klm)} + u_{1234(ijkl)} + u_{1235(ijkm)} + u_{2345(jklm)} + \\ & u_{1345(iklm)} + u_{1245(ijlm)} + u_{1235(ijkm)} \end{aligned}$$

όπου F_{ijklm} είναι οι αναμενόμενες συχνότητες και u είναι οι παράμετροι που θα εκτιμηθούν. Ο παραπάνω τύπος για έναν πίνακα πέντε (5) διαστάσεων, αντιστοιχεί σε ένα **κορεσμένο λογαριθμογραμμικό πρότυπο** (saturated log-linear model) που περιέχει όλες τις πιθανές τέταρτης και κατώτερης τάξης αλληλεπιδράσεις. Επιπλέον θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πρότυπο θεωρείται **ιεραρχικό** (hierarchical), το οποίο σημαίνει ότι όταν συμπεριλαμβάνεται σε αυτό μία αλληλεπίδραση ανώτερης τάξης, τότε οι κατώτερης τάξης αλληλεπιδράσεις που συντίθεται από τις μεταβλητές της συμπεριλαμβάνονται και αυτές (Everitt, 1977, Kim et al., 1998).

Η ανώτερης τάξης αλληλεπίδραση (εδώ η ixjxkixm) είναι η πιο ενδιαφέρουσα, καθόσον **εάν είναι στατιστικά σημαντική**, τότε υπάρχει **σημαντική αλληλεπίδραση** μεταξύ των μεταβλητών και μόνο αν δεν είναι σημαντική η ανώτερης τάξης αλληλεπίδραση, τότε οι διάφορες κατώτερης τάξης αλληλεπιδράσεις μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω και να ερμηνευτούν (Goodman, 1973).

Ένα κορεσμένο πρότυπο στη λογαριθμογραμμική ανάλυση είναι εκείνο που περιέχει όλες τις πιθανές επιδράσεις: μία βασική για κάθε μία μεταβλητή, όλες τις πρώτης τάξης για πρότυπα με δύο ή περισσότερες μεταβλητές, όλες τις δεύτερης τάξης για πρότυπο με τρεις ή περισσότερες μεταβλητές κλπ. Συνεπώς, θα υπάρχουν $(2k-1)$ όροι $u_{ij} \dots k$ και μία σταθερά (constant) u στην εξίσωση ενός κορεσμένου προτύπου που θα προβλέπει το λογάριθμο ($\log F$) των αναμενόμενων συχνοτήτων του πίνακα, όπου k είναι το πλήθος των μεταβλητών. Το κορεσμένο πρότυπο αποτελεί τη βάση του προτύπου. Ο ερευνητής προσπαθεί να εντοπίσει εάν ένα απλούστερο πρότυπο (που περιέχει μερικές από τις πιθανές αλληλεπιδράσεις) μπορεί να αναπαράγει τις παρατηρηθείσες συχνότητες.

Τα κορεσμένα πρότυπα έχουν **εξ' ορισμού στατιστικά καλή προσαρμογή** (goodness of fit), αφού περιέχουν όλων των βαθμίδων τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών που συνθέτουν τον αρχικό πίνακα δεδομένων. Σκοπός είναι να εξαιρεθούν μερικές αλληλεπιδράσεις από το αρχικό-πλήρες πρότυπο (saturated model) και αυτό που θα προκύπτει να εξακολουθεί να έχει στατιστικά καλή προσαρμογή. Το απλό πρότυπο (parsimonious model) είναι το λιγότερο πλήρες πρότυπο το οποίο μπορεί να επιτύχει ικανοποιητικό επίπεδο στατιστικά καλής προσαρμογής. Με άλλα λόγια, ο ερευνητής προσπαθεί να εντοπίσει ένα **περιορισμένο πρότυπο, το οποίο δεν διαφέρει σημαντικά από το κορεσμένο-πλήρες**. Εάν δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, τότε ο ερευνητής συμπεραίνει ότι οι όροι που εξαιρέθηκαν από το πλήρες πρότυπο δεν ήταν απαραίτητοι για να αναπαράγουν τις τιμές των πεδίων του πίνακα των

παρατηρήσεων. Η έρευνα γίνεται προς αυτή την κατεύθυνση μέχρι να βρεθεί το απλούστερο πρότυπο με ανεκτή προσαρμογή.

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

Στο άδειο πρότυπο ισχύει η υπόθεση της **αμοιβαίας ανεξαρτησίας**, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει κανενός είδους σχέση μεταξύ των μεταβλητών ή με άλλα λόγια δεν υπάρχουν πρώτου βαθμού αλληλεπιδράσεις μεταξύ κανενός ζεύγους μεταβλητών και δεν υπάρχουν πολλαπλές (δεύτερου, τρίτου και τετάρτου βαθμού) αλληλεπιδράσεις μεταξύ ομάδων μεταβλητών:

$$H_0 = u = u_2 = u_3 = u_4 = u_5 = u_{12} = u_{13} = u_{14} = u_{15} = u_{23} = u_{24} = u_{25} = u_{34} = u_{35} = u_{45} =$$

$$u_{123} = u_{124} = u_{125} = u_{134} = u_{135} = u_{145} = u_{234} = u_{235} = u_{245} = u_{345} =$$

$$u_{1234} = u_{1235} = u_{2345} = u_{1345} = u_{1245} = u_{12345}$$

Το απομειωμένο πρότυπο μπορεί να έχει από μια μεταβλητή λιγότερη έως και καθόλου μεταβλητές αφήνοντας μόνο το σταθερό όρο β.

Η καλή προσαρμογή ελέγχεται:

- είτε με **έλεγχο καλής προσαρμογής G^2 (likelihood ratio chi-square)** σύμφωνα με τον τύπο:

$$G^2 = 2 \sum f_{ij} \ln\left(\frac{f_{ij}}{F_{ij}}\right)$$

- είτε με **έλεγχο κατά Pearson (Pearson chi-square)** σύμφωνα με τον τύπο:

$$\chi^2 = \sum (f_{ij} - F_{ij}) / F_{ij}$$

όπου f_{ij} είναι οι παρατηρούμενες και F_{ij} οι αναμενόμενες συχνότητες του πίνακα δεδομένων.

Το άθροισμα των αποκλίσεων μεταξύ των παρατηρούμενων και των προβλεπόμενων από το πρότυπο τιμών G^2 αποτελεί καλό δείκτη καλής εφαρμογής του προτύπου. Το μέγεθος αυτό ισούται με μηδέν για ένα πρότυπο με τέλεια εφαρμογή ενώ λαμβάνει τη μέγιστη τιμή για το απομειωμένο πρότυπο που αποτελείται μόνο από σταθερό όρο. Όσο αφαιρούνται αλληλεπιδράσεις από το πρότυπο τόσο μειώνεται και ο δείκτης αυτός.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω επιδιώκεται να βρεθεί το **απλούστερο πρότυπο** (βέλτιστο) που **να μην είναι πολύ χειρότερο** από το **κορεσμένο** και να είναι **αρκετά βελτιωμένο** σε σχέση με το **άδειο**. Για κάθε τιμή πιθανότητας **$p > 0,05$** σημαίνει ότι το **πρότυπο έχει καλή προσαρμογή**. Με άλλα λόγια, σημαντικός στατιστικός λόγος καλής προσαρμογής σημαίνει ότι το απλό πρότυπο δεν διαφέρει από το αρχικό. Αυτός είναι ο στόχος όταν συγκρίνεται το απλό πρότυπο με το κορεσμένο όπου είναι επιθυμητό να μην διαφέρει από το κορεσμένο. Αντίθετα για κάθε τιμή πιθανότητας $p < 0,05$ σημαίνει ότι το πρότυπο δεν έχει καλή προσαρμογή. Δηλαδή μη σημαντικός στατιστικός λόγος καλής προσαρμογής σημαίνει απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης ότι το απλό πρότυπο είναι όμοιο με το αρχικό. Αυτός είναι αντίστοιχα ο στόχος όταν συγκρίνεται το απλό πρότυπο με το άδειο όπου είναι επιθυμητό να διαφέρει από το άδειο.

Από τις δύο εναλλακτικές, επιλέχθηκε η σύγκριση του απλού (parsimonious model) με το άδειο (empty) έναντι της σύγκρισης του απλού με το κορεσμένο (saturated), για τη μελέτη της καλής προσαρμογής του προτύπου, καθώς το κορεσμένο λαμβάνοντας υπόψη όλες τους πιθανούς συνδυασμούς των μεταβλητών οδηγεί σε περίπλοκα αποτελέσματα που είναι μη επιθυμητό.

Η διαφορά των δύο Likelihood ratio $[L_0 - L_1] = L$, του απλού με το άδειο, είναι η ζητούμενη και δίνει το λόγο καλής προσαρμογής με βαθμούς ελευθερίας την

διαφορά των δύο αναπτύξεων. Ο λόγος καλής προσαρμογής με τη σειρά του συγκρίνεται με την κατανομή χ^2 και τους αντίστοιχους βαθμούς ελευθερίας (d.f).

Αν $L > \chi^2$ τότε το Απλό είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το Άδειο.

Μετά τον εντοπισμό του πιο απλού πρότυπου (parsimonious model) το οποίο εξασφαλίζει καλή προσαρμογή στον πίνακα δεδομένων, ακολουθεί η **επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων**. Οι **εκτιμήσεις των παραμέτρων** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εντοπιστούν οι συνδυασμοί των μεταβλητών που είναι περισσότερο ή λιγότερο σημαντικοί για τις αλληλεπιδράσεις στο απλό πρότυπο. Αυτό γίνεται μέσω του στατιστικού ελέγχου Z^* , ο οποίος υπολογίζεται από τη διαίρεση της παραμέτρου b_i προς το τυπικό της σφάλμα (standard error):

$$Z^* = \frac{b_i}{std.error}$$

Όσοι συνδυασμοί παραμέτρων έχουν τιμή $Z^* \geq Z_c$, όπου $Z_c=1,96$ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, είναι κρίσιμοι και συνεισφέρουν σημαντικά στην επεξήγηση των συσχετίσεων μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Οι τιμές των εκτιμήσεων των παραμέτρων (parameter estimates) είναι ο **φυσικός λογάριθμος των λόγων σχετικών πιθανοτήτων (log – odds ratios)**, γεγονός που σημαίνει ότι με απολογαριθμοποίηση προκύπτει ο λόγος αυτός:

$$\text{Odds ratios} = e^{b_i}$$

Ο λόγος των σχετικών πιθανοτήτων δύο μεταβλητών i, j είναι ο λόγος της σχετικής πιθανότητας μίας μεταβλητής i να λάβει την τιμή $i=1$ όταν η δεύτερη μεταβλητή j λαμβάνει την τιμή $j=1$, προς την αντίστοιχη πιθανότητα η μεταβλητή i να λάβει την τιμή $i=1$ όταν η δεύτερη μεταβλητή j λαμβάνει την τιμή $j=2$. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του λόγου σχετικών πιθανοτήτων μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών,

τόσο πιο ισχυρή είναι η απόδειξη της ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών αυτών.

Ο μελετητής θα πρέπει να λαμβάνει πάντοτε υπόψη εκτός από τις τιμές που παρέχουν τα μέτρα καλής εφαρμογής, το πρότυπο συνολικά αλλά και η κάθε παράμετρος ξεχωριστά να παρέχουν εξηγήσιμα αποτελέσματα που πιθανώς να συμφωνούν με προηγούμενες συναφείς έρευνες, ειδάλλως να μπορούν να ερμηνευθούν με επιστημονικό τρόπο πάντοτε κατά την κρίση του μηχανικού. Τα μέτρα καλής εφαρμογής σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να αποτελούν το μοναδικό κριτήριο για την αξιολόγηση ενός προτύπου παρά να στηρίζουν και να επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα που έχουν ερμηνευθεί με λογικό τρόπο.

3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

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 ($\rho(X_i, X_j) = 0$ για κάθε $i \neq j$), 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:

$$e_i = \left(\frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} \right) \cdot \left(\frac{X_i}{Y_i} \right) = \beta_i \cdot \left(\frac{X_i}{Y_i} \right)$$

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:

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

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 3.1: 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 ισχύει:

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

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

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, $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ για κάθε $i \neq j$

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.

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η ανάλυση παλινδρόμησης έγινε με τη βοήθεια ειδικού στατιστικού προγράμματος. Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης στο λογισμικό 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 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας αφορά στην ανάπτυξη μακροσκοπικών προτύπων προκειμένου να εξεταστεί η επιρροή του ισόπεδου κόμβου στον αριθμό των οδικών ατυχημάτων. Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και την επεξεργασία του θεωρητικού υπόβαθρου για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου (λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση και λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση), ξεκίνησε η συγκέντρωση των στοιχείων που ήταν απαραίτητα για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Το κεφάλαιο αυτό αφορά στην παρουσίαση της **συλλογής και επεξεργασίας** των στοιχείων αυτών. Ειδικότερα παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία στα οποία στηρίχτηκε η Διπλωματική Εργασία, ο τρόπος συλλογής τους, η κωδικοποίηση και η επεξεργασία των στοιχείων αυτών και ο τρόπος εισαγωγής τους στον υπολογιστή. Επιπρόσθετα αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη χρήση των προγραμμάτων του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συγκεκριμένα δίδονται χαρακτηριστικά παραδείγματα κατά τη διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων και του τρόπου αντιμετώπισης των δυσκολιών που προέκυψαν.

4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να μελετηθεί η επιρροή του ισόπεδου κόμβου σε συνδυασμό με άλλες επιλεγμένες παραμέτρους όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες και ο τύπος του ατυχήματος στην πρόκληση οδικού ατυχήματος κατά τη δεκαετία 1996-2007.

Βασική προϋπόθεση για την ανάλυση των οδικών ατυχημάτων, αποτελεί η **σωστή συλλογή και ταξινόμηση** των στοιχείων των ατυχημάτων. Για να είναι συγκρίσιμα τα στοιχεία αυτά, θα πρέπει να συλλέγονται και να καταγράφονται με ομοιόμορφο τρόπο.

Στην Ελλάδα η **Ελληνική Στατιστική Αρχή** ΕΛ.ΣΤΑΤ. (πρώην Ε.Σ.Υ.Ε.) έχει εκδώσει το **Δελτίο Οδικού Τροχαίου Ατυχήματος** (Δ.Ο.Τ.Α.), που συμπληρώνεται από την Τροχαία για κάθε οδικό ατύχημα, στο οποίο έχει συμβεί θάνατος ή τραυματισμός προσώπου ή προσώπων. Τα δελτία αυτά αποτελούν για την Ελλάδα την κύρια πηγή στοιχείων των οδικών ατυχημάτων.

Για την εκπόνηση της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε η βάση ατυχημάτων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. που περιέχει τα εξατομικευμένα στοιχεία όλων των οδικών ατυχημάτων με παθόντες στην Ελλάδα κατά τη διάρκεια της περιόδου 1996-2007.

4.2.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Τα στοιχεία των οδικών ατυχημάτων συλλέγονται από την Τροχαία σε κάθε οδικό ατύχημα, στο οποίο υπάρχει κάποιο θύμα. Η συλλογή γίνεται στο Δελτίο Οδικού Τροχαίου Ατυχήματος (Δ.Ο.Τ.Α.), το οποίο συμπληρώνεται για κάθε οδικό ατύχημα που έχει ως αποτέλεσμα τον θάνατο ή τον τραυματισμό προσώπου ή προσώπων. Το συγκεκριμένο δελτίο εκδίδεται από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και συμπληρώνεται από την Τροχαία. Για να υπάρχει ομοιομορφία των στοιχείων ισχύει για όλη τη χώρα ώστε να υπάρχει αξιοπιστία αλλά και ομοιομορφία στην καταγραφή των ατυχημάτων.

Στο Δ.Ο.Τ.Α. περιλαμβάνονται πληροφορίες που περιγράφουν όλες τις **αντικειμενικές παραμέτρους** του ατυχήματος καθώς και τις **συνθήκες** που επικρατούσαν όταν συνέβη αυτό. Αναλυτικότερα, περιλαμβάνει πληροφορίες που σχετίζονται με τον 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.α.), τους συμμετέχοντες στο ατύχημα (αριθμός παθόντων), τις ανθρώπινες απώλειες (νεκροί, βαριά ή ελαφριά τραυματίες), το είδος του ελιγμού που πιθανόν συντέλεσε στο ατύχημα (προσπέραση, αλλαγή λωρίδας, κ.α.), τις καιρικές συνθήκες (βροχή, καλοκαιρία κ.α.), το είδος και την κατάσταση του οδοστρώματος, την ύπαρξη σηματοδότησης – σηματορύθμισης και τέλος κάποια συμπληρωματικά στοιχεία που αφορούν στην 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 Παράρτημα. Το πρώτο Δ.Ο.Τ.Α. διαμορφώθηκε το 1963, ενώ τα πρώτα στοιχεία οδικών ατυχημάτων υπάρχουν από το 1957. Ωστόσο 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, συμπεριλαμβανομένου και του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π.

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 αποφασιστικοί ελιγμοί, οι συνθήκες του ατυχήματος κλπ. Τα στοιχεία όμως που αφορούν στις συνέπειες του ατυχήματος (νεκροί και βαριά τραυματίες) συμπληρώνονται οριστικά μετά το τέλος της **30ης ημέρας** από το ατύχημα.

Για αυτό τον λόγο παρακολουθείται η εξέλιξη της κατάστασης κάθε τραυματία, σε συνεργασία με το νοσηλευτικό ίδρυμα στο οποίο αυτός εισήχθη και στην

περίπτωση και μόνο που, συνέπεια του ατυχήματος απεβίωσε καταγράφεται ως νεκρός σύμφωνα με τους σχετικούς διεθνείς ορισμούς. (Υ.Μ.Ε., 2004). Λεπτομερής περιγραφή του Δ.Ο.Τ.Α. καθώς και των τιμών που μπορεί να λάβουν οι μεταβλητές του, παρουσιάζεται σε επόμενη παράγραφο, αφού στα στοιχεία του Δ.Ο.Τ.Α. θα στηριχθεί η στατιστική επεξεργασία που θα οδηγήσει στη συσχέτιση των παραμέτρων που επηρεάζουν τον δείκτη σοβαρότητας.

4.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.2.2.1 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

Στο Δ.Ο.Τ.Α. περιλαμβάνονται όλα τα στοιχεία που αφορούν στο ατύχημα, με όλες τις παραμέτρους και τις συνθήκες του ατυχήματος.

Τα στοιχεία που αφορούν στα **οχήματα** περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως ο τύπος, η χρήση και η ηλικία του οχήματος, η κατηγορία άδειας οδήγησης, ο μηχανολογικός έλεγχος για κάθε όχημα που ενεπλάκη στο ατύχημα. Επισημαίνεται ότι οι κατηγορίες των αδειών οδήγησης του Δ.Ο.Τ.Α. το οποίο εκδόθηκε το 1996 δεν αντιστοιχούν με την επίσημη κατηγοριοποίηση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.).

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

Αναφορικά με τα στοιχεία των **ατυχημάτων** στη βάση δεδομένων, καταγράφονται ο τόπος, ο τύπος και οι συνθήκες του ατυχήματος.

Το Δ.Ο.Τ.Α. αφού συμπληρωθεί από την Τροχαία αποστέλλεται σε αντίγραφο στην 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 **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.

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά οι **μεταβλητές** που περιλαμβάνονται στο Δ.Ο.Τ.Α. και εισάγονται κωδικοποιημένες στη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ.:

- 1.Α/Α ατυχήματος
- 2.Τόπος ατυχήματος
- 3.Είδος Οδού
- 4.Χρόνος Ατυχήματος
- 5.Παθόντες
- 6.Αριθμός οχημάτων
- 7.Είδος οδοστρώματος
- 8.Ατμοσφαιρικές συνθήκες
- 9.Συνθήκες οδοστρώματος
- 10.Κατάσταση οδοστρώματος
- 11.Φωτισμός κατά τη νύχτα
- 12.Ειδικά στοιχεία οχήματος
- 13.Τύπος οδού
- 14.Γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδού
- 15.Τύπος ατυχήματος πρώτης σύγκρουσης
- 16.Ελιγμός οχημάτων
- 17.Θέση και κίνηση παθόντων πεζών
- 18.Ρύθμιση κυκλοφορίας, σήμανση και σηματοδότηση
- 19.Σκαρίφημα
- 20.Δίπλωμα οδήγησης - Κατηγορία και έτος απόκτησης αυτού
- 21.Εξαρτήματα ασφαλείας που υπάρχουν στο όχημα (ανεξάρτητα αν χρησιμοποιήθηκαν ή όχι)
- 22.Αλκοτέστ
- 23.Στοιχεία οδηγού και παθόντων προσώπων

Τα στοιχεία αυτά υφίστανται μια δευτερογενή επεξεργασία– κωδικοποίηση με βάση την οποία όλες οι μεταβλητές κατηγοριοποιούνται σε τέσσερα επιμέρους αρχεία. Παρακάτω φαίνεται τι αφορά κάθε επιμέρους αρχείο:

- στοιχεία **ατυχήματος**
- στοιχεία **οχήματος**
- στοιχεία **εμπλεκόμενων προσώπων**
- δεδομένα **εξοπλισμού ασφαλείας οχήματος**

Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε αναφέρεται σε στοιχεία οδικών ατυχημάτων από το 1999 έως το 2008.

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

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η δημιουργία της βάσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το **Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.)**. Το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. είναι ένα σύστημα **στατιστικής επεξεργασίας στοιχείων οδικών ατυχημάτων** και αναπτύχθηκε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. Τα δεδομένα που αποτελούν τη βάση δεδομένων του προγράμματος Microsoft Access που χρησιμοποιεί το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. προέρχονται από τις αντίστοιχες βάσεις δεδομένων της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η επικαιροποίηση της βάσης δεδομένων με νέα στοιχεία κάθε φορά που λαμβάνονται τα στοιχεία ενός νέου έτους.

Το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. συγκεκριμένα χρησιμοποιείται για τη συλλογή και οργάνωση εκτεταμένων βάσεων δεδομένων στις οποίες η πρόσβαση για την ανάκτηση στοιχείων γίνεται με τη **διαμόρφωση «ερωτημάτων»** με κατάλληλη μορφή στη βάση δεδομένων από την οποία και ανακτώνται τα στοιχεία που ικανοποιούν τις συνθήκες του εκάστοτε ερωτήματος. Η ανάπτυξη του λογισμικού αυτού θέτει ένα χρήσιμο εργαλείο στη διάθεση του ερευνητή που ασχολείται με την οδική ασφάλεια καθώς σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί να αποκτήσει αναλυτικές πληροφορίες που αφορούν στα οδικά

ατυχήματα και μια μεγάλη σειρά χαρακτηριστικών που συνδέονται με αυτά. Παρόλα αυτά η χρήση του προγράμματος Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α και γενικότερα της βάσης δεδομένων οδικών ατυχημάτων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς αποτελεί ένα αρχείο με στοιχεία εμπιστευτικού χαρακτήρα το οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς οι οποίοι θα έχουν ως στόχο τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Οι στατιστικές που αποδίδει το σύστημα Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. μπορούν να διαχωριστούν σε στατιστικές παραγόμενες από τον χρήστη και σε προεπιλεγμένες στατιστικές. Οι παραγόμενες από τον χρήστη στατιστικές μπορεί να αφορούν σε οποιοδήποτε χαρακτηριστικό του ατυχήματος, του οχήματος ή των εμπλεκόμενων προσώπων (οδηγών, επιβατών, πεζών).

Προκειμένου λοιπόν να ληφθούν από τη βάση δεδομένων όλα τα επιθυμητά στοιχεία που αφορούν σε ατυχήματα πεζών, πραγματοποιείται μία σειρά ερωτημάτων με το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. (Εικόνα 4.1). Τα **ερωτήματα** πραγματοποιούνται μέσω **διαδοχικών βημάτων** που περιγράφονται παρακάτω:

- Επιλογή **έκδοσης** (1985-1995, 1996-2009, 1985-2009).

Διατίθενται τρεις εκδόσεις λόγω της αναθεώρησης των Δ.Ο.Τ.Α., και επομένως υπάρχει κάποια ασυμβατότητα μεταξύ των δεδομένων των αντίστοιχων χρονικών περιόδων. Ο χρήστης συνεπώς πριν περάσει στο στάδιο διατύπωσης του ερωτήματος καλείται να επιλέξει μεταξύ της έκδοσης της βάσης δεδομένων την οποία επιθυμεί να χρησιμοποιήσει. (Εικόνα 4.2).

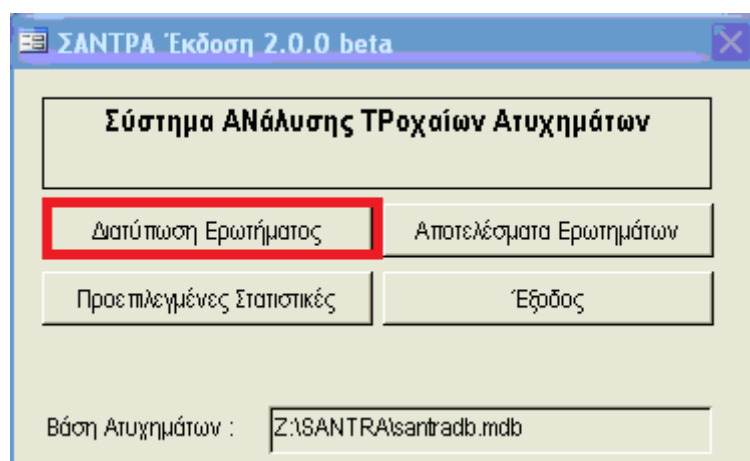
- Επιλογή **μετρούμενων μονάδων** (πλήθος προσώπων, οχημάτων ή ατυχημάτων)

Ο χρήστης ανάλογα με το σκοπό έρευνας καθορίζει την κατηγορία (εμπλεκόμενα πρόσωπα, οχήματα, ατυχήματα) που θέλει να ερευνήσει. Με βάση αυτήν την επιλογή θα δοθεί το πλήθος σε συνάρτηση με διάφορες παραμέτρους που επιθυμεί. (Εικόνα 4.3)

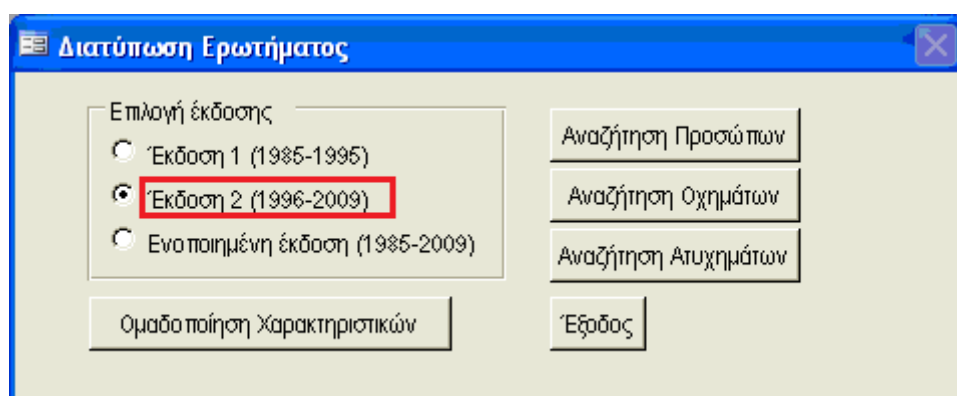
- Περιγραφή **συνθηκών** (π.χ. ατυχήματα εντός κατοικημένης περιοχής) & Επιλογή **χαρακτηριστικών** ομαδοποίησης (π.χ. ανά ηλικία). (Εικόνα 4.4 και 4.5)

Ο χρήστης καλείται να διατυπώσει τα χαρακτηριστικά των στοιχείων που επιθυμεί να ανακτήσει. Ακολουθεί πλήθος επιλογών το οποίο αναφέρεται σε δύο βασικές παραμέτρους. Την περιγραφή των χαρακτηριστικών του συμβάντος που θέλει να ερευνήσει (για παράδειγμα εάν αναζητά πρόσωπα θα πρέπει να καθορίσει τα χαρακτηριστικά των προσώπων και τα χαρακτηριστικά των ατυχημάτων) η οποία μπορεί να είναι όσο γενική ή ειδική επιθυμεί, και την ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών ανά μια σειρά επεξηγηματικών μεταβλητών. Η επιλογή των χαρακτηριστικών περιγραφής του ατυχήματος και των προσώπων ή των οχημάτων δίνει τη δυνατότητα πολλαπλών επιλογών έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανάκτηση στοιχείων που αφορούν πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις.

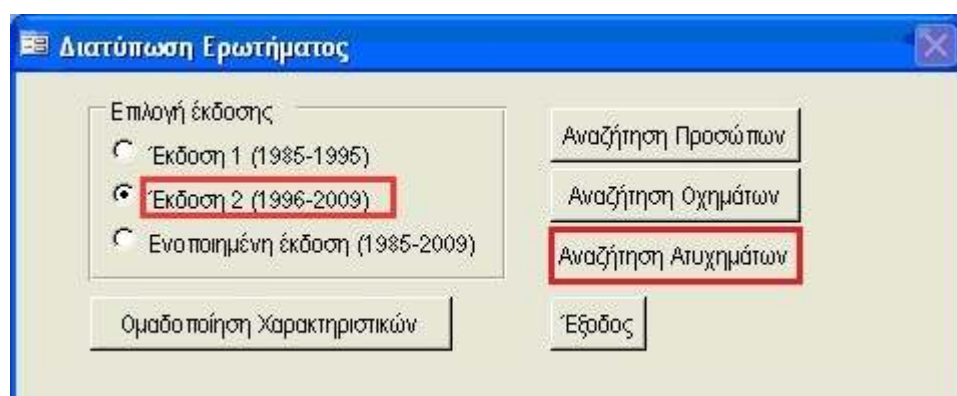
Μετά την **ολοκλήρωση της διατύπωσης** ενός ερωτήματος είναι δυνατή η **προεπισκόπηση** αυτού για να διαπιστωθεί εάν οι παράμετροι που τέθηκαν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις της έρευνας που πραγματοποιείται. Την τελική διαπίστωση αυτή ακολουθεί η **εκτέλεση του προγράμματος**. Τα αποτελέσματα δίδονται σε μορφή πίνακα ο οποίος σε συγκεκριμένες περιπτώσεις (όταν η ομαδοποίηση γίνεται με λίγες μεταβλητές) μπορεί να είναι μίας ή δύο διαστάσεων. Τα αποτελέσματα του πίνακα είναι δυνατό να αποθηκευτούν και να πραγματοποιηθεί άμεση πρόσβαση σε αυτά σε μεταγενέστερη στιγμή, ενώ δίνεται ξανά η δυνατότητα επισκόπησης του ερωτήματος που τέθηκε (Εικόνα 4.6).



Εικόνα 4.1 Διατύπωση Ερωτήματος - Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α



Εικόνα 4.2 Επιλογή Έκδοσης



Εικόνα 4.3 Επιλογή μετρούμενης μονάδας

Εικόνα 4.4 Περιγραφή Ατυχήματος

Εικόνα 4.5 Χαρακτηριστικά Ομαδοποίησης

Εικόνα 4.6 Αναφορά του Συστήματος για τα στοιχεία του ερωτήματος που τέθηκε

✚ Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, όπου χρησιμοποιήθηκε το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. επιλέχθηκε η έκδοση 1996-2009 για την ανάλυση των τεσσάρων προτύπων σοβαρότητας για τη δεκαετία 1999-2008. Έγινε **αναζήτηση** προσώπων καθώς στην έκφραση του δείκτη σοβαρότητας υπεισέρχονται οι παθόντες και οι **παράγοντες** που εξετάστηκαν αφορούν **χαρακτηριστικά του ατυχήματος και των συμμετεχόντων**.

Συγκεκριμένα οι παράγοντες που επιλέχθηκαν για περαιτέρω ανάλυση φαίνονται στον ακόλουθο **πίνακα 4.1**. Αξίζει να επισημανθεί ότι ο μέγιστος αριθμός μεταβλητών που μπορεί να εισαχθεί στο σύστημα (μέχρι τώρα) είναι 10.

Μεταβλητές	Τιμές Μεταβλητών
Σοβαρότητα ατυχήματος του συμμετέχοντα στόχου	Μη παθών οδηγός
	Βαριά Τραυματίας
	Ελαφρά Τραυματίας
	Νεκρός
Τύπος περιοχής του ατυχήματος	Κατοικημένη
	Μη κατοικημένη
Συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος	Μέρα
	Σούρουπο
	Νύχτα
Ατμοσφαιρικές συνθήκες 2	Καλοκαιρία
	Βροχή
	Άλλες
Ισόπεδη κόμβο του ατυχήματος	Όχι
	Ναι
Τύπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	Παράσυρση πεζού
	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο
	Μετωπική σύγκρουση
	Νωτομετωπική σύγκρουση
	Εκτροπή από την οδό
	Πλάγια σύγκρουση
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση
	Άλλος
Ελιγμός οχήματος 2	Κανονική πορεία
	Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα
	Υπέρβαση ορίου ταχύτητας
	Παραβίαση προτεραιότητας
	Άλλος ελιγμός
Νυχτερινός Φωτισμός	Τεχνητός φωτισμός επαρκής

	Τεχνητός φωτισμός αμυδρός
	Τεχνητός φωτισμός σβηστός
	Χωρίς εγκατάσταση φωτισμού
Ανωφέρεια	Ομαλή
	Με μεγάλη κλίση
	Όχι ανωφέρεια
Κατωφέρεια	Ομαλή
	Με μεγάλη κλίση
	Όχι κατωφέρεια
Πλήθος οχημάτων 2	Ένα
	Δύο
	Περισσότερα από δύο
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	Όχι
	Ναι
Ρύθμιση κυκλοφορίας 2	Φωτεινός σηματοδότης
	Σήμα STOP
	Άλλο
	Χωρίς έλεγχο
Είδος/Χρήση 3 οχήματος	Δίκυκλα <49κ.ε
	Δίκυκλα ≥50κ.ε
	Επιβατικό
	Λεωφορείο
	Φορτηγό
	Ποδήλατο
	Άλλο
Κατηγορία παθόντος	Οδηγός
	Επιβάτης
	Πεζός
Φύλο παθόντος	Άρρεν
	Θήλυ
Ηλικία παθόντος	1-98
Υπηκοότητα παθόντος 2	Ελληνική
	Χώρα Ευρωπαϊκής Ένωσης
	Άλλη

Πίνακας 4.1 Οι εξεταζόμενες μεταβλητές

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Έπειτα από τη διαδικασία της συλλογής των στοιχείων ακολουθεί η διαδικασία της επεξεργασίας.

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση του Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. εισάγονται στο λογισμικό Microsoft Excel.

D	E	F	G	H	I
1	2	3	4	5	6
1	τύπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	επιμέτρητο πρόβλημα 2 του ατυχήματος	καταστάση ασφαλείας του ατυχήματος	ισοπέδη διασφάλιση του ατυχήματος	αμφότερα του ατυχήματος
2	Μετωπική σύγκρουση	Κανονική πορεία	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
3	Μετωπική σύγκρουση	Κανονική πορεία	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
4	Μετωπική σύγκρουση	Κανονική πορεία	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
5	Μετωπική σύγκρουση	Κανονική πορεία	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
6	Μετωπική σύγκρουση	Κανονική πορεία	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
7	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
8	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
9	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
10	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
11	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
12	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
13	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
14	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
15	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
16	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
17	Μετωπική σύγκρουση	Εισόδος στο αντίθετο ρεύμα	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
18	Μετωπική σύγκρουση	Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
19	Μετωπική σύγκρουση	Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
20	Μετωπική σύγκρουση	Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
21	Μετωπική σύγκρουση	Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
22	Μετωπική σύγκρουση	Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα
23	Μετωπική σύγκρουση	Άλλος ελιγμός	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
24	Μετωπική σύγκρουση	Άλλος ελιγμός	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
25	Μετωπική σύγκρουση	Άλλος ελιγμός	Όχι	Ναι	Όχι αμφότερα
26	Μετωπική σύγκρουση	Άλλος ελιγμός	Όχι	Όχι	Όχι αμφότερα

Πίνακας 4.2 Η μορφή του πίνακα που εξάγεται από το Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α και εισάγεται στο Microsoft Excel

Δημιουργήθηκαν **δεκαέξι** διαφορετικοί **πίνακες** κατηγοριοποιημένοι ανά **τύπο περιοχής** (κατοικημένη, μη κατοικημένη) οι οποίοι υποκατηγοριοποιήθηκαν με τον **ισόπεδο κόμβο** (ναι, όχι). Από αυτούς τους πίνακες: Οι δώδεκα αφορούσαν στον αριθμό των ατυχημάτων και οι τέσσερις στον αριθμό των νεκρών.

Επίσης δημιουργήθηκαν **οκτώ** διαφορετικοί **πίνακες** οι οποίοι ήταν κατηγοριοποιημένοι μόνο ανά **τύπο περιοχής** (κατοικημένη, μη κατοικημένη) από τους οποίους: οι έξι αφορούσαν στον αριθμό των ατυχημάτων και οι δύο στον αριθμό των νεκρών. Όμως λόγω καλύτερων αποτελεσμάτων, τελικά επιλέχθηκαν οι δεκαέξι πίνακες έναντι των οκτώ για την δημιουργία των τελικών προτύπων. Ωστόσο, λόγω χρόνου αλλά και πληθώρας στοιχείων για ανάλυση αποφασίστηκε να μην αναλυθούν περαιτέρω οι τέσσερις πίνακες που αφορούσαν στον αριθμό των νεκρών και εμπεριείχαν μεταβλητές των χαρακτηριστικών του χρήστη της οδού. Αποφασίστηκε δηλαδή, να εξεταστούν οι μεταβλητές που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος.

Επιπλέον, αναφέρεται ότι οι δώδεκα παραπάνω πίνακες χρησιμοποιήθηκαν περαιτέρω για στατιστική ανάλυση με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Ωστόσο, στη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης που εφαρμόστηκε στη συνέχεια, αποφασίστηκε να υπάρχει κατηγοριοποίηση μόνο ανά **τύπο περιοχής** (κατοικημένη, μη κατοικημένη). Συνεπώς, για την μέθοδο αυτή χρησιμοποιήθηκαν μόνο έξι πίνακες οι οποίοι αντλήθηκαν από τους παραπάνω οκτώ που δεν χρησιμοποιήθηκαν στην λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση και αφορούσαν στον αριθμό των ατυχημάτων.

Από την επεξεργασία των στοιχείων **αφαιρέθηκαν** οι γραμμές με μη συμπληρωμένη την ηλικία του συμμετέχοντα και εκείνα με **άγνωστα στοιχεία**. Συγκεκριμένα στην επεξεργασία των δεδομένων δεν συμπεριλήφθηκαν τα ατυχήματα με **μη παθόν οδηγό**, αφενός γιατί αναφέρεται σε μία κατηγορία συμμετέχοντα (οδηγός, επιβάτης, πεζός) και αφετέρου γιατί στην παρούσα εργασία εξετάζονται μόνο οι παθόντες. Επίσης

οι μεταβλητές που αφορούν στον τύπο του οχήματος, στις ατμοσφαιρικές συνθήκες, στον ελιγμό του οχήματος, στο πλήθος των εμπλεκομένων οχημάτων και στην ρύθμιση κυκλοφορίας ομαδοποιήθηκαν κατάλληλα ώστε να λαμβάνουν λιγότερες κατηγορίες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι **για τη μετέπειτα στατιστική ανάλυση** πραγματοποιήθηκε μία κωδικοποίηση για την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό. Η διαδικασία αυτή αναλύεται διεξοδικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Για να είναι **δυνατή η επιλογή των παραμέτρων** που θα αποτελέσουν το μαθηματικό πρότυπο δημιουργήθηκαν από τους παραπάνω πίνακες με τη βοήθεια του ΣΑΝΤΡΑ κάποια ερωτήματα (queries) τα οποία από το σύνολο των στοιχείων της βάσης είχαν στη σύνθεσή τους, την ύπαρξη κόμβου καθώς και παραμέτρους όπως ο τύπος περιοχής, το είδος του οχήματος, ο τύπος του ατυχήματος, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, η κατηγορία του παθόντος κλπ. Επιλέχθηκαν οι μεταβλητές που θεωρήθηκαν σημαντικότερες με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, 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 πινάκες** που συμπληρωθήκαν στην πρώτη φάση της παρούσας έρευνας και αναφέρονται στα συμπεράσματα που προκύπτουν.

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι έχουν δημιουργηθεί αρκετοί ακόμη πίνακες μέσω των οποίων έγινε η επιλογή των παραμέτρων που στη συνέχεια εισήχθησαν στο μαθηματικό πρότυπο, οι οποίοι δεν παρατίθενται και δεν σχολιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο.

Στον πίνακα 4.3 που ακολουθεί προκύπτει ότι **η πλαγιομετωπική σύγκρουση** είναι ο πιο συχνός τύπος οδικών ατυχημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα **νεκρό** και αντιστοιχούν στο 20,2% του συνόλου των ατυχημάτων με νεκρούς σε κατοικημένη περιοχή και στο 20,3% του συνόλου των ατυχημάτων με νεκρούς σε μη κατοικημένη περιοχή. Η πολύ μικρή αυτή

μείωση του ποσοστού των νεκρών στις κατοικημένες περιοχές οφείλεται πιθανώς στο γεγονός της αντίστοιχης αύξησης της κυκλοφορίας και κατά συνέπεια μείωσης της ταχύτητας στο αστικό δίκτυο σε σχέση με το εθνικό, που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της σφοδρότητας της σύγκρουσης και των συνεπειών για τα εμπλεκόμενα στο ατύχημα πρόσωπα. Σημειώνεται επίσης ότι η παράσυρση πεζού παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου (30,3%). Επιπλέον, το ποσοστό ατυχημάτων με νεκρούς για την παράσυρση πεζού παραμένει υψηλό (28,2%) και εντός διασταυρώσεως σε κατοικημένη περιοχή. Αυτό πιθανώς οφείλεται στο ότι οι **πεζοί** είναι οι πιο **ευάλωτοι** χρηστές της οδού, καθώς η εμπλοκή τους σε οδικό ατύχημα έχει αυξημένη πιθανότητα τραυματισμού ή θανάτου ως αποτέλεσμα της ανεπαρκούς προστασίας τους μέσω του χωρικού διαχωρισμού τους από το όχημα.

Ένας άλλος συχνός τύπος οδικών ατυχημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα νεκρούς είναι **η εκτροπή από την οδό**. Ο τύπος αυτός ατυχήματος παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό (25,8%) οδικών ατυχημάτων με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής και εκτός διασταυρώσεων. Ωστόσο, εντός κόμβου το ποσοστό μειώνεται σημαντικά (8,8%). Αυτό πιθανώς να οφείλεται **στην μεγαλύτερη προσοχή που επιδεικνύουν οι χρήστες της οδού όταν πλησιάζουν σε κόμβο**, με συνέπεια ο χρήστης της οδού να μειώνει τοπικά την ταχύτητα του οχήματός του με αποτέλεσμα να έχει μικρότερες πιθανότητες να χάσει τον έλεγχο του οχήματος του και αυτό να εκτραπεί από την οδό. Αυτή η σημαντική διαφορά στα οδικά ατυχήματα με νεκρούς λόγω εκτροπής από την οδό εντός και εκτός κόμβου παρατηρείται και εντός κατοικημένης περιοχής (13,8% εκτός κόμβου και 4,1% εντός κόμβου).

Η μικρότερη διαφορά στα ποσοστά πιθανώς οφείλεται στην αυξημένη κυκλοφορία σε κατοικημένη περιοχή που οδηγεί σε χαμηλότερες ταχύτητες τα κυκλοφορούντα οχήματα και συνεπώς σε μειωμένη πιθανότητα εκτροπής από την οδό εντός κατοικημένης περιοχής από ότι εκτός. Συνεπώς, οι τρεις συχνότεροι τύποι ατυχημάτων που συναντώνται σε οδικά ατυχήματα με

νεκρούς κατά φθίνουσα σειρά είναι: **1) πλαγιομετωπική σύγκρουση, 2) παράσυρση πεζού, 3) εκτροπή από την οδό.**

Στον πίνακα 4.4 που ακολουθεί, προκύπτει ότι η **πλαγιομετωπική σύγκρουση είναι ο πιο συχνός τύπος οδικών ατυχημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα βαριά τραυματία** και αντιστοιχούν στο 30,5% του συνόλου των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες σε κατοικημένη περιοχή και στο 25,3% του συνόλου των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες σε μη κατοικημένη περιοχή. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι οι περισσότερες πλαγιομετωπικές συγκρούσεις συμβαίνουν σε ισόπεδες διασταυρώσεις λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις. Συνεπώς, λόγω του γεγονότος ότι εντός κατοικημένης περιοχής υπάρχουν περισσότεροι κόμβοι από ότι εκτός, παρατηρούνται περισσότερα ατυχήματα με βαριά τραυματίες σε κατοικημένες περιοχές έναντι μη κατοικημένων περιοχών. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από τη μεγάλη διαφορά στα ποσοστά των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες όταν η σύγκρουση είναι πλαγιομετωπική εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός (51,3% - 17,5%).

Ένας άλλος λόγος για τη διαφορά αυτή των ατυχημάτων με βαριά τραυματία σε κατοικημένη περιοχή ή μη ίσως εντοπίζεται στο ότι εκτός κατοικημένης περιοχής η σφοδρότητα των ατυχημάτων είναι μεγάλη και πιθανώς τα περισσότερα ατυχήματα να έχουν αποτέλεσμα νεκρό αντί βαριά τραυματία. Εν συνεχεία, η **παράσυρση πεζού** παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων με βαριά τραυματία εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου (26,6%). Αυτό συμβαίνει διότι ο αριθμός των εμπλεκομένων πεζών είναι μεγαλύτερος εντός κατοικημένης περιοχής από ότι εκτός. Επίσης, η έκθεση στον κίνδυνο είναι μεγαλύτερη. Επίσης, σε ισόπεδη κόμβο υπάρχει ένα **επίπεδο ελέγχου της κυκλοφορίας** μέσω των διαβάσεων και της σηματοδότησης και για αυτό το λόγο το ποσοστό των ατυχημάτων με βαριά τραυματία εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου εμφανίζεται μειωμένο (18,9%). Ένας άλλος συχνός τύπος ατυχήματος που εμφανίζεται στα ατυχήματα με βαριά τραυματία είναι η **εκτροπή από την οδό**. Το μεγαλύτερο ποσοστό της το παρουσιάζει εκτός κατοικημένης περιοχής και

εκτός κόμβου (26,1%). Πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που παρατηρούνται σε μη κατοικημένη περιοχή, το όχημα εκτρέπεται ευκολότερα στο εθνικό δίκτυο. Επιπλέον, εκτός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου λόγω του μειωμένου ή μη ελέγχου της κυκλοφορίας οι χρήστες της οδού έχουν την τάση να είναι λιγότερο προσεκτικοί και να αυξάνουν την ταχύτητα του οχήματος τους κάτι που κάνει τα οχήματα πιο ευάλωτα στην εκτροπή από την οδό.

Ακόμα, **η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο** είναι ένας ακόμη τύπος ατυχήματος με σημαντικά ποσοστά, κυρίως στον αριθμό των ατυχημάτων με βαριά τραυματία εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου (17,8%). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στον μεγάλο αριθμό σταθμευμένων οχημάτων σε κατοικημένες περιοχές (ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις) και στις υψηλότερες ταχύτητες που αναπτύσσουν οι χρήστες των οδών εκτός κόμβου. Ένας ακόμη λόγος για τον μικρότερο αριθμό ατυχημάτων με βαριά τραυματία σε κόμβο πιθανώς να είναι τα λιγότερα σταθμευμένα οχήματα πλησίον κόμβων, λόγω απαγόρευσης στάθμευσης έως κάποια απόσταση από τον κόμβο. Συνεπώς οι πιθανότητες πρόσκρουσης σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο είναι μειωμένες.

Στον πίνακα 4.5 που ακολουθεί, προκύπτει και πάλι ότι **η πλαγιομετωπική σύγκρουση είναι ο πιο συχνός τύπος οδικών ατυχημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα ελαφρά τραυματία** και αποτελούν το 57,6% του συνόλου των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματία σε ισόπεδη κόμβο έναντι του 21,4% εκτός κόμβου. Η διαφορά αυτή πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες πλαγιομετωπικές συγκρούσεις συμβαίνουν σε ισόπεδες διασταυρώσεις λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις. Επίσης, τα ατυχήματα πλαγιομετωπικής σύγκρουσης με ελαφρά τραυματία σε κατοικημένη περιοχή αντιστοιχούν στο 41,6% του συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματία σε κατοικημένη περιοχή, σε αντίθεση με τα ατυχήματα πλαγιομετωπικής σύγκρουσης με ελαφρά τραυματία σε μη κατοικημένη περιοχή που αποτελούν το 30% του συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματία σε μη κατοικημένη περιοχή. Η

διαφορά αυτή που εμφανίζεται αυξημένη σε σχέση με τα ατυχήματα με νεκρούς ή βαριά τραυματίες, πιθανώς οφείλεται στο ότι εντός κατοικημένης περιοχής υπάρχουν περισσότεροι κόμβοι από ότι εκτός. Άρα μεγαλύτερες πιθανότητες πλαγιομετωπικής σύγκρουσης. Ένας ακόμη λόγος ίσως είναι ότι όσο μειώνεται η σοβαρότητα του ατυχήματος, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό τους σε κατοικημένη περιοχή λόγω μεγάλου αριθμού οχημάτων που κυκλοφορούν αλλά με μικρότερες ταχύτητες από ότι εκτός κατοικημένης περιοχής.

Η παράσυρση πεζού εμφανίζει σημαντικά υψηλότερα ποσοστά στα ατυχήματα με ελαφρά τραυματία σε κατοικημένη περιοχή έναντι μη κατοικημένης περιοχής (19,2% - 4,9%). Αυτό συμβαίνει πιθανόν λόγω του μικρού αριθμού κυκλοφορούντων πεζών εκτός κατοικημένης περιοχής αλλά και του μειωμένου ή μη ελέγχου της κυκλοφορίας εκτός κατοικημένης περιοχής. Αυτό συντελεί στην μειωμένη διάσχιση οδών εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός και στην προσεκτικότερη διάσχιση τους από τους πεζούς λόγω υψηλών ταχυτήτων των διερχόντων οχημάτων.

Η εκτροπή από την οδό παρουσιάζεται σημαντικά μεγαλύτερη εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός (20,9% - 3,5%) λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων των οχημάτων στο εθνικό οδικό δίκτυο. Επιπλέον, παρατηρείται πολύ συχνότερα εκτός διασταυρώσεων από ότι εντός (13% - 1,9%), κάτι που οφείλεται πιθανόν στην μεγαλύτερη προσοχή που επιδεικνύουν οι χρήστες όταν πλησιάζουν σε κόμβο μειώνοντας την ταχύτητα τους αλλά και στο αυξημένο επίπεδο ελέγχου της κυκλοφορίας σε κόμβο από ότι εκτός κόμβου. Συνοψίζοντας υπάρχουν μερικά συμπεράσματα τα οποία είναι κοινά για τα ατυχήματα είτε με νεκρούς, είτε με βαριά τραυματίες, είτε με ελαφρά τραυματίες ανά τύπο οχήματος σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή και ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου. Αυτά είναι:

- Οι **συχνότεροι τύποι ατυχημάτων** σε κόμβο κατά φθίνουσα σειρά είναι: 1) πλαγιομετωπική σύγκρουση, 2) παράσυρση πεζού, 3) πλάγια σύγκρουση, 4) πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο. Αυτό συμβαίνει πιθανώς λόγω κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις.
- Οι τύποι ατυχήματος που επηρεάζουν **λιγότερο** τον αριθμό των ατυχημάτων εντός κόμβου είναι: 1)εκτροπή από την οδό, 2) μετωπική σύγκρουση. Η αιτία πιθανώς είναι οι χαμηλότερες ταχύτητες που αναπτύσσονται εντός κόμβου σε σχέση με εκείνες εκτός κόμβου.
- Η επιρροή της μετωπικής σύγκρουσης, της εκτροπής από την οδό και της πρόσκρουσης σε σταθερό όχημα/αντικείμενο είναι τουλάχιστον **διπλάσια** εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου, πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου σε σχέση με εκείνες εντός κόμβου.
- Από το σύνολο των ατυχημάτων, εκείνα που συμβαίνουν **εκτός κόμβου** είναι συνήθως **διπλάσια ή υπερδιπλάσια** από εκείνα που συμβαίνουν **εντός κόμβου**, σε όλους τους τύπους ατυχημάτων εκτός από την πλαγιομετωπική και την πλάγια σύγκρουση, πιθανώς λόγω μικρότερων αναπτυσσόμενων ταχυτήτων και υψηλότερου επιπέδου ελέγχου εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	109	445	124	1480	233	1925	554	1604
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	1079	635	711	1569	1790	2204	1714	2280
Πλάγια σύγκρουση	200	208	57	203	257	411	408	260
Νωτομετωπική σύγκρουση	113	279	108	644	221	923	392	752
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	277	1249	123	1433	400	2682	1526	1556
Παράσυρση πεζού	793	1720	173	1062	966	2782	2513	1235
Εκτροπή από την οδό	115	781	135	2501	250	3282	896	2636
Άλλος	131	360	103	803	234	1163	491	906
ΣΥΝΟΛΟ	2817	5677	1534	9695	4351	15372	8494	11229

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	3,9%	7,8%	8,1%	15,3%	5,4%	12,5%	6,5%	14,3%
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	38,3%	11,2%	46,3%	16,2%	41,1%	14,3%	20,2%	20,3%
Πλάγια σύγκρουση	7,1%	3,7%	3,7%	2,1%	5,9%	2,7%	4,8%	2,3%
Νωτομετωπική σύγκρουση	4,0%	4,9%	7,0%	6,6%	5,1%	6,0%	4,6%	6,7%
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	9,8%	22,0%	8,0%	14,8%	9,2%	17,4%	18,0%	13,9%
Παράσυρση πεζού	28,2%	30,3%	11,3%	11,0%	22,2%	18,1%	29,6%	11,0%
Εκτροπή από την οδό	4,1%	13,8%	8,8%	25,8%	5,7%	21,4%	10,5%	23,5%
Άλλος	4,7%	6,3%	6,7%	8,3%	5,4%	7,6%	5,8%	8,1%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	19,7%	80,3%	7,7%	92,3%	10,8%	89,2%	25,7%	74,3%
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	63,0%	37,0%	31,2%	68,8%	44,8%	55,2%	42,9%	57,1%
Πλάγια σύγκρουση	49,0%	51,0%	21,9%	78,1%	38,5%	61,5%	61,1%	38,9%
Νωτομετωπική σύγκρουση	28,8%	71,2%	14,4%	85,6%	19,3%	80,7%	34,3%	65,7%
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	18,2%	81,8%	7,9%	92,1%	13,0%	87,0%	49,5%	50,5%
Παράσυρση πεζού	31,6%	68,4%	14,0%	86,0%	25,8%	74,2%	67,0%	33,0%
Εκτροπή από την οδό	12,8%	87,2%	5,1%	94,9%	7,1%	92,9%	25,4%	74,6%
Άλλος	26,7%	73,3%	11,4%	88,6%	16,8%	83,2%	35,1%	64,9%
ΣΥΝΟΛΟ	33,2%	66,8%	13,7%	86,3%	22,1%	77,9%	43,1%	56,9%

Πίνακας 4.3 Αριθμός ατυχημάτων με νεκρούς ανά τύπο οχήματος σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	402	947	228	1846	630	2793	1349	2074
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	3924	1588	1356	2315	5280	3903	5512	3671
Πλάγια σύγκρουση	626	471	125	342	751	813	1097	467
Νωτομετωπική σύγκρουση	300	583	187	897	487	1480	883	1084
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	524	1840	187	1607	711	3447	2364	1794
Παράσυρση πεζού	1460	2752	160	911	1620	3663	4212	1071
Εκτροπή από την οδό	221	1302	220	3122	441	4424	1523	3342
Άλλος	268	850	97	914	365	1764	1118	1011
ΣΥΝΟΛΟ	7725	10333	2560	11954	10285	22287	18058	14514

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	5,2%	9,2%	8,9%	15,4%	6,1%	12,5%	7,5%	14,3%
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	50,8%	15,4%	53,0%	19,4%	51,3%	17,5%	30,5%	25,3%
Πλάγια σύγκρουση	8,1%	4,6%	4,9%	2,9%	7,3%	3,6%	6,1%	3,2%
Νωτομετωπική σύγκρουση	3,9%	5,6%	7,3%	7,5%	4,7%	6,6%	4,9%	7,5%
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	6,8%	17,8%	7,3%	13,4%	6,9%	15,5%	13,1%	12,4%
Παράσυρση πεζού	18,9%	26,6%	6,3%	7,6%	15,8%	16,4%	23,3%	7,4%
Εκτροπή από την οδό	2,9%	12,6%	8,6%	26,1%	4,3%	19,9%	8,4%	23,0%
Άλλος	3,5%	8,2%	3,8%	7,6%	3,5%	7,9%	6,2%	7,0%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	29,8%	70,2%	11,0%	89,0%	18,4%	81,6%	39,4%	60,6%
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	71,2%	28,8%	36,9%	63,1%	57,5%	42,5%	60,0%	40,0%
Πλάγια σύγκρουση	57,1%	42,9%	26,8%	73,2%	48,0%	52,0%	70,1%	29,9%
Νωτομετωπική σύγκρουση	34,0%	66,0%	17,3%	82,7%	24,8%	75,2%	44,9%	55,1%
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	22,2%	77,8%	10,4%	89,6%	17,1%	82,9%	56,9%	43,1%
Παράσυρση πεζού	34,7%	65,3%	14,9%	85,1%	30,7%	69,3%	79,7%	20,3%
Εκτροπή από την οδό	14,5%	85,5%	6,6%	93,4%	9,1%	90,9%	31,3%	68,7%
Άλλος	24,0%	76,0%	9,6%	90,4%	17,1%	82,9%	52,5%	47,5%
ΣΥΝΟΛΟ	42,8%	57,2%	17,6%	82,4%	31,6%	68,4%	55,4%	44,6%

Πίνακας 4.4 Αριθμός ατυχημάτων με βαριά τραυματίες ανά τύπο οχήματος σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	3229	4648	715	5017	3944	9665	7877	5732
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	50355	13463	5595	8846	55950	22309	63818	14441
Πλάγια σύγκρουση	11731	6711	669	1912	12400	8623	18442	2581
Νωτομετωπική σύγκρουση	5206	7849	1098	4481	6304	12330	13055	5579
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	2561	6861	507	3962	3068	10823	9422	4469
Παράσυρση πεζού	11001	18521	412	1922	11413	20443	29522	2334
Εκτροπή από την οδό	1157	4187	661	9365	1818	13552	5344	10026
Άλλος	1990	3936	295	2609	2285	6545	5926	2904
ΣΥΝΟΛΟ	87230	66176	9952	38114	97182	104290	153406	48066

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	3,7%	7,0%	7,2%	13,2%	4,1%	9,3%	5,1%	11,9%
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	57,7%	20,3%	56,2%	23,2%	57,6%	21,4%	41,6%	30,0%
Πλάγια σύγκρουση	13,4%	10,1%	6,7%	5,0%	12,8%	8,3%	12,0%	5,4%
Νωτομετωπική σύγκρουση	6,0%	11,9%	11,0%	11,8%	6,5%	11,8%	8,5%	11,6%
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	2,9%	10,4%	5,1%	10,4%	3,2%	10,4%	6,1%	9,3%
Παράσυρση πεζού	12,6%	28,0%	4,1%	5,0%	11,7%	19,6%	19,2%	4,9%
Εκτροπή από την οδό	1,3%	6,3%	6,6%	24,6%	1,9%	13,0%	3,5%	20,9%
Άλλος	2,3%	5,9%	3,0%	6,8%	2,4%	6,3%	3,9%	6,0%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μετωπική σύγκρουση	41,0%	59,0%	12,5%	87,5%	29,0%	71,0%	57,9%	42,1%
Πλαγιομετωπική σύγκρουση	78,9%	21,1%	38,7%	61,3%	71,5%	28,5%	81,5%	18,5%
Πλάγια σύγκρουση	63,6%	36,4%	25,9%	74,1%	59,0%	41,0%	87,7%	12,3%
Νωτομετωπική σύγκρουση	39,9%	60,1%	19,7%	80,3%	33,8%	66,2%	70,1%	29,9%
Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο	27,2%	72,8%	11,3%	88,7%	22,1%	77,9%	67,8%	32,2%
Παράσυρση πεζού	37,3%	62,7%	17,7%	82,3%	35,8%	64,2%	92,7%	7,3%
Εκτροπή από την οδό	21,7%	78,3%	6,6%	93,4%	11,8%	88,2%	34,8%	65,2%
Άλλος	33,6%	66,4%	10,2%	89,8%	25,9%	74,1%	67,1%	32,9%
ΣΥΝΟΛΟ	56,9%	43,1%	20,7%	79,3%	48,2%	51,8%	76,1%	23,9%

Πίνακας 4.5 Αριθμός ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες ανά τύπο οχήματος σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

Στους πίνακες **4.6, 4.7 και 4.8** περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα σχετικά με τους αριθμούς και τα ποσοστά των ατυχημάτων με νεκρούς, βαριά τραυματίες και ελαφρά τραυματίες, ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ξεκάθαρα ότι τα περισσότερα ατυχήματα συμβαίνουν **την ημέρα**, πιθανώς λόγω μεγαλύτερης έκθεσης στον κίνδυνο σε σχέση με τη νύχτα. Συγκεκριμένα, τα ατυχήματα με νεκρούς, την ημέρα, εμφανίζουν μεγαλύτερα ποσοστά εκτός κατοικημένης περιοχής από ότι εντός κατοικημένης περιοχής (53,3% - 49,8%). Η διαφορά αυτή πιθανώς εξηγείται στην υψηλότερη ταχύτητα που αναπτύσσουν τα οχήματα στο εθνικό οδικό δίκτυο σε συνδυασμό και με την καλή ορατότητα της ημέρας που οδηγούν σε σφοδρότερα ατυχήματα και συνεπώς σε περισσότερα ατυχήματα με νεκρούς σε σχέση με τα ατυχήματα εντός κατοικημένης περιοχής.

Επίσης, παρατηρείται ότι τα ατυχήματα με νεκρούς την ημέρα είναι περισσότερα εντός διασταυρώσεως από ότι εκτός διασταυρώσεως (56,7% - 50,4%). Αυτό πιθανώς εντοπίζεται στο ότι ο συχνότερος τύπος ατυχήματος είναι η πλαγιομετωπική σύγκρουση η οποία συνήθως συναντάται σε κόμβο. Επιπλέον, σε αρκετές διασταυρώσεις ο αριθμός των εμπλεκόμενων οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις είναι σημαντικός και συνεπώς οι πιθανότητες ατυχήματος μεγαλύτερες. Από την διαφορά αυτή στα ποσοστά των ατυχημάτων με νεκρούς την ημέρα εντός και εκτός κόμβου αναδεικνύεται και το γεγονός της **παραβατικότητας στην Ελλάδα**, κάτι που μειώνει την επιρροή που έχει το όποιο επίπεδο ελέγχου κυκλοφορίας στις διασταυρώσεις.

Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι τα παραπάνω ποσοστά αντιστρέφονται τη νύχτα. Δηλαδή, τα ατυχήματα με νεκρούς την νύχτα είναι περισσότερα εντός κατοικημένης περιοχής από ότι εκτός κατοικημένης περιοχής (44,7% - 41,5%). Αυτό πιθανόν συμβαίνει λόγω των περισσότερων κυκλοφορούντων οχημάτων εντός κατοικημένης περιοχής αλλά ίσως και λόγω της απροθυμίας των χρηστών να οδηγήσουν στο εθνικό οδικό δίκτυο τη νύχτα. Επίσης, υψηλότερο είναι το ποσοστό των ατυχημάτων με νεκρούς που συμβαίνουν τη νύχτα εκτός κόμβου από ότι εντός (37,7% - 44,4%). Η διαφορά αυτή ίσως οφείλεται στη μειωμένη κίνηση των οχημάτων στις διασταυρώσεις από τις δευτερεύουσες οδούς και ίσως στην αυξημένη προσοχή των χρηστών από τις

οδούς αυτές λόγω μειωμένης ορατότητας και μη επαρκούς ή καθόλου νυχτερινού φωτισμού. Όσον αφορά τα ατυχήματα με βαριά τραυματίες, τα συμπεράσματα είναι ανάλογα των ατυχημάτων με νεκρούς ποιοτικά αλλά ποσοτικά υπάρχουν μικρές διαφορές. Τα ατυχήματα με βαριά τραυματίες την ημέρα όπως και στα ατυχήματα με νεκρούς είναι περισσότερα σε μη κατοικημένη περιοχή από ότι σε κατοικημένη περιοχή (56,3% - 51,3%) επί του συνόλου των ατυχημάτων σε μη κατοικημένη ή κατοικημένη περιοχή αντίστοιχα. Τα ποσοστά ωστόσο είναι μεγαλύτερα των ποσοστών των ατυχημάτων με νεκρούς. Πιθανόν να οφείλεται στη μικρότερη σφοδρότητα των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες.

Επίσης, τη νύχτα τα ατυχήματα με βαριά τραυματίες είναι περισσότερα σε κατοικημένη περιοχή από ότι σε μη κατοικημένη περιοχή (43,7% - 38,2%) επί του συνόλου των ατυχημάτων σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή αντίστοιχα. Ωστόσο τα ποσοστά είναι μικρότερα των ποσοστών των ατυχημάτων με νεκρούς. Πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι τα ατυχήματα τη νύχτα εμφανίζουν μεγαλύτερη σφοδρότητα από την ημέρα. Όσον αφορά στα ατυχήματα βαριά τραυματιών, την ημέρα, εντός κόμβου εμφανίζονται περισσότερα από ότι εκτός κόμβου (55,2% - 52,7%) επί του συνόλου των ατυχημάτων εντός και εκτός ισόπεδου κόμβου αντίστοιχα. Όμως, τα ατυχήματα, την ημέρα, εκτός κόμβου με βαριά τραυματίες έχουν μεγαλύτερα ποσοστά από τα αντίστοιχα ατυχήματα με νεκρούς και ως αιτία είναι πιθανόν η μικρότερη σφοδρότητα των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες που σημαίνει μεγαλύτερες πιθανότητες ατυχήματος σε συνδυασμό με τον μειωμένο ή καθόλου έλεγχο της κυκλοφορίας εκτός κόμβου.

Αναφορικά με τα ατυχήματα βαριά τραυματιών τη νύχτα, παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων εντός κόμβου από ότι εκτός (39,4% - 42,1%) επί του συνόλου των ατυχημάτων εντός και εκτός ισόπεδου κόμβου αντίστοιχα. Ωστόσο τα ατυχήματα βαριά τραυματιών, τη νύχτα εκτός κόμβου είναι μειωμένα σε σχέση τα ατυχήματα των νεκρών πιθανώς λόγω της μειωμένης σφοδρότητας. Τέλος, αναφορικά με τα ατυχήματα των ελαφρά τραυματιών, τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι παραπλήσια με αυτά των νεκρών και βαριά τραυματιών. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι πιθανόν

λόγω της μικρότερης σφοδρότητας των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες αλλά και μεγαλύτερης σφοδρότητας τους τη νύχτα παρατηρείται αύξηση των ατυχημάτων αυτών την ημέρα και μείωσή τους τη νύχτα σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες σοβαρότητας. **Συνοψίζοντας**, υπάρχουν μερικά **συμπεράσματα** τα οποία είναι κοινά για τα ατυχήματα είτε με νεκρούς, είτε με βαριά τραυματίες, είτε με ελαφρά τραυματίες ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή και ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου. **Αυτά είναι:**

- Η μεγαλύτερη συχνότητα ατυχημάτων σε κόμβο, εμφανίζεται την **ημέρα** και ακολούθως τη νύχτα λόγω μεγαλύτερης **έκθεσης στον κίνδυνο** τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα.
- Το **σούρουπο** λόγω της μικρής σχετικά **διάρκειας** του και της μικρής έκθεσης στον κίνδυνο σχετικά με τη μέρα ή τη νύχτα, έχει πολύ μικρή επιρροή στον αριθμό των ατυχημάτων είτε εντός είτε εκτός κόμβου.
- Την **ημέρα** τα περισσότερα ατυχήματα παρατηρούνται εκτός κατοικημένης περιοχής, ενώ τη **νύχτα** σε κατοικημένη περιοχή, πιθανώς λόγω μεγαλύτερων ταχυτήτων στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.
- Την **ημέρα** τα περισσότερα ατυχήματα παρατηρούνται εντός ισόπεδου κόμβου, ενώ τη **νύχτα** εκτός ισόπεδου κόμβου, πιθανώς λόγω πολλών κυκλοφοριακών εμπλοκών και σημαντικού αριθμού κυκλοφορούντων πεζών.
- Από τα ατυχήματα που συμβαίνουν οποιαδήποτε ώρα της ημέρας, τα ποσοστά εκείνων που πραγματοποιούνται εκτός κόμβου είναι πολύ υψηλότερα εκείνων που συμβαίνουν σε κόμβο, πιθανώς λόγω οξυμένης προσοχής των χρηστών της δευτερεύουσας οδού εξαιτίας υψηλών ταχυτήτων των χρηστών της κύριας οδού και υψηλότερου επιπέδου ελέγχου εντός κόμβου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	1540	2690	929	5057	2469	7747	4230	5986
Σούρουπτο	149	315	92	490	241	805	464	582
Νύχτα	1128	2672	513	4148	1641	6820	3800	4661
ΣΥΝΟΛΟ	2817	5677	1534	9695	4351	15372	8494	11229

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	54,7%	47,4%	60,6%	52,2%	56,7%	50,4%	49,8%	53,3%
Σούρουπτο	5,3%	5,5%	6,0%	5,1%	5,5%	5,2%	5,5%	5,2%
Νύχτα	40,0%	47,1%	33,4%	42,8%	37,7%	44,4%	44,7%	41,5%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	36,4%	63,6%	15,5%	84,5%	24,2%	75,8%	41,4%	58,6%
Σούρουπτο	32,1%	67,9%	15,8%	84,2%	23,0%	77,0%	44,4%	55,6%
Νύχτα	29,7%	70,3%	11,0%	89,0%	19,4%	80,6%	44,9%	55,1%
ΣΥΝΟΛΟ	33,2%	66,8%	13,7%	86,3%	22,1%	77,9%	43,1%	56,9%

Πίνακας 4.6 Αριθμός ατυχημάτων με νεκρούς ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	4114	5143	1566	6601	5680	11744	9257	8167
Σούρουπτο	394	517	160	647	554	1164	911	807
Νύχτα	3217	4673	834	4706	4051	9379	7890	5540
ΣΥΝΟΛΟ	7725	10333	2560	11954	10285	22287	18058	14514

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	53,3%	49,8%	61,2%	55,2%	55,2%	52,7%	51,3%	56,3%
Σούρουπτο	5,1%	5,0%	6,3%	5,4%	5,4%	5,2%	5,0%	5,6%
Νύχτα	41,6%	45,2%	32,6%	39,4%	39,4%	42,1%	43,7%	38,2%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	44,4%	55,6%	19,2%	80,8%	32,6%	67,4%	53,1%	46,9%
Σούρουπτο	43,2%	56,8%	19,8%	80,2%	32,2%	67,8%	53,0%	47,0%
Νύχτα	40,8%	59,2%	15,1%	84,9%	30,2%	69,8%	58,7%	41,3%
ΣΥΝΟΛΟ	42,8%	57,2%	17,6%	82,4%	31,6%	68,4%	55,4%	44,6%

Πίνακας 4.7 Αριθμός ατυχημάτων με βαριά τραυματίες ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	53484	40287	6644	22931	60128	63218	93771	29575
Σούρουπτο	4594	3574	641	2067	5235	5641	8168	2708
Νύχτα	29152	22315	2667	13116	31819	35431	51467	15783
ΣΥΝΟΛΟ	87230	66176	9952	38114	97182	104290	153406	48066

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	61,3%	60,9%	66,8%	60,2%	61,9%	60,6%	61,1%	61,5%
Σούρουπτο	5,3%	5,4%	6,4%	5,4%	5,4%	5,4%	5,3%	5,6%
Νύχτα	33,4%	33,7%	26,8%	34,4%	32,7%	34,0%	33,5%	32,8%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		ΣΥΝΟΛΟ		ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΣΥΝΟΛΟ	
Μέρα	57,0%	43,0%	22,5%	77,5%	48,7%	51,3%	76,0%	24,0%
Σούρουπτο	56,2%	43,8%	23,7%	76,3%	48,1%	51,9%	75,1%	24,9%
Νύχτα	56,6%	43,4%	16,9%	83,1%	47,3%	52,7%	76,5%	23,5%
ΣΥΝΟΛΟ	56,9%	43,1%	20,7%	79,3%	48,2%	51,8%	76,1%	23,9%

Πίνακας 4.8 Αριθμός ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού σε κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η εισαγωγή των δεδομένων έπειτα από κωδικοποίηση στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης και 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, η χρήση των μεθόδων της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και της γενικής λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης καθώς και τα τελικά αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ****5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας, καθώς και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας.

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση αλλά και με τη γενική λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων προτύπων.

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 προτύπων.

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

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

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

Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν δώδεκα ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, τέσσερις για το πρότυπο προσδιορισμού της επιρροής του ισόπεδου κόμβου κατηγοριοποιημένες ανά τύπο περιοχής και ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι με ατυχήματα που είχαν νεκρούς, τέσσερις για ατυχήματα που είχαν βαριά τραυματίες και τέσσερις για ατυχήματα που είχαν ελαφριά τραυματίες κατηγοριοποιημένες αντίστοιχα. Σε κάθε κατηγορία ατυχήματος εξετάστηκε η επιρροή του ισόπεδου κόμβου μέσω της ύπαρξης της ή όχι σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά. Επίσης πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις με τη μέθοδο της γενικής λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης, τρεις για το πρότυπο προσδιορισμού της επιρροής του ισόπεδου κόμβου κατηγοριοποιημένες ανά τύπο περιοχής με ατυχήματα που είχαν νεκρούς, τρεις για ατυχήματα που είχαν βαριά τραυματίες και τρεις για ατυχήματα που είχαν ελαφριά τραυματίες κατηγοριοποιημένες αντίστοιχα. Σε κάθε κατηγορία ατυχήματος εξετάστηκε η επιρροή του ισόπεδου κόμβου σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά.

5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στην παράγραφο 4.3 του προηγούμενου κεφαλαίου που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, παρουσιάστηκε στον πίνακα 4.2 η εισαγωγή στο Microsoft Excel της μορφής του πίνακα ο οποίος εξάγεται από τη βάση δεδομένων του Ε.Μ.Π. Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί ενδεικτική εικόνα της επεξεργασίας που υπέστησαν τα δεδομένα που εξήχθησαν από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. προκειμένου να είναι αποδεκτά στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, στο οποίο μετέπειτα εισήχθησαν, προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, κατά την τροποποίηση αυτή κωδικοποιήθηκαν οι καταγραφές για κάθε παράμετρο με αποτέλεσμα καθεμία από αυτές να αντιστοιχεί στον αριθμό 0 ή 1 ανάλογα αν δεν ικανοποιείται ή ικανοποιείται η κάθε καταγραφή.

Συνεπώς, στον παρακάτω πίνακα η κάθε καταγραφή (που εμπεριέχει τους αριθμούς 0,1) εμφανίζεται σε ξεχωριστή στήλη εκτός από τις παραμέτρους με μόνο δύο καταγραφές. Επίσης, μία καταγραφή από κάθε παράμετρο παραλείπεται αφού οι τιμές της ικανοποιούνται όταν δεν ικανοποιούνται οι τιμές των άλλων καταγραφών. Επιλέχθηκε από κάθε παράμετρο να παραλειφθεί η καταγραφή που εμφανίστηκε τις περισσότερες φορές ώστε στο πρότυπο να αναδειχτεί η πραγματική επιρροή και των μη επικρατούντων καταγραφών, καθώς αυτές δεν θα επηρεάζονται από την μεγάλη επιρροή της κυρίαρχης καταγραφής.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Daylight	Dusk	Good street lighting	Poor street lighting	No street lighting	Rain	Weather other	Head on collision between moving vehicles	Side impact collision between moving vehicles	Rear end collision between
2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Εικόνα 5.1 Πίνακας σε μορφή κωδικοποιημένου αρχείου με ξεχωριστή στήλη για κάθε καταγραφή που αφορά σε ατυχήματα με νεκρούς

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 όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί.

41261-V.sav [DataSet2] - SPSS Statistics Data Editor

1: Daylight 1 Visible: 27 of 27 Variables

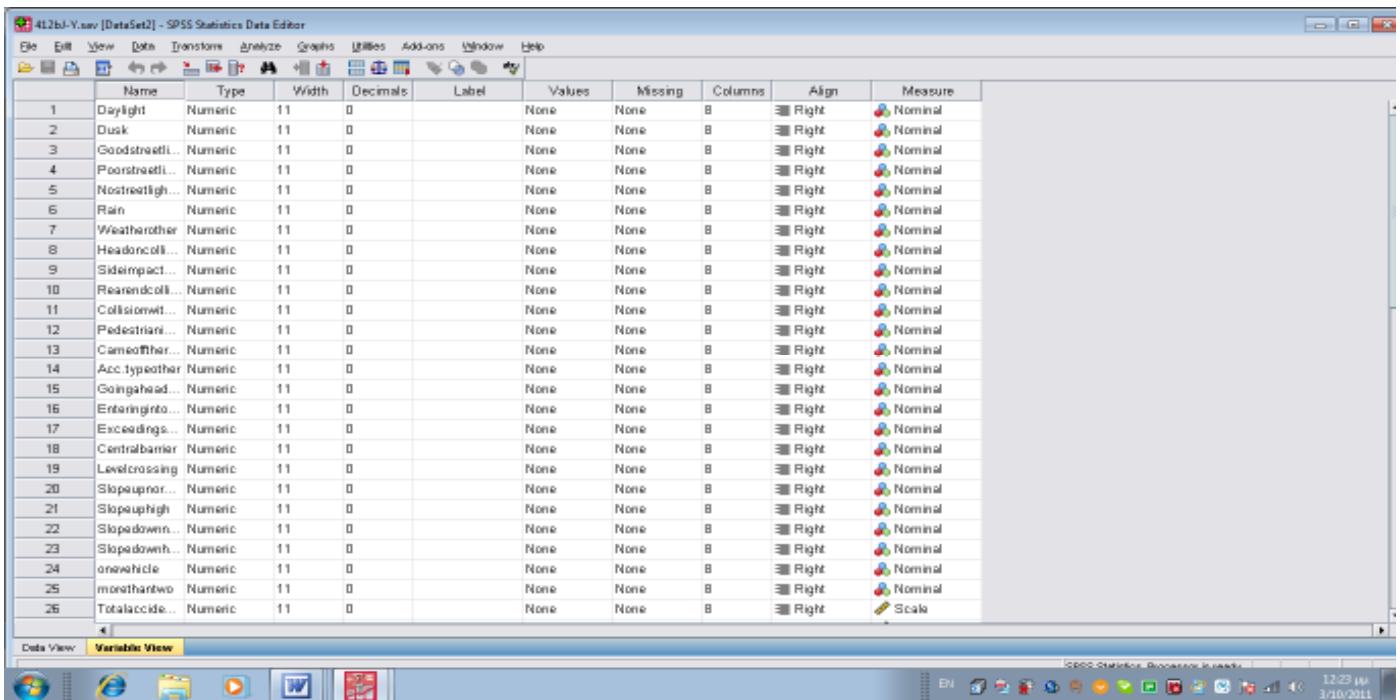
	Daylight	Dusk	Goodstreetlighting	Poorstreetlighting	Nostreetlighting	Rain	Weatherother	Headoncollisionbetweenmovingvehicles	Sideimpactcollisionbetweenmovingvehicles	Rearendcollisionbetweenmovingvehicles	Collisionwithparkedvehicles	Pedestrianinvolvement	Cameofitheroad	Acc.typeother	Gointheadnormally	Enter
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Data View Variable View

SPSS Statistics - Business Insights

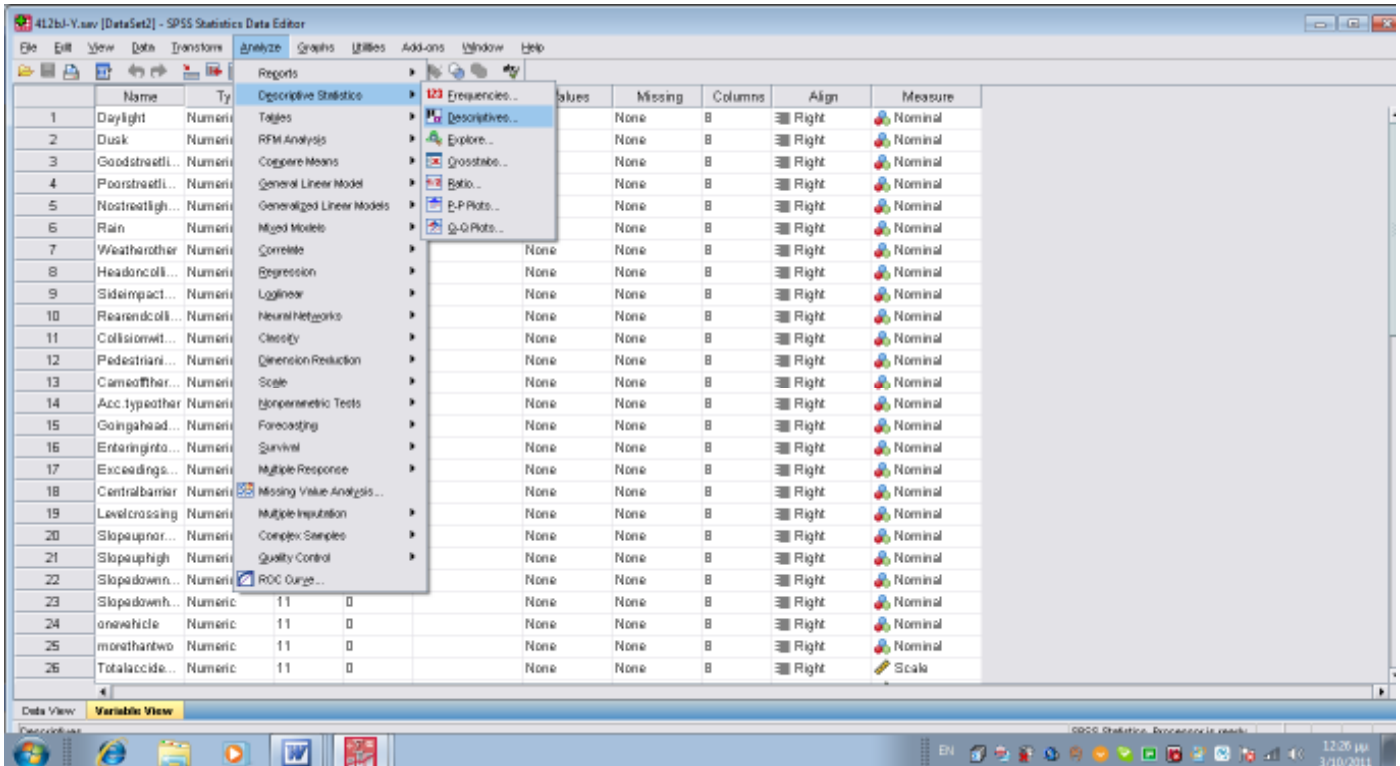
12:05 μμ 3/10/2011

Εικόνα 5.2 Παράδειγμα εισαγωγής των στοιχείων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



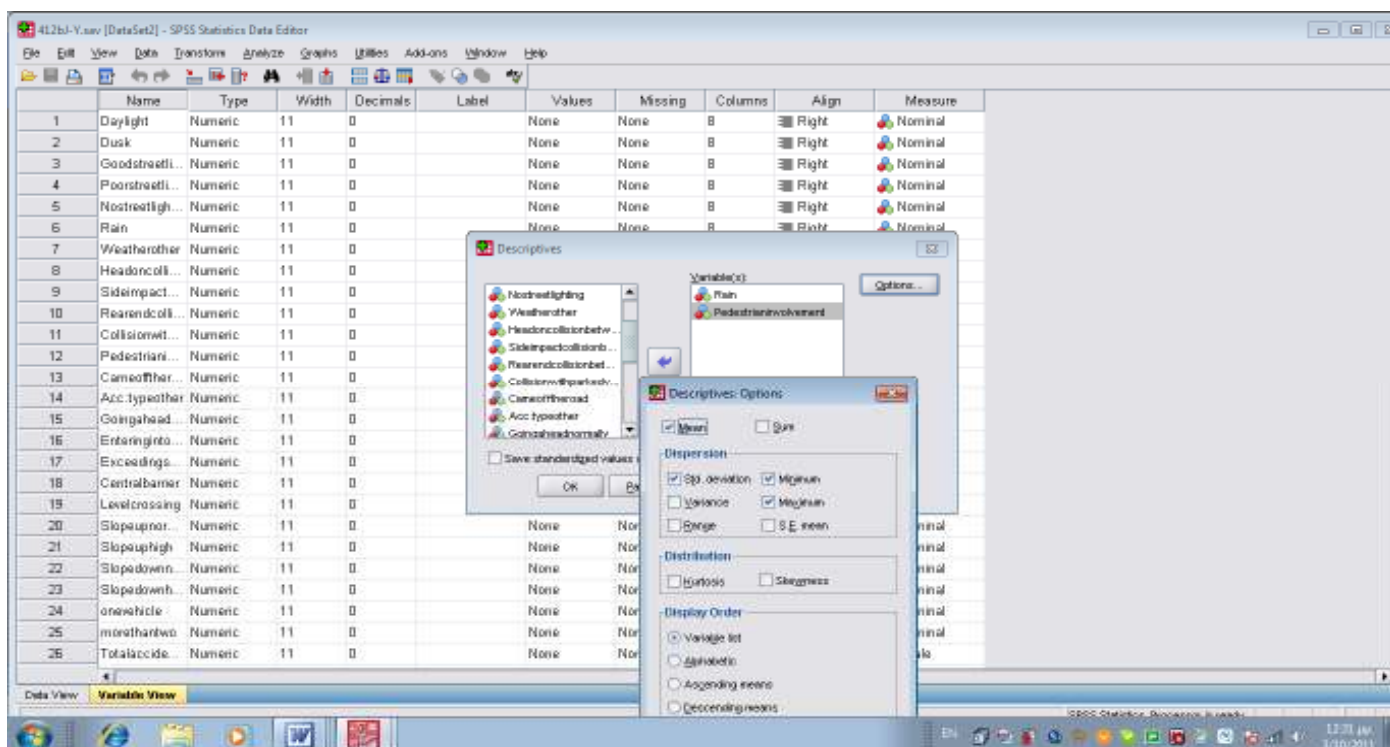
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	Daylight	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
2	Dusk	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
3	Goodstreetli...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
4	Poorstreetli...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
5	Nostreetligh...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
6	Rain	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
7	Weatherother	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
8	Headoncoll...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
9	Sideimpact...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
10	Rearendcoll...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
11	Collisionwit...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
12	Pedestrian...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
13	Cameoother...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
14	Acc.typeothe...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
15	Goingahead...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
16	Enteringinto...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
17	Exceedings...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
18	Centralbarrier	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
19	Levelcrossing	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
20	Slopeupnor...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
21	Slopeuphigh	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
22	Slopedown...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
23	Slopedownh...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
24	onevehicle	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
25	morethantwo	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
26	Totalaccide...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Scale

Εικόνα 5.3 Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών

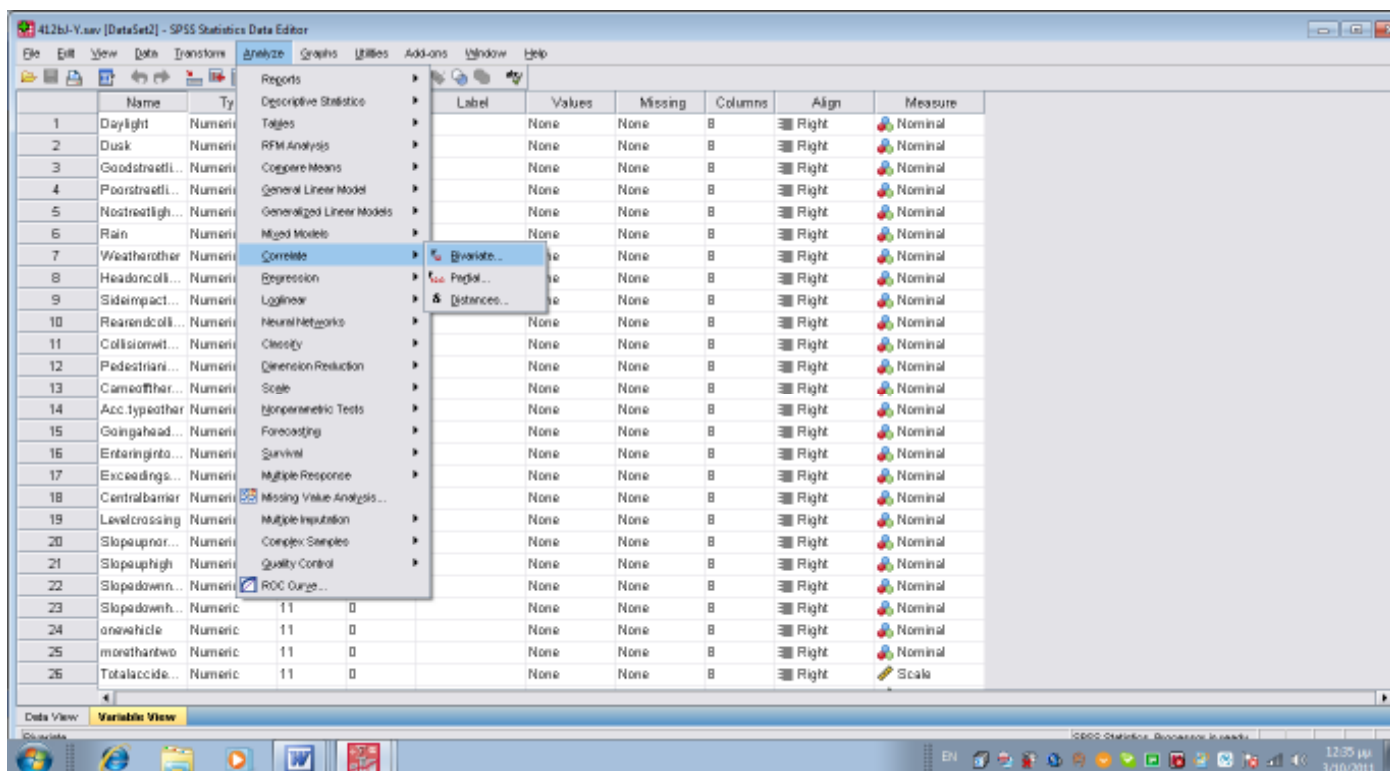


	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	Daylight	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
2	Dusk	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
3	Goodstreetli...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
4	Poorstreetli...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
5	Nostreetligh...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
6	Rain	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
7	Weatherother	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
8	Headoncoll...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
9	Sideimpact...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
10	Rearendcoll...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
11	Collisionwit...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
12	Pedestrian...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
13	Cameoother...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
14	Acc.typeothe...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
15	Goingahead...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
16	Enteringinto...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
17	Exceedings...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
18	Centralbarrier	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
19	Levelcrossing	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
20	Slopeupnor...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
21	Slopeuphigh	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
22	Slopedown...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
23	Slopedownh...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
24	onevehicle	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
25	morethantwo	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Nominal
26	Totalaccide...	Numeric	11	0		None	None	8	Right	Scale

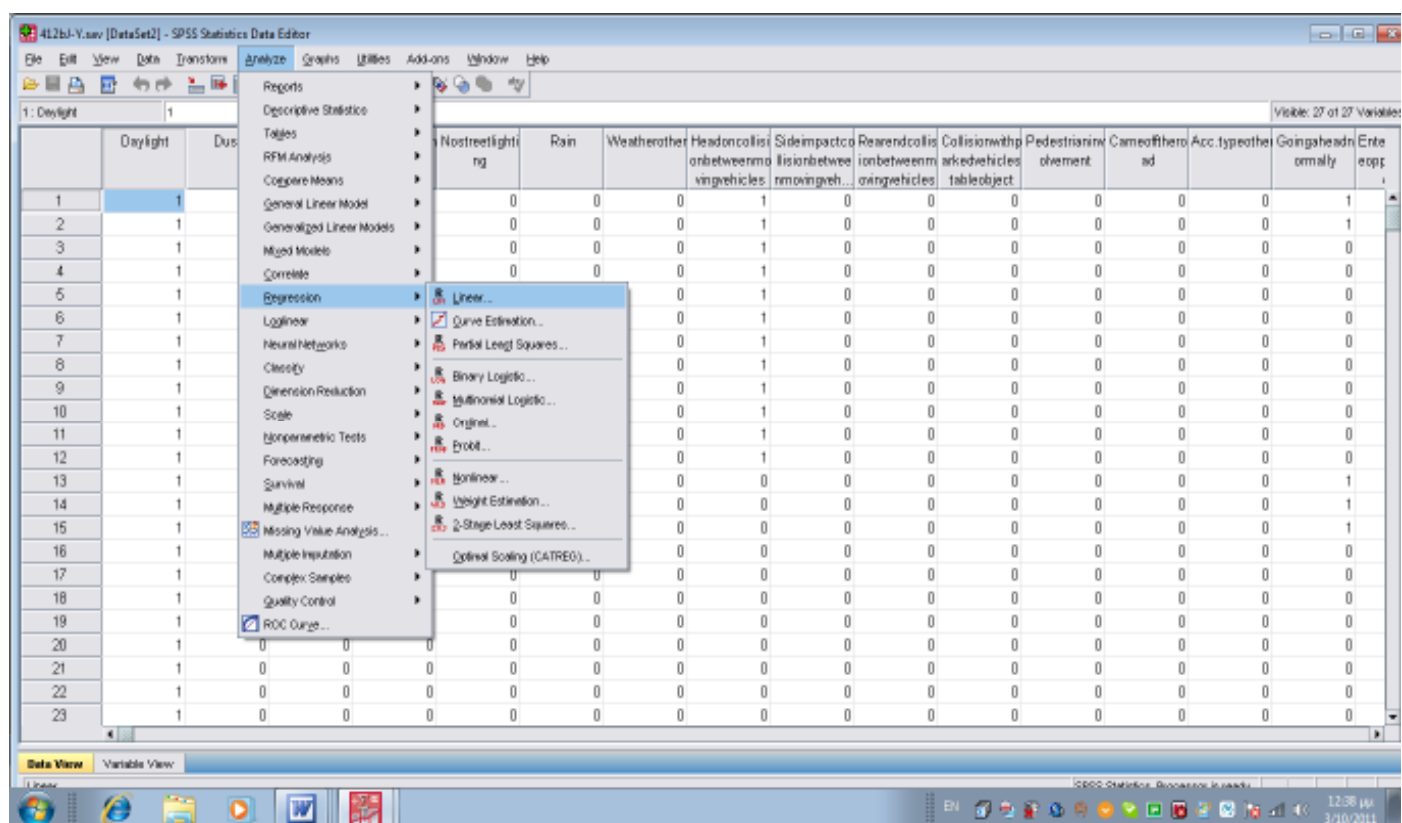
Εικόνα 5.4 Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων



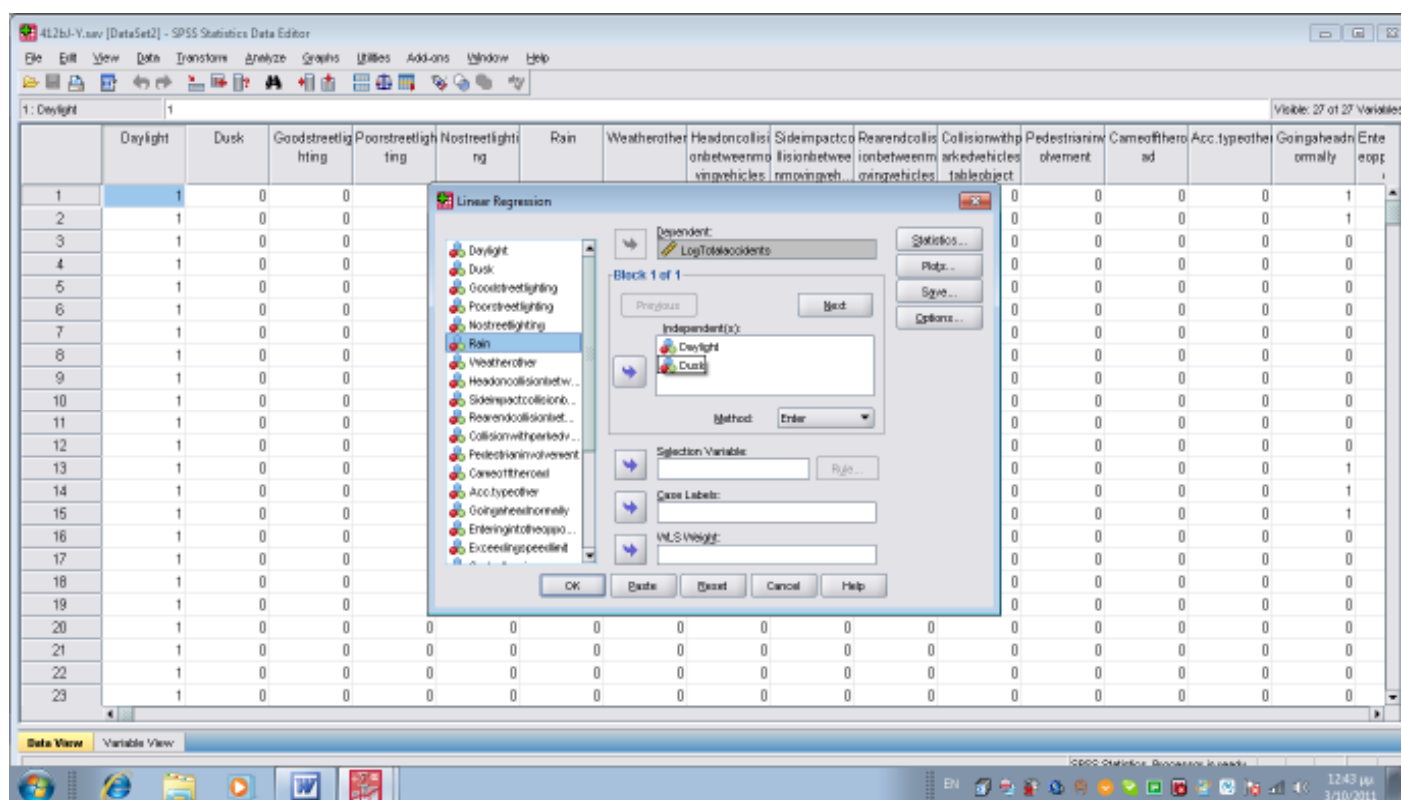
Εικόνα 5.5 Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μεγίστου και του ελαχίστου



Εικόνα 5.6 Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών



Εικόνα 5.7 Ανάλυση με λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση



Εικόνα 5.8 Παράδειγμα ορισμού εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

5.3 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στα στατιστικά πρότυπα εξετάστηκαν οι μεταβλητές που παρουσιάστηκαν στον πίνακα 4.1. Τα πρότυπα όπως αναφέρθηκε και στο τέταρτο κεφάλαιο κατηγοριοποιήθηκαν ανά τύπο περιοχής, σοβαρότητα ατυχήματος και ανάλογα με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι. Συνεπώς, οι μεταβλητές αυτές δεν υπεισέρχονται στη στατιστική ανάλυση. Επίσης, οι μεταβλητές που έχουν σχέση με τα χαρακτηριστικά του χρήστη της οδού (είδος οχήματος, κατηγορία παθόντος, φύλο παθόντος, ηλικία παθόντος, υπηκοότητα παθόντος) όπως προαναφέρθηκε στο τέταρτο κεφάλαιο, δεν επιλέχθηκαν για τη στατιστική ανάλυση. Ακόμα, έπειτα από **έλεγχο συσχέτισης** των μεταβλητών αλλά και **στατιστικούς ελέγχους** που διεξήχθησαν, οι μεταβλητές ρύθμιση της κυκλοφορίας, νυχτερινός φωτισμός και πλήθος οχημάτων δεν συμπεριλήφθηκαν στα τελικά στατιστικά πρότυπα. Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που βρέθηκαν να είναι **στατιστικά σημαντικές** και περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα. Οι μεταβλητές αυτές είναι οι υποκατηγορίες των αρχικών μεταβλητών πριν την επεξεργασία τους ώστε να είναι αποδεκτές από το ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης εκτός από τις μεταβλητές με μόνο δύο υποκατηγορίες. Δεν περιλαμβάνονται οι μεταβλητές που εμφανίζονται τις περισσότερες φορές σε καθεμία από τις αρχικές μεταβλητές.

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Τιμές Μεταβλητών
Μετωπική σύγκρουση	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Πλάγια σύγκρουση	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Νωτομετωπική σύγκρουση	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/ αντικείμενο	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Παράσυρση πεζού	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Εκτροπή από την οδό	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές

Άλλος τύπος ατυχήματος	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Κανονική πορεία	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Ανωφέρεια ομαλή	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Κατωφέρεια ομαλή	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Μέρα	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Σούρουπο	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Βροχή	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές
Άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες	1, αν είναι αληθές
	0, αν είναι ψευδές

Πίνακας 5.1 Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα τελικά στατιστικά πρότυπα

Ως εξαρτημένη μεταβλητή στα τελικά στατιστικά πρότυπα ορίστηκε ο **λογάριθμος του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων** [Log(Total Accidents)].

5.3.2 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. Από τη διαδικασία της συσχέτισης των μεταβλητών απορρίφθηκαν όλες οι καταγραφές των μεταβλητών **νυχτερινός φωτισμός** και **πλήθος οχημάτων**. Από τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης για τις μεταβλητές, που παρέμειναν στα τελικά μοντέλα **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01. Συνεπώς οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Correlations		Daylight	Dusk	Rain	Weatherot	Headoncoll	Sideimpact	Rearendcol	Collisionwit	Pedestriani	Cameoffth	Acc.typeot	Goingahea	Enteringint	Exceeding	Centralbarr	Slopeupnor	Slopeuphig	Slopedown	Slopedown
Daylight	Pearson	1	-,237	,003	-,068	,067	,008	,066	-,010	-,016	,013	,018	,007	,033	-,047	-,011	,075	-,016	,119	,023
	Sig. (2-tailed)		,000	,955	,152	,163	,867	,168	,831	,735	,786	,710	,879	,496	,331	,825	,119	,732	,013	,636
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Dusk	Pearson	-,237	1	-,058	-,086	-,029	-,008	-,048	-,048	,078	-,086	,026	-,008	-,029	,013	-,008	-,064	-,032	,014	-,001
	Sig. (2-tailed)	,000		,224	,072	,539	,866	,311	,313	,104	,072	,587	,868	,548	,779	,866	,184	,498	,771	,979
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Rain	Pearson	,003	-,058	1	-,139	-,009	-,069	,010	,020	,027	-,053	,036	,018	-,013	-,077	-,020	-,106	-,040	-,079	-,064
	Sig. (2-tailed)	,955	,224		,004	,847	,149	,834	,672	,579	,269	,446	,702	,781	,109	,678	,027	,399	,098	,179
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Weather Other	Pearson	-,068	-,086	-,139	1	-,057	-,004	-,072	,082	,032	-,005	-,017	-,076	-,072	,077	-,063	-,036	-,032	-,068	,001
	Sig. (2-tailed)	,152	,072	,004		,235	,934	,130	,087	,510	,909	,719	,114	,134	,108	,188	,451	,509	,157	,982
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Head on collision	Pearson	,067	-,029	-,009	-,057	1	-,075	-,081	-,118	-,140	-,088	-,093	-,092	,362	-,101	-,075	,034	-,026	-,029	-,041
	Sig. (2-tailed)	,163	,539	,847	,235		,119	,091	,014	,003	,067	,051	,054	,000	,035	,119	,481	,594	,547	,396
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Sideimpact collision	Pearson	,008	-,008	-,069	-,004	-,075	1	-,085	-,124	-,147	-,092	-,098	-,037	,008	-,069	,056	-,004	-,027	-,038	-,043
	Sig. (2-tailed)	,867	,866	,149	,934	,119		,075	,009	,002	,053	,040	,443	,872	,151	,240	,933	,574	,424	,371
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Rear end collision	Pearson	,066	-,048	,010	-,072	-,081	-,085	1	-,134	-,159	-,100	-,106	-,035	-,008	,011	-,022	-,093	-,029	-,029	,009
	Sig. (2-tailed)	,168	,311	,834	,130	,091	,075		,005	,001	,036	,026	,460	,873	,815	,646	,052	,543	,547	,857
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Collisionwit parked veh/ stable obj	Pearson	-,010	-,048	,020	,082	-,118	-,124	-,134	1	-,233	-,146	-,155	-,047	-,103	,111	-,030	-,006	-,042	,068	,015
	Sig. (2-tailed)	,831	,313	,672	,087	,014	,009	,005		,000	,002	,001	,329	,031	,019	,537	,894	,375	,157	,757
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Pedestrian involvemen	Pearson	-,016	,078	,027	,032	-,140	-,147	-,159	-,233	1	-,173	-,184	,246	-,104	,058	,108	,060	,066	,009	-,043
	Sig. (2-tailed)	,735	,104	,579	,510	,003	,002	,001	,000		,000	,000	,000	,029	,229	,024	,207	,167	,847	,367
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Came off the road	Pearson	,013	-,086	-,053	-,005	-,088	-,092	-,100	-,146	-,173	1	-,115	-,038	,000	,077	-,063	-,036	,049	-,024	,052
	Sig. (2-tailed)	,786	,072	,269	,909	,067	,053	,036	,002	,000		,016	,429	,998	,108	,188	,451	,305	,622	,273
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Acc. Type other	Pearson	,018	,026	,036	-,017	-,093	-,098	-,106	-,155	-,184	-,115	1	-,001	-,127	,019	-,070	,017	-,034	,047	-,053
	Sig. (2-tailed)	,710	,587	,446	,719	,051	,040	,026	,001	,000	,016		,982	,008	,698	,142	,728	,483	,331	,263
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Going ahead normally	Pearson	,007	-,008	,018	-,076	-,092	-,037	-,035	-,047	,246	-,038	-,001	1	-,187	-,280	,049	,034	-,049	,016	-,079
	Sig. (2-tailed)	,879	,868	,702	,114	,054	,443	,460	,329	,000	,429	,982		,000	,000	,302	,475	,302	,735	,100
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Entering into oppos. traffic lane	Pearson	,033	-,029	-,013	-,072	,362	,008	-,008	-,103	-,104	,000	-,127	-,187	1	-,197	-,102	-,034	-,035	,016	-,055
	Sig. (2-tailed)	,496	,548	,781	,134	,000	,872	,873	,031	,029	,998	,008	,000		,000	,033	,473	,467	,734	,247
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Exceeding speed limit	Pearson	-,047	,013	-,077	,077	-,101	-,069	,011	,111	,058	,077	,019	-,280	-,197	1	,015	,000	,005	-,049	-,047
	Sig. (2-tailed)	,331	,779	,109	,108	,035	,151	,815	,019	,229	,108	,698	,000	,000		,756	,996	,916	,309	,331
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Central barrier	Pearson	-,011	-,008	-,020	-,063	-,075	,056	-,022	-,030	,108	-,063	-,070	,049	-,102	,015	1	,022	-,027	-,063	-,043
	Sig. (2-tailed)	,825	,866	,678	,188	,119	,240	,646	,537	,024	,188	,142	,302	,033	,756		,645	,574	,185	,371
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Slope up normal	Pearson	,075	-,064	-,106	-,036	,034	-,004	-,093	-,006	,060	-,036	,017	,034	-,034	,000	,022	1	-,037	-,157	-,059
	Sig. (2-tailed)	,119	,184	,027	,451	,481	,933	,052	,894	,207	,451	,728	,475	,473	,996	,645		,439	,001	,217
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Slope up high	Pearson	-,016	-,032	-,040	-,032	-,026	-,027	-,029	-,042	,066	,049	-,034	-,049	-,035	,005	-,027	-,037	1	-,039	-,015
	Sig. (2-tailed)	,732	,498	,399	,509	,594	,574	,543	,375	,167	,305	,483	,302	,467	,916	,574	,439		,416	,760
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Slopedown normal	Pearson	,119	,014	-,079	-,068	-,029	-,038	-,029	,068	,009	-,024	,047	,016	,016	-,049	-,063	-,157	-,039	1	-,062
	Sig. (2-tailed)	,013	,771	,098	,157	,547	,424	,547	,157	,847	,622	,331	,735	,734	,309	,185	,001	,416		,195
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
Slopedown high	Pearson	,023	-,001	-,064	,001	-,041	-,043	,009	,015	-,043	,052	-,053	-,079	-,055	-,047	-,043	-,059	-,015	-,062	1
	Sig. (2-tailed)	,636	,979	,179	,982	,396	,371	,857	,757	,367	,273	,263	,100	,247	,331	,371	,217	,760	,195	
	N	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439

Πίνακας 5.2 Παράδειγμα συσχέτισης μεταβλητών για ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής σε ισόπεδο κόμβο

5.3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο η επιλογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει περισσότερο την κατανομή Poisson από την κανονική κατανομή. Συνεπώς, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση έναντι της γραμμικής. Η λογαριθμοκανονική 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 προτύπου. Ο συντελεστής αυτός, για τον οποίο έγινε αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιείται ως **κριτήριο καλής προσαρμογής** των δεδομένων στο γραμμικό πρότυπο. 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 προτύπων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 .

Σε μοντέλα με πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές ελέγχεται και το διορθωμένο R^2 (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 πρόσημο 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 προτύπου, 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 πρότυπο.

Ο συντελεστής t ορίζεται από τη σχέση:

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

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_i , που ονομάζεται σφάλμα της εξίσωσης.

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 απορρίπτονταν όσες δεν πληρούσαν το κριτήριο του συντελεστή t για το επίπεδο εμπιστοσύνης που χρησιμοποιήθηκε.

5.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

5.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της επιρροής του ισόπεδου κόμβου** στην οδική ασφάλεια. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν δώδεκα στατιστικές αναλύσεις οι οποίες είναι κατηγοριοποιημένες ανά τύπο περιοχής, σοβαρότητα ατυχήματος και ανάλογα με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι. Συνεπώς, η μεταβλητή του ισόπεδου κόμβου δεν υπεισέρχεται στις στατιστικές αναλύσεις των προτύπων ούτε φυσικά και στις μαθηματικές τους σχέσεις. Με τις στατιστικές αναλύσεις, θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν **τον συνολικό αριθμό των ατυχημάτων** ξεχωριστά για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον αλλά και εντός κόμβου ή εκτός κόμβου. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να διερευνηθεί η επιρροή των επιλεγμένων μεταβλητών που υπεισέρχονται στα πρότυπα, α) εντός κόμβου, β) εκτός κόμβου, γ) να γίνει σύγκριση των επιρροών των παραμέτρων σε ισόπεδο κόμβο ή όχι, και δ) για να δείχτεί η πραγματική τους επιρροή, η σύγκριση των προτύπων να γίνεται στον ίδιο τύπο περιοχής και με την ίδια σοβαρότητα ατυχήματος. Συνεπώς, τα δώδεκα πρότυπα θα δειχτούν και θα εξηγηθούν ανά δύο. Δηλαδή, το κάθε πρότυπο θα αντιστοιχεί σε ισόπεδο κόμβο ή όχι, ενώ και τα δύο θα αντιστοιχούν σε αστικό ή υπεραστικό

περιβάλλον και σε σοβαρότητα ατυχήματος νεκρός ή βαριά τραυματίας ή ελαφρά τραυματίας.

5.4.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,524 ^a	,275	,263	,41379882	,275	23,276	14	859	,000	2,109

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Pedestrian involvement, Weather other, Slope up high, Dusk, Entering into the opposite traffic lane, Slope down normal, Side impact collision between moving vehicles, Central barrier, Rear end collision between moving vehicles, Rain, Daylight, Going ahead normally, Slope up normal

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)	,663	,030		22,099	,000	,604	,722					
Daylight	,159	,031	,154	5,056	,000	,097	,221	,096	,170	,147	,915	1,092
Dusk	-,159	,046	-,103	-3,424	,001	-,250	-,068	-,080	-,116	-,099	,930	1,075
Rain	-,337	,036	-,286	-9,398	,000	-,408	-,267	-,149	-,305	-,273	,912	1,097
Weather other	-,432	,049	-,266	-8,879	,000	-,528	-,337	-,166	-,290	-,258	,943	1,061
Side impact collision between moving vehicles	-,147	,059	-,073	-2,479	,013	-,263	-,031	-,041	-,084	-,072	,962	1,040
Rear end collision between moving vehicles	-,140	,054	-,077	-2,591	,010	-,246	-,034	-,026	-,088	-,075	,945	1,058
Pedestrian involvement	,158	,039	,124	4,079	,000	,082	,233	,088	,138	,119	,918	1,089
Going ahead normally	-,069	,036	-,058	-1,917	,056	-,139	,002	-,021	-,065	-,056	,912	1,097
Entering into the opposite traffic lane	-,110	,038	-,088	-2,901	,004	-,185	-,036	-,034	-,099	-,084	,911	1,098
Central barrier	-,389	,047	-,249	-8,263	,000	-,481	-,296	-,127	-,271	-,240	,931	1,074
Slope up normal	-,365	,041	-,274	-8,961	,000	-,445	-,285	-,123	-,292	-,260	,903	1,108
Slope up high	-,631	,093	-,200	-6,750	,000	-,814	-,447	-,100	-,224	-,196	,957	1,045
Slopedownnormal	-,312	,039	-,244	-8,072	,000	-,387	-,236	-,129	-,266	-,234	,925	1,081
Slope down high	-,567	,072	-,237	-7,880	,000	-,708	-,426	-,120	-,260	-,229	,933	1,072

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.3 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,547 ^a	,299	,269	,40145163	,299	9,950	18	420	,000	1,899

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Weather other, Slope up high, Side impact collision between moving vehicles, Daylight, Central barrier, Slope up normal, Exceeding speed limit, Acc. type other, Came off the road, Rain, Head on collision between moving vehicles, Rear end collision between moving vehicles, Slope down normal, Dusk, Going ahead normally, Collision with parked vehicle/ stable object, Entering into the opposite traffic lane

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)	,755	,050		15,095	,000	,657	,853					
Daylight	,199	,043	,200	4,655	,000	,115	,284	,159	,222	,190	,905	1,105
Dusk	-,141	,067	-,091	-2,111	,035	-,272	-,010	-,048	-,102	-,086	,899	1,112
Rain	-,302	,056	-,230	-5,379	,000	-,412	-,191	-,099	-,254	-,220	,915	1,093
Weather other	-,414	,067	-,262	-6,139	,000	-,546	-,281	-,162	-,287	-,251	,914	1,094
Head on collision between moving vehicles	-,159	,087	-,084	-1,841	,066	-,329	,011	,003	-,089	-,075	,795	1,258
Side impact collision between moving vehicles	-,200	,078	-,111	-2,546	,011	-,354	-,045	,008	-,123	-,104	,884	1,131
Rear end collision between moving vehicles	-,344	,074	-,204	-4,620	,000	-,490	-,198	-,052	-,220	-,189	,858	1,165
Collision with parked vehicle/ stable object	-,178	,057	-,141	-3,106	,002	-,291	-,066	-,055	-,150	-,127	,811	1,233
Came off the road	-,266	,070	-,169	-3,811	,000	-,403	-,129	-,056	-,183	-,156	,852	1,174
Acc. type other	-,282	,067	-,187	-4,217	,000	-,413	-,150	-,074	-,202	-,172	,845	1,183
Going ahead normally	-,165	,052	-,143	-3,170	,002	-,267	-,063	-,025	-,153	-,130	,819	1,221
Entering into the opposite traffic lane	-,285	,069	-,195	-4,167	,000	-,420	-,151	-,064	-,199	-,170	,762	1,312
Exceeding speed limit	-,133	,050	-,119	-2,631	,009	-,232	-,034	-,052	-,127	-,107	,820	1,219
Central barrier	-,368	,076	-,204	-4,865	,000	-,517	-,220	-,117	-,231	-,199	,947	1,056
Slope up normal	-,377	,060	-,270	-6,322	,000	-,494	-,260	-,136	-,295	-,258	,915	1,093
Slope up high	-,705	,205	-,143	-3,441	,001	-1,108	-,302	-,068	-,166	-,141	,968	1,033
Slope down normal	-,387	,058	-,287	-6,702	,000	-,500	-,273	-,158	-,311	-,274	,908	1,101
Slope down high	-,613	,132	-,195	-4,637	,000	-,872	-,353	-,098	-,221	-,189	,945	1,058

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.4 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με 0,275 στο πρότυπο για συνολικά ατυχήματα με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου, ενώ στο πρότυπο για συνολικά ατυχήματα με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου ισούται με 0,299 αντίστοιχα.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7. Άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα τελικά πρότυπα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής σε κόμβο και εκτός κόμβου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παραπάνω προτύπων μέσω του πίνακα της σχετικής επιρροής των μεταβλητών. Δηλαδή, ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή εκφράζεται ποσοτικά μέσω της σχετικής επιρροής. Να σημειωθεί εδώ, ότι δεν θα παρουσιαστούν οι μαθηματικές σχέσεις των τελικών προτύπων καθώς θεωρήθηκε ότι οι πίνακες της σχετικής επιρροής των μεταβλητών δίνουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή συγκριτικά με τις μαθηματικές σχέσεις των τελικών προτύπων. Έπειτα αναλύεται η έννοια της σχετικής επιρροής και παρατίθεται ο πίνακας σχετικής επιρροής για τα ως άνω πρότυπα. Μετά, ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των προτύπων.

5.4.3 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε ενός από τα παραπάνω πρότυπα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στις μαθηματικές σχέσεις των προτύπων 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 προτύπων, 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 προτύπων, που αναπτύχθηκαν, υπολογίστηκε σύμφωνα με την σχέση:

$$e_i = \left(\frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} \right) \cdot \left(\frac{X_i}{Y_i} \right) = \beta_i \cdot \left(\frac{X_i}{Y_i} \right)$$

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 προτύπου.

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των προτύπων ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση $e_i = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$, 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 και για τις διακριτές μεταβλητές ως μια θεωρητική έννοια, μόνο για να πραγματοποιηθεί θεωρητικά μια σύγκριση μεταξύ των μεταβλητών του

εκάστοτε μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

5.4.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων							
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής							
	με νεκρούς							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_i^*	β_i	t_i	e_i	e_i^*
Σταθερά	0,663	22,099	—	—	0,755	15,095	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,159	-1,841	-0,032	-1,64
Πλάγια σύγκρουση	-0,147	-2,479	-0,025	-1,00	-0,200	-2,546	-0,044	-2,26
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,140	-2,591	-0,029	-1,18	-0,344	-4,620	-0,087	-4,51
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0,178	-3,106	-0,088	-4,56
Παράσυρση πεζού	0,158	-2,479	0,075	3,00	—	—	—	—
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,266	-3,811	-0,079	-4,06
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0,282	-4,217	-0,093	-4,79
Κανονική πορεία	-0,069	-2,591	-0,040	-1,60	-0,165	-3,170	-0,104	-5,38
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,110	-2,901	-0,055	-2,21	-0,285	-4,167	-0,100	-5,16
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	—	—	—	—	-0,133	-2,631	-0,091	-4,70
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,389	-8,263	-0,113	-4,56	-0,368	-4,865	-0,081	-4,18
Ανωφέρεια ομαλή	-0,365	-8,961	-0,155	-6,21	-0,377	-6,322	-0,148	-7,61
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,631	-6,750	-0,042	-1,67	-0,705	-3,441	-0,019	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,312	-8,072	-0,147	-5,89	-0,387	-6,702	-0,165	-8,50
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,567	-7,880	-0,066	-2,64	-0,613	-4,637	-0,042	-2,17
Μέρα	0,159	5,056	0,138	5,55	0,199	4,655	0,199	10,25
Σούρουπο	-0,159	-3,424	-0,048	-1,92	-0,141	-2,111	-0,043	-2,24
Βροχή	-0,337	-9,398	-0,196	-7,86	-0,302	-5,379	-0,137	-7,05
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,432	-8,879	-0,115	-4,63	-0,414	-6,139	-0,122	-6,31
R^2	0,275				0,299			

Πίνακας 5.5 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

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

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

Πρότυπο εκτός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 7,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την **πλάγια σύγκρουση**. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή υποδηλώνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής, μειώνεται ο αριθμός των ατυχημάτων με νεκρούς**. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες.
- ❖ Οι μεταβλητές **ομαλή ανωφέρεια** και **ομαλή κατωφέρεια** ακολουθούν σε επιρροή την μεταβλητή βροχή με 7,6 και 8,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο των μεταβλητών ομαλή ανωφέρεια και ομαλή κατωφέρεια πιθανόν οφείλεται όσον αφορά την πρώτη στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού και αναφορικά με την δεύτερη στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του.
- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** έχει επίσης σημαντική επιρροή με 5,6 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση. Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής, αυξάνεται ο αριθμός των ατυχημάτων με νεκρούς**. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Πρότυπο εντός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 10,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την **ανωφέρεια με μεγάλη κλίση**. Το θετικό πρόσημο πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας, στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και στον σημαντικό αριθμό εμπλεκομένων οχημάτων σε κόμβο.
- ❖ Οι μεταβλητές **ομαλή ανωφέρεια** και **ομαλή κατωφέρεια** ακολουθούν σε επιρροή την μεταβλητή μέρα με 6,2 και 5,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο των μεταβλητών ομαλή ανωφέρεια και ομαλή κατωφέρεια πιθανόν οφείλεται όσον αφορά την πρώτη στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού και αναφορικά με την δεύτερη στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του, ειδικά όταν εντός κόμβου ο αριθμός των εμπλεκομένων οχημάτων είναι σημαντικός.
- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** έχει επίσης σημαντική επιρροή με 7,1 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο πιθανώς να σχετίζεται με την μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή, στον σημαντικό αριθμό εμπλεκομένων οχημάτων εντός κόμβου αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες.

Ακολουθεί σύγκριση των δύο παραπάνω προτύπων από όπου εξαγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την επιρροή του ισόπεδου κόμβου.

Σύγκριση προτύπου εκτός κόμβου με πρότυπο εντός κόμβου

- Η επιρροή της **νωτομετωπικής σύγκρουσης** σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι σχεδόν διπλάσια στο πρότυπο εντός κόμβου

(-4,51/-2,26) από ότι στο πρότυπο εκτός κόμβου (-1,18/ -1,00). Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις και της μεγαλύτερης συμφόρησης οχημάτων εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.

- Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια παρουσιάζεται διπλάσια εκτός κόμβου (-1,67/-6,21) σε σχέση με εντός κόμβου (-1,00/-7,61). Παρόμοια είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια εκτός και εντός κόμβου (0,45-0,26) αντίστοιχα. Η αιτία που συμβαίνει αυτό πιθανώς είναι ο μικρός αριθμός κόμβων με μεγάλη ανωφερική ή κατωφερική κλίση καθώς υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου.
- Η επιρροή της **μέρας** σε σχέση με το σούρουπο παρουσιάζεται σημαντικά αυξημένη εντός κόμβου (-4,58) από ότι εκτός κόμβου (-2,89), πιθανώς λόγω του μεγάλου αριθμού εμπλεκόμενων οχημάτων σε κόμβο και του σημαντικού αριθμού κόμβων που υπάρχουν σε κατοικημένη περιοχή.
- Η **βροχή** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες παρουσιάζει αυξημένη επιρροή εκτός κόμβου (1,70) από ότι εντός κόμβου (1,11), πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- Τέλος, όσον αφορά **το κεντρικό στηθαίο ασφαλείας**, η επιρροή του σε σχέση με την κανονική πορεία είναι πολύ μεγαλύτερη εκτός κόμβου (2,85) από ότι εντός κόμβου (0,78), πιθανόν λόγω υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου αλλά και οξυμένης προσοχής των χρηστών της οδού σε κόμβο. Παρόμοια και η επιρροή του **κεντρικού στηθαίου ασφαλείας** σε σχέση με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα εκτός και εντός κόμβου

(2,06-0,81) αντίστοιχα, πιθανόν λόγω υψηλότερων αναπτυσσομένων ταχυτήτων εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου.

5.4.5 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,557 ^a	,310	,301	,44519910	,310	32,504	15	1085	,000	1,968

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Entering into the opposite traffic lane, Dusk, Slope up high, Side impact collision between moving vehicles, Weather other, Slope up normal, Central barrier, Rear end collision between moving vehicles, Pedestrian involvement, Rain, Exceeding speed limit, Daylight, Slope down normal, Going ahead normally

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)	,844	,033		25,252	,000	,778	,910					
Daylight	,195	,031	,168	6,378	,000	,135	,255	,128	,190	,161	,913	1,095
Dusk	-,156	,044	-,093	-3,558	,000	-,242	-,070	-,084	-,107	-,090	,934	1,071
Rain	-,371	,033	-,291	-11,097	,000	-,436	-,305	-,168	-,319	-,280	,926	1,079
Weather other	-,481	,045	-,284	-10,741	,000	-,569	-,393	-,143	-,310	-,271	,910	1,099
Side impact collision between moving vehicles	-,192	,053	-,094	-3,660	,000	-,295	-,089	-,052	-,110	-,092	,957	1,045
Rear end collision between moving vehicles	-,172	,050	-,090	-3,456	,001	-,270	-,074	-,033	-,104	-,087	,948	1,055
Pedestrian involvement	,160	,040	,105	3,992	,000	,082	,239	,077	,120	,101	,923	1,084
Going ahead normally	-,129	,037	-,100	-3,469	,001	-,202	-,056	-,018	-,105	-,087	,767	1,303
Entering into the opposite traffic lane	-,163	,039	-,120	-4,219	,000	-,239	-,087	-,033	-,127	-,106	,782	1,279
Exceeding speed limit	-,086	,036	-,069	-2,415	,016	-,156	-,016	-,019	-,073	-,061	,780	1,281
Central barrier	-,469	,045	-,274	-10,530	,000	-,556	-,382	-,156	-,305	-,266	,942	1,062
Slope up normal	-,392	,038	-,275	-10,290	,000	-,467	-,318	-,112	-,298	-,259	,893	1,120
Slope up high	-,691	,082	-,218	-8,423	,000	-,851	-,530	-,100	-,248	-,212	,949	1,054
Slope down normal	-,383	,037	-,278	-10,457	,000	-,454	-,311	-,133	-,303	-,264	,897	1,114
Slope down high	-,667	,064	-,271	-10,344	,000	-,793	-,540	-,132	-,300	-,261	,930	1,076

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.6 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με βαριά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,578 ^a	,334	,316	,44052305	,334	18,177	18	652	,000	1,948

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Came off the road, Weather other, Slope up high, Entering into the opposite traffic lane, Dusk, Slope down normal, Side impact collision between moving vehicles, Acc. Type other, Central barrier, Going ahead normally, Slope up normal, Rear end collision between moving vehicles, Daylight, Rain, Head on collision between moving vehicles, Exceeding speed limit, Collision with parked vehicle/ stable object

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)	1,027	,047		21,796	,000	,935	1,120					
Daylight	,141	,038	,124	3,725	,000	,067	,215	,089	,144	,119	,921	1,086
Dusk	-,206	,057	-,121	-3,616	,000	-,318	-,094	-,071	-,140	-,116	,916	1,091
Rain	-,374	,046	-,275	-8,181	,000	-,464	-,284	-,126	-,305	-,261	,901	1,110
Weather other	-,461	,057	-,268	-8,058	,000	-,573	-,349	-,143	-,301	-,258	,923	1,083
Head on collision between moving vehicles	-,192	,066	-,103	-2,907	,004	-,321	-,062	-,012	-,113	-,093	,818	1,222
Side impact collision between moving vehicles	-,217	,064	-,118	-3,398	,001	-,343	-,092	,018	-,132	-,109	,844	1,184
Rear end collision between moving vehicles	-,309	,062	-,175	-5,008	,000	-,430	-,188	-,069	-,192	-,160	,835	1,197
Collision with parked vehicle/ stable object	-,284	,051	-,200	-5,585	,000	-,384	-,184	-,090	-,214	-,178	,794	1,260
Came off the road	-,309	,064	-,166	-4,788	,000	-,435	-,182	-,047	-,184	-,153	,854	1,171
Acc. type other	-,334	,062	-,187	-5,367	,000	-,457	-,212	-,041	-,206	-,172	,841	1,190
Going ahead normally	-,236	,046	-,181	-5,145	,000	-,327	-,146	-,026	-,198	-,164	,826	1,211
Entering into the opposite traffic lane	-,350	,054	-,232	-6,522	,000	-,456	-,245	-,087	-,247	-,208	,804	1,243
Exceeding speed limit	-,236	,047	-,176	-4,979	,000	-,329	-,143	-,075	-,191	-,159	,821	1,218
Central barrier	-,519	,064	-,270	-8,135	,000	-,645	-,394	-,143	-,304	-,260	,928	1,078
Slope up normal	-,408	,049	-,280	-8,374	,000	-,503	-,312	-,125	-,312	-,268	,910	1,098
Slope up high	-,656	,143	-,149	-4,597	,000	-,936	-,376	-,066	-,177	-,147	,969	1,032
Slope down normal	-,481	,050	-,323	-9,563	,000	-,579	-,382	-,151	-,351	-,306	,895	1,117
Slope down high	-,634	,094	-,221	-6,748	,000	-,818	-,449	-,121	-,256	-,216	,950	1,052

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.7 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με βαριά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου

5.4.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων							
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής							
	με βαριά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_i^*	β_i	t_i	e_i	e_i^*
Σταθερά	0,844	25,252	—	—	1,027	21,796	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,192	-2,907	-0,044	-2,25
Πλάγια σύγκρουση	-0,192	-3,660	-0,033	-1,00	-0,217	-3,398	-0,051	-2,64
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,172	-3,456	-0,034	-1,36	-0,309	-5,008	-0,080	-4,11
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0,284	-5,585	-0,123	-6,33
Παράσυρση πεζού	0,160	3,992	0,053	2,14	—	—	—	—
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,309	-4,788	-0,070	-3,63
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0,334	-5,367	-0,084	-4,32
Κανονική πορεία	-0,129	-3,469	-0,066	-2,64	-0,236	-5,145	-0,126	-6,52
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,163	-4,219	-0,073	-2,94	-0,350	-6,522	-0,130	-6,72
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,086	-2,415	-0,048	-1,94	-0,236	-4,979	-0,117	-6,04
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,469	-10,530	-0,119	-4,80	-0,519	-8,135	-0,110	-5,69
Ανωφέρεια ομαλή	-0,392	-10,290	-0,154	-6,18	-0,408	-8,374	-0,165	-8,54
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,691	-8,423	-0,047	-1,90	-0,656	-4,597	-0,025	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,383	-10,457	-0,165	-6,65	-0,481	-9,563	-0,184	-9,50
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,667	-10,344	-0,077	-3,10	-0,634	-6,748	-0,058	-2,98
Μέρα	0,195	6,378	0,138	5,56	0,141	3,725	0,117	6,01
Σούρουπο	-0,156	-3,558	-0,041	-1,67	-0,206	-3,616	-0,057	-2,95
Βροχή	-0,371	-11,097	-0,196	-7,88	-0,374	-8,181	-0,180	-9,30
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,481	-10,741	-0,126	-5,05	-0,461	-8,058	-0,126	-6,49
R^2	0,310						0,334	

Πίνακας 5.8 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με βαριά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

Πρότυπο εκτός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 7,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την **πλάγια σύγκρουση**. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες.
- ❖ Οι μεταβλητές **ομαλή κατωφέρεια** και **ομαλή ανωφέρεια** ακολουθούν σε επιρροή την μεταβλητή βροχή με 6,7 και 6,2 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο των μεταβλητών ομαλή ανωφέρεια και ομαλή κατωφέρεια πιθανόν οφείλεται όσον αφορά την πρώτη στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού και αναφορικά με την δεύτερη στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του.
- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** έχει επίσης σημαντική επιρροή, 5,6 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση. Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Πρότυπο εντός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **ομαλή κατωφέρεια** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 9,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανώς οφείλεται στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του

με μείωση της ταχύτητας του, ειδικά όταν εντός κόμβου ο αριθμός των εμπλεκομένων οχημάτων είναι σημαντικός.

- ❖ Στη συνέχεια, ακολουθεί η μεταβλητή **βροχή** που παρουσιάζει επιρροή 9,3 φορές μεγαλύτερη από την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο πιθανώς να σχετίζεται με την μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή, στον σημαντικό αριθμό εμπλεκομένων οχημάτων εντός κόμβου αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες.
- ❖ Έπειτα, η μεταβλητή **ομαλή ανωφέρεια** παρουσιάζει επιρροή 8,5 φορές μεγαλύτερη από την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής ομαλή ανωφέρεια πιθανόν οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού σε ανωφέρεια.
- ❖ Η μεταβλητή **είσοδος στο αντίθετο ρεύμα** παρουσιάζει επίσης σημαντική επιρροή 6,7 φορές μεγαλύτερη από την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο πιθανόν έχει την αιτία του στις μικρότερες ταχύτητες που αναπτύσσονται εντός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εκτός αλλά και στην μικρότερη ανάγκη για προσπέραση σε κατοικημένη περιοχή. Συνεπώς επιχειρείται λιγότερο η είσοδος στο αντίθετο ρεύμα για προσπέραση.

Σύγκριση προτύπου εκτός κόμβου με πρότυπο εντός κόμβου

- Η επιρροή της **νωτομετωπικής σύγκρουσης** σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι αυξημένη στο πρότυπο εντός κόμβου (1,56) από ότι στο πρότυπο εκτός κόμβου (1,02). Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις και της μεγαλύτερης συμφόρησης οχημάτων εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.

- Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια παρουσιάζει διπλάσια επιρροή εκτός κόμβου (0,31) σε σχέση με εντός κόμβου (0,15). Επίσης, αυξημένη είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια εκτός και εντός κόμβου (0,47-0,31) αντίστοιχα. Η αιτία που συμβαίνει αυτό πιθανώς είναι ο μικρός αριθμός κόμβων με μεγάλη ανωφερική ή κατωφερική κλίση καθώς υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου.
- Η επιρροή της **μέρας** σε σχέση με το σούρουπο παρουσιάζεται αυξημένη εκτός κόμβου (-3,35) από ότι εντός κόμβου (-2,04), πιθανώς λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- Η **βροχή** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες παρουσιάζει μεγαλύτερη επιρροή εκτός κόμβου (1,56) από ότι εντός κόμβου (1,43), πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- Τέλος, όσον αφορά **το κεντρικό στηθαίο ασφαλείας**, η επιρροή του σε σχέση με την κανονική πορεία είναι σημαντικά μεγαλύτερη εκτός κόμβου (1,82) από ότι εντός κόμβου (0,87), πιθανόν λόγω υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου αλλά και οξυμένης προσοχής των χρηστών της οδού σε κόμβο. Παρόμοια και η επιρροή του **κεντρικού στηθαίου ασφαλείας** σε σχέση με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα εκτός και εντός κόμβου (1,63-0,85) αντίστοιχα, πιθανόν λόγω υψηλότερων αναπτυσσομένων ταχυτήτων εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου.

5.4.7 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,618 ^a	,382	,377	,52646324	,382	76,736	17	2108	,000	1,749

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Head on collision between moving vehicles, Dusk, Rain, Going ahead normally, Slope up high, Side impact collision between moving vehicles, Central barrier, Acc. Type other, Slope down normal, Came off the road, Daylight, Weather other, Exceeding speed limit, Slope up normal, Collision with parked vehicle stable object, Entering into the opposite traffic lane

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)	1,364	,033		41,350	,000	1,299	1,428					
Daylight	,352	,026	,241	13,442	,000	,301	,404	,152	,281	,230	,911	1,098
Dusk	-,122	,035	-,061	-3,436	,001	-,192	-,052	-,063	-,075	-,059	,930	1,075
Rain	-,462	,028	-,301	-16,733	,000	-,516	-,408	-,144	-,342	-,286	,906	1,103
Weather other	-,646	,035	-,334	-18,369	,000	-,715	-,577	-,151	-,371	-,314	,888	1,126
Head on collision between moving vehicles	-,101	,042	-,045	-2,406	,016	-,183	-,019	-,006	-,052	-,041	,849	1,178
Side impact collision between moving vehicles	-,180	,041	-,080	-4,384	,000	-,260	-,099	-,023	-,095	-,075	,870	1,150
Collision with parked vehicle/ stable object	-,113	,032	-,066	-3,479	,001	-,176	-,049	-,015	-,076	-,060	,815	1,226
Came off the road	-,169	,037	-,086	-4,605	,000	-,241	-,097	-,038	-,100	-,079	,848	1,179
Acc. type other	-,245	,040	-,114	-6,178	,000	-,322	-,167	-,036	-,133	-,106	,862	1,161
Going ahead normally	-,201	,030	-,127	-6,584	,000	-,260	-,141	-,020	-,142	-,113	,788	1,269
Entering into the opposite traffic lane	-,299	,033	-,176	-9,010	,000	-,364	-,234	-,052	-,193	-,154	,769	1,300
Exceeding speed limit	-,231	,031	-,141	-7,341	,000	-,292	-,169	-,047	-,158	-,126	,789	1,268
Central barrier	-,666	,033	-,362	-20,029	,000	-,731	-,601	-,175	-,400	-,343	,899	1,113
Slope up normal	-,542	,031	-,324	-17,508	,000	-,603	-,482	-,120	-,356	-,300	,857	1,166
Slope up high	-,902	,052	-,311	-17,283	,000	-1,004	-,799	-,129	-,352	-,296	,907	1,103
Slope down normal	-,525	,031	-,310	-16,839	,000	-,586	-,464	-,116	-,344	-,288	,862	1,160
Slope down high	-,879	,050	-,316	-17,492	,000	-,977	-,780	-,129	-,356	-,299	,900	1,111

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.9 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,632 ^a	,400	,392	,55012093	,400	51,090	19	1459	,000	1,882

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Side impact collision between moving vehicles, Dusk, Entering into the opposite traffic lane, Rain, Slope up high, Came off the road, Slope up normal, Acc. type other, Central barrier, Exceeding speed limit, Pedestrian involvement, Daylight, Weather other, Slope down normal, Head on collision between moving vehicles, Going ahead normally, Rear end collision between moving vehicles, Collision with parked vehicle/ stable object

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)	1,660	,048		34,747	,000	1,566	1,754					
Daylight	,344	,033	,225	10,550	,000	,280	,408	,130	,266	,214	,902	1,108
Dusk	-,127	,044	-,061	-2,863	,004	-,214	-,040	-,045	-,075	-,058	,918	1,089
Rain	-,509	,036	-,307	-14,283	,000	-,579	-,439	-,122	-,350	-,290	,894	1,119
Weather other	-,672	,044	-,331	-15,390	,000	-,757	-,586	-,155	-,374	-,312	,892	1,121
Head on collision between moving vehicles	-,398	,058	-,166	-6,843	,000	-,512	-,284	-,015	-,176	-,139	,701	1,426
Side impact collision between moving vehicles	-,309	,053	-,143	-5,785	,000	-,414	-,204	,019	-,150	-,117	,673	1,486
Rear end collision between moving vehicles	-,358	,053	-,170	-6,746	,000	-,463	-,254	-,017	-,174	-,137	,648	1,544
Collision with parked vehicle/ stable object	-,529	,051	-,269	-10,409	,000	-,628	-,429	-,075	-,263	-,211	,617	1,620
Pedestrian involvement	-,265	,052	-,131	-5,149	,000	-,366	-,164	,016	-,134	-,104	,633	1,580
Came off the road	-,578	,060	-,233	-9,715	,000	-,695	-,461	-,066	-,246	-,197	,716	1,397
Acc. Type other	-,588	,059	-,244	-10,043	,000	-,703	-,473	-,056	-,254	-,204	,696	1,437
Going ahead normally	-,288	,038	-,170	-7,582	,000	-,362	-,213	-,035	-,195	-,154	,817	1,224
Entering into the opposite traffic lane	-,488	,044	-,250	-11,115	,000	-,574	-,402	-,079	-,279	-,225	,811	1,233
Exceeding speed limit	-,371	,041	-,202	-9,022	,000	-,452	-,290	-,073	-,230	-,183	,818	1,223
Central barrier	-,732	,045	-,351	-16,358	,000	-,820	-,644	-,151	-,394	-,332	,893	1,120
Slope up normal	-,571	,041	-,306	-14,095	,000	-,651	-,492	-,102	-,346	-,286	,873	1,145
Slope up high	-1,065	,078	-,291	-13,717	,000	-1,217	-,913	-,114	-,338	-,278	,916	1,092

Slope down normal	-,550	,039	-,302	-13,964	,000	-,627	-,472	-,114	-,343	-,283	,882	1,133
Slope down high	-,906	,068	-,278	-13,229	,000	-1,040	-,771	-,133	-,327	-,268	,931	1,075

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.10 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου

5.4.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων							
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής							
	με ελαφρά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_i^*	β_i	t_i	e_i	e_i^*
Σταθερά	1,364	41,350	—	—	1,66	34,747	—	—
Μετωπική σύγκρουση	-0,101	-2,406	-0,017	-1,000	-0,398	-6,843	-0,063	-2,29
Πλάγια σύγκρουση	-0,180	-4,384	-0,031	-1,82	-0,309	-5,785	-0,062	-2,26
Νωτομετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,358	-6,746	-0,077	-2,78
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	-0,113	-3,479	-0,036	-2,16	-0,529	-10,409	-0,133	-4,84
Παράσυρση πεζού	—	—	—	—	-0,265	-5,149	-0,063	-2,27
Εκτροπή από την οδό	-0,169	-4,605	-0,038	-2,27	-0,578	-9,715	-0,085	-3,09
Άλλος τύπος ατυχ.	-0,245	-6,178	-0,046	-2,71	-0,588	-10,043	-0,093	-3,36
Κανονική πορεία	-0,201	-6,584	-0,080	-4,76	-0,288	-7,582	-0,107	-3,90
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,299	-9,010	-0,098	-5,83	-0,488	-11,115	-0,126	-4,56
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,231	-7,341	-0,084	-5,02	-0,371	-9,022	-0,111	-4,05
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,666	-20,029	-0,178	-10,59	-0,732	-16,358	-0,161	-5,83
Ανωφέρεια ομαλή	-0,542	-17,508	-0,184	-10,97	-0,571	-14,095	-0,164	-5,95
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,902	-17,283	-0,087	-5,17	-1,065	-13,717	-0,068	-2,48
Κατωφέρεια ομαλή	-0,525	-16,839	-0,174	-10,35	-0,550	-13,964	-0,168	-6,08
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,879	-17,492	-0,092	-5,50	-0,906	-13,229	-0,074	-2,70
Μέρα	0,352	13,442	0,179	10,66	0,344	10,550	0,177	6,42
Σούρουπο	-0,122	-3,436	-0,027	-1,59	-0,127	-2,863	-0,028	-1,00

Βροχή	-0,462	-16,733	-0,201	-11,95	-0,509	-14,283	-0,200	-7,25
Άλλες ατμ. Συνθήκες	-0,646	-18,369	-0,153	-9,09	-0,672	-15,390	-0,156	-5,68
R ²	0,382						0,400	

Πίνακας 5.11 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με ελαφρά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

Πρότυπο εκτός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 12 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μετωπική σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες.
- ❖ Η μεταβλητή **ανωφέρεια ομαλή** ακολουθεί σε επιρροή, με 11 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την μετωπική σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων σε ανωφέρεια.
- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** έχει επίσης σημαντική επιρροή, 11 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την μετωπική σύγκρουση. Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- ❖ Τέλος, το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας** έχει επιρροή 10,6 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την μετωπική σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στα λιγότερο σοβαρά

ατυχήματα και στην αποφυγή συγκρούσεων οχημάτων σε αντίθετα ρεύματα κυκλοφορίας, ειδικά σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας, λόγω της ύπαρξης του.

Πρότυπο εντός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 7,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες.
- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** ακολουθεί, με επιρροή 6,4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το σούρουπο. Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- ❖ Οι μεταβλητές **ομαλή κατωφέρεια** και **ομαλή ανωφέρεια** ακολουθούν σε επιρροή την μεταβλητή μέρα με 6,1 και 6 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο των μεταβλητών ομαλή ανωφέρεια και ομαλή κατωφέρεια πιθανόν οφείλεται όσον αφορά την πρώτη στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού και αναφορικά με την δεύτερη στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του.

Σύγκριση προτύπου εκτός κόμβου με πρότυπο εντός κόμβου

- Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (0,47) σε σχέση με εντός κόμβου (0,42). Επίσης, μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της

κατωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια εκτός και εντός κόμβου (0,53-0,44) αντίστοιχα. Η αιτία που συμβαίνει αυτό πιθανώς είναι ο μικρός αριθμός κόμβων με μεγάλη ανωφερική ή κατωφερική κλίση καθώς υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου.

- Η επιρροή της **μέρας** σε σχέση με το σούρουπο παρουσιάζεται αυξημένη εκτός κόμβου (-6,70) από ότι εντός κόμβου (-6,42), πιθανώς λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- Η **βροχή** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες παρουσιάζει ελαφρά αυξημένη επιρροή εκτός κόμβου (1,31) από ότι εντός κόμβου (1,27), πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- Έπειτα, όσον αφορά το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας**, η επιρροή του σε σχέση με την κανονική πορεία είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (2,22) από ότι εντός κόμβου (1,49), πιθανόν λόγω υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου αλλά και οξυμένης προσοχής των χρηστών της οδού σε κόμβο. Παρόμοια και η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα εκτός και εντός κόμβου (1,82-1,28) αντίστοιχα, πιθανόν λόγω υψηλότερων αναπτυσσόμενων ταχυτήτων εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου. Τέλος, υψηλότερη είναι η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου (2,11) από ότι εντός κόμβου (1,44), πιθανώς λόγω μεγαλύτερης υπέρβασης του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου.

5.4.9 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,531 ^a	,282	,274	,42819031	,282	37,069	14	1321	,000	1,885

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Exceeding speed limit, Dusk, Rain, Came off the road, Slope up high, Slope up normal, Central barrier, Side impact collision between moving vehicles, Rear end collision between moving vehicles, Going ahead normally, Daylight, Weather other, Slope down normal

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)	,734	,027		27,606	,000	,682	,787					
Daylight	,213	,026	,199	8,098	,000	,161	,264	,133	,217	,189	,897	1,115
Dusk	-,111	,038	-,071	-2,942	,003	-,186	-,037	-,097	-,081	-,069	,933	1,072
Rain	-,279	,028	-,245	-10,029	,000	-,333	-,224	-,115	-,266	-,234	,908	1,102
Weather other	-,425	,035	-,296	-12,066	,000	-,494	-,355	-,171	-,315	-,281	,905	1,105
Side impact collision between moving vehicles	-,285	,053	-,129	-5,398	,000	-,388	-,181	-,080	-,147	-,126	,954	1,048
Rear end collision between moving vehicles	-,083	,039	-,051	-2,132	,033	-,160	-,007	-,041	-,059	-,050	,935	1,070
Came off the road	,134	,030	,106	4,410	,000	,075	,194	,074	,120	,103	,935	1,069
Going ahead normally	-,149	,032	-,116	-4,726	,000	-,211	-,087	-,053	-,129	-,110	,907	1,102
Exceeding speed limit	-,054	,029	-,046	-1,863	,063	-,111	,003	-,014	-,051	-,043	,910	1,098
Central barrier	-,350	,029	-,286	-11,920	,000	-,407	-,292	-,197	-,312	-,278	,946	1,057
Slope up normal	-,309	,033	-,228	-9,241	,000	-,375	-,244	-,095	-,246	-,215	,895	1,118
Slope up high	-,546	,069	-,190	-7,908	,000	-,682	-,411	-,076	-,213	-,184	,945	1,059
Slope down normal	-,308	,031	-,250	-10,056	,000	-,368	-,248	-,117	-,267	-,234	,880	1,136
Slope down high	-,495	,054	-,224	-9,203	,000	-,600	-,389	-,094	-,245	-,215	,919	1,088

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.12 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με νεκρούς, εκτός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,590 ^a	,348	,314	,32558154	,348	10,145	19	361	,000	2,002

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Rain, Rear end collision between moving vehicles, Slope up high, Central barrier, Dusk, Going ahead normally, Slope down normal, Head on collision between moving vehicles, Side impact collision between moving vehicles, Slope up normal, Weather other, Acc. Type other, Exceeding speed limit, Daylight, Came off the road, Entering into the opposite traffic lane, Collision with parked vehicle/ stable object, Pedestrian involvement

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)	,629	,047		13,247	,000	,535	,722					
Daylight	,220	,037	,268	5,902	,000	,147	,294	,184	,297	,251	,874	1,145
Dusk	-,098	,054	-,081	-1,804	,072	-,205	,009	-,078	-,095	-,077	,900	1,111
Rain	-,299	,042	-,315	-7,135	,000	-,382	-,217	-,196	-,352	-,303	,927	1,079
Weather other	-,330	,058	-,252	-5,687	,000	-,445	-,216	-,151	-,287	-,242	,919	1,089
Head on collision between moving vehicles	-,127	,067	-,095	-1,891	,059	-,259	,005	,013	-,099	-,080	,721	1,386
Side impact collision between moving vehicles	-,328	,078	-,199	-4,182	,000	-,482	-,174	-,059	-,215	-,178	,797	1,255
Rear end collision between moving vehicles	-,195	,069	-,140	-2,810	,005	-,332	-,059	,026	-,146	-,119	,729	1,372
Collision with parked vehicle/ stable object	-,273	,057	-,257	-4,803	,000	-,385	-,161	-,109	-,245	-,204	,631	1,585
Pedestrian involvement	-,108	,063	-,093	-1,726	,085	-,232	,015	,011	-,090	-,073	,618	1,617
Came off the road	-,134	,059	-,119	-2,261	,024	-,250	-,017	-,041	-,118	-,096	,656	1,525
Acc. Type other	-,224	,064	-,179	-3,514	,000	-,350	-,099	-,042	-,182	-,149	,696	1,436
Going ahead normally	-,178	,051	-,169	-3,496	,001	-,278	-,078	-,081	-,181	-,149	,769	1,300
Entering into the opposite traffic lane	-,173	,049	-,169	-3,518	,000	-,269	-,076	-,054	-,182	-,149	,786	1,273
Exceeding speed limit	-,114	,047	-,116	-2,416	,016	-,206	-,021	-,040	-,126	-,103	,787	1,271
Central barrier	-,320	,057	-,245	-5,609	,000	-,433	-,208	-,160	-,283	-,238	,950	1,053
Slope up normal	-,334	,051	-,289	-6,567	,000	-,434	-,234	-,166	-,327	-,279	,929	1,076
Slope up high	-,573	,237	-,105	-2,419	,016	-1,038	-,107	-,046	-,126	-,103	,951	1,051
Slope down normal	-,241	,051	-,206	-4,691	,000	-,343	-,140	-,109	-,240	-,199	,938	1,067
Slope down high	-,431	,151	-,125	-2,848	,005	-,729	-,133	-,037	-,148	-,121	,938	1,066

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.13 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με νεκρούς, εκτός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου

5.4.10 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων							
Μεταβλητές	Εκτός κατοικημένης περιοχής							
	με νεκρούς							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_i^*	β_i	t_i	e_i	e_i^*
Σταθερά	0,734	27,606	—	—	0,629	13,247	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,127	-1,891	-0,049	-3,99
Πλάγια σύγκρουση	-0,285	-5,398	-0,041	-1,73	-0,328	-4,182	-0,081	-6,59
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,083	-2,132	-0,023	-1,000	-0,195	-2,810	-0,069	-5,63
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0,273	-4,803	-0,181	-14,79
Παράσυρση πεζού	—	—	—	—	-0,108	-1,726	-0,058	-4,73
Εκτροπή από την οδό	0,134	4,410	0,069	2,95	-0,134	-2,261	-0,077	-6,30
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0,224	-3,514	-0,101	-8,23
Κανονική πορεία	-0,149	-4,726	-0,073	-3,11	-0,178	-3,496	-0,121	-9,94
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	—	—	—	—	-0,173	-3,518	-0,125	-10,26
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,054	-1,863	-0,033	-1,40	-0,114	-2,416	-0,092	-7,55
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,350	-1,863	-0,196	-8,36	-0,320	-5,609	-0,130	-10,63
Ανωφέρεια ομαλή	-0,309	-9,241	-0,132	-5,64	-0,334	-6,567	-0,182	-14,86
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,546	-7,908	-0,045	-1,91	-0,573	-2,419	-0,012	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,308	-10,056	-0,169	-7,23	-0,241	-4,691	-0,126	-10,33
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,495	-9,203	-0,070	-3,01	-0,431	-2,848	-0,023	-1,88
Μέρα	0,213	8,098	0,184	7,88	0,220	5,902	0,317	25,96
Σούρουπο	-0,111	-2,942	-0,034	-1,44	-0,098	-1,804	-0,047	-3,86
Βροχή	-0,279	-10,029	-0,194	-8,28	-0,299	-7,135	-0,265	-21,70
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,425	-12,066	-0,158	-6,76	-0,330	-5,687	-0,134	-10,96
R^2	0,282				0,348			

Πίνακας 5.14 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με νεκρούς, εκτός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

Πρότυπο εκτός κόμβου

- ❖ Το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας** έχει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες, 8,4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την νωτομετωπική σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στα λιγότερο σοβαρά ατυχήματα και στην αποφυγή συγκρούσεων οχημάτων σε αντίθετα ρεύματα κυκλοφορίας, ειδικά σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας, λόγω της ύπαρξης του. Ακόμα, συμβολή ίσως έχει και η εκτεταμένη χρήση του εκτός κατοικημένης περιοχής συγκριτικά με εντός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** ακολουθεί σε επιρροή, με 8,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την νωτομετωπική σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες, ειδικά στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.
- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** ακολουθεί, με επιρροή 7,9 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη νωτομετωπική σύγκρουση. Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- ❖ Τέλος, η μεταβλητή **ομαλή κατωφέρεια** παρουσιάζει επιρροή 7,2 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την νωτομετωπική σύγκρουση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανώς οφείλεται στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του.

Πρότυπο εντός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 26 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το θετικό πρόσημο πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας, στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και στον σημαντικό αριθμό εμπλεκομένων οχημάτων σε κόμβο.
- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** ακολουθεί σε επιρροή, με 21,7 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες, ειδικά στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.
- ❖ Έπειτα, η μεταβλητή **ομαλή ανωφέρεια** παρουσιάζει επιρροή 14,9 φορές μεγαλύτερη από την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής ομαλή ανωφέρεια πιθανόν οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού σε ανωφέρεια.
- ❖ Τέλος, η μεταβλητή **πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/ αντικειμ.** παρουσιάζει επιρροή 14,8 φορές μεγαλύτερη από την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανώς έχει την αιτία του στον μικρό αριθμό σταθερών οχημάτων εκτός κατοικημένης περιοχής αλλά και στην οξυμένη προσοχή των χρηστών όταν εισέρχονται εντός κόμβου.

Σύγκριση προτύπου εκτός κόμβου με πρότυπο εντός κόμβου

- Η επιρροή της **νωτομετωπικής σύγκρουσης** σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι αυξημένη στο πρότυπο εντός κόμβου (0,85) από ότι στο πρότυπο εκτός κόμβου (0,58). Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις και της μεγαλύτερης συμφόρησης οχημάτων εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.
- Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια είναι πέντε φορές μεγαλύτερη εκτός κόμβου (0,34) σε σχέση με εντός κόμβου (0,07). Επίσης, μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια εκτός και εντός κόμβου (0,42-0,18) αντίστοιχα. Η αιτία που συμβαίνει αυτό πιθανώς είναι ο μικρός αριθμός κόμβων με μεγάλη ανωφερική ή κατωφερική κλίση καθώς υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου.
- Η επιρροή της **μέρας** σε σχέση με το σούρουπο παρουσιάζεται αυξημένη εντός κόμβου (-6,73) από ότι εκτός κόμβου (-5,47), πιθανώς λόγω του ότι ο συχνότερος τύπος ατυχήματος είναι η πλαγιομετωπική σύγκρουση η οποία συνήθως συναντάται σε κόμβο. Επιπλέον, σε αρκετές διασταυρώσεις ο αριθμός των εμπλεκόμενων οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις είναι σημαντικός και συνεπώς οι πιθανότητες ατυχήματος μεγαλύτερες. Επίσης, αναδεικνύεται και το γεγονός της παραβατικότητας στην Ελλάδα, κάτι που μειώνει την επιρροή που έχει το όποιο επίπεδο ελέγχου κυκλοφορίας στους κόμβους.
- Η **βροχή** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες παρουσιάζει μεγαλύτερη επιρροή εντός κόμβου (1,98) από ότι εκτός κόμβου (1,22), πιθανόν λόγω της μειωμένης ορατότητας από τους χρήστες ευρισκόμενους στην δευτερεύουσα οδό αλλά και λόγω της μη τήρησης του κώδικα οδικής κυκλοφορίας από τους χρήστες της οδού.

- Τέλος, όσον αφορά το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας**, η επιρροή του σε σχέση με την κανονική πορεία είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (2,69) από ότι εντός κόμβου (1,49), πιθανόν λόγω υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου αλλά και οξυμένης προσοχής των χρηστών της οδού σε κόμβο. Παρόμοια και η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου (2,11) από ότι εντός κόμβου (1,44), πιθανώς λόγω μεγαλύτερης υπέρβασης του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου.

5.4.11 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,546 ^a	,298	,290	,43820474	,298	34,836	17	1394	,000	1,954

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Acc. Type other, Weather other, Dusk, Exceeding speed limit, Slope up high, Pedestrian involvement, Side impact collision between moving vehicles, Central barrier, Slope down normal, Rear end collision between moving vehicles, Rain, Daylight, Going ahead normally, Slope up normal, Collision with parked vehicle/ stable object, Entering into the opposite traffic lane

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)	,889	,033		26,817	,000	,824	,954					
Daylight	,252	,026	,228	9,670	,000	,201	,303	,151	,251	,217	,902	1,109
Dusk	-,083	,038	-,051	-2,176	,030	-,158	-,008	-,059	-,058	-,049	,925	1,081
Rain	-,290	,027	-,250	-10,628	,000	-,344	-,237	-,121	-,274	-,238	,911	1,097
Weather other	-,422	,036	-,275	-11,703	,000	-,492	-,351	-,154	-,299	-,263	,912	1,096
Side impact collision between moving vehicles	-,360	,050	-,170	-7,247	,000	-,458	-,263	-,074	-,191	-,163	,913	1,095
Rear end collision between moving vehicles	-,139	,040	-,085	-3,477	,001	-,217	-,060	-,033	-,093	-,078	,851	1,174
Collision with parked vehicle/ stable object	-,131	,034	-,097	-3,904	,000	-,197	-,065	-,035	-,104	-,088	,819	1,221

Pedestrian involvement	-,113	,044	-,062	-2,554	,011	-,201	-,026	-,012	-,068	-,057	,867	1,154
Acc. type other	-,141	,040	-,084	-3,489	,000	-,220	-,062	-,013	-,093	-,078	,861	1,161
Going ahead normally	-,154	,034	-,116	-4,542	,000	-,221	-,088	-,068	-,121	-,102	,774	1,291
Entering into the opposite traffic lane	-,079	,032	-,064	-2,432	,015	-,143	-,015	,049	-,065	-,055	,722	1,386
Exceeding speed limit	-,104	,032	-,083	-3,267	,001	-,166	-,041	-,027	-,087	-,073	,780	1,282
Central barrier	-,399	,032	-,297	-12,610	,000	-,461	-,337	-,202	-,320	-,283	,909	1,100
Slope up normal	-,360	,033	-,265	-11,033	,000	-,424	-,296	-,108	-,283	-,248	,875	1,143
Slope up high	-,647	,060	-,251	-10,773	,000	-,765	-,530	-,115	-,277	-,242	,926	1,080
Slope down normal	-,298	,031	-,231	-9,683	,000	-,359	-,238	-,092	-,251	-,217	,881	1,135
Slope down high	-,485	,051	-,223	-9,557	,000	-,584	-,385	-,097	-,248	-,214	,924	1,082

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.15 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με βαριά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,609 ^a	,371	,345	,35656053	,371	14,370	18	439	,000	2,187

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Entering into the opposite traffic lane, Slope up high, Weather other, Side impact collision between moving vehicles, Slope up normal, Came off the road, Central barrier, Daylight, Pedestrian involvement, Slope down normal, Exceeding speed limit, Acc. type other, Rain, Rear end collision between moving vehicles, Going ahead normally, Head on collision between moving vehicles, Collision with parked vehicle/ stable object

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)	,814	,049		16,579	,000	,717	,910					
Daylight	,254	,036	,275	7,024	,000	,183	,325	,152	,318	,266	,932	1,073
Rain	-,337	,042	-,320	-8,040	,000	-,419	-,255	-,177	-,358	-,304	,907	1,103
Weather other	-,452	,060	-,300	-7,580	,000	-,570	-,335	-,142	-,340	-,287	,916	1,092
Head on collision between moving vehicles	-,232	,063	-,169	-3,687	,000	-,356	-,108	-,002	-,173	-,140	,686	1,458
Side impact collision between moving vehicles	-,362	,078	-,200	-4,638	,000	-,515	-,208	,005	-,216	-,176	,770	1,299
Rear end collision between moving vehicles	-,367	,064	-,269	-5,726	,000	-,493	-,241	-,044	-,264	-,217	,650	1,538

Collision with parked vehicle/stable object	-,340	,059	-,281	-5,733	,000	-,456	-,223	-,046	-,264	-,217	,596	1,677
Pedestrian involvement	-,248	,070	-,168	-3,556	,000	-,385	-,111	-,020	-,167	-,135	,643	1,555
Came off the road	-,284	,057	-,235	-4,938	,000	-,396	-,171	-,065	-,229	-,187	,635	1,574
Acc. type other	-,389	,070	-,252	-5,574	,000	-,526	-,252	-,060	-,257	-,211	,699	1,431
Going ahead normally	-,197	,051	-,162	-3,822	,000	-,298	-,096	-,114	-,179	-,145	,800	1,251
Entering into the opposite traffic lane	-,188	,049	-,162	-3,809	,000	-,284	-,091	-,027	-,179	-,144	,793	1,261
Exceeding speed limit	-,100	,047	-,088	-2,104	,036	-,193	-,007	-,048	-,100	-,080	,818	1,223
Central barrier	-,405	,063	-,254	-6,465	,000	-,528	-,282	-,120	-,295	-,245	,930	1,075
Slope up normal	-,376	,052	-,286	-7,272	,000	-,478	-,275	-,155	-,328	-,275	,924	1,083
Slope up high	-,686	,131	-,204	-5,221	,000	-,944	-,428	-,089	-,242	-,198	,938	1,066
Slope down normal	-,391	,050	-,308	-7,754	,000	-,490	-,292	-,141	-,347	-,294	,909	1,100
Slope down high	-,623	,150	-,161	-4,142	,000	-,918	-,327	-,051	-,194	-,157	,950	1,053

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.16 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με βαριά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου

5.4.12 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων							
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής							
	με βαριά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_i^*	β_i	t_i	e_i	e_i^*
Σταθερά	0,889	26,817	—	—	0,814	16,579	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,232	-3,687	-0,091	-3,29
Πλάγια σύγκρουση	-0,360	-7,247	-0,056	-2,47	-0,362	-4,638	-0,078	-2,81
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,139	-3,477	-0,100	-4,41	-0,367	-5,726	-0,146	-5,30
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	-0,131	-3,904	-0,148	-6,48	-0,340	-5,733	-0,181	-6,55
Παράσυρση πεζού	-0,113	-2,554	-0,052	-2,29	-0,248	-3,556	-0,083	-2,99
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,284	-4,938	-0,151	-5,47
Άλλος τύπος ατυχ.	-0,141	-3,489	-0,102	-4,50	-0,389	-5,574	-0,118	-4,27
Κανονική πορεία	-0,154	-4,542	-0,089	-3,90	-0,197	-3,822	-0,103	-3,74
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,079	-2,432	-0,106	-4,65	-0,188	-3,809	-0,111	-4,02

Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,104	-3,267	-0,054	-2,35	-0,100	-2,104	-0,063	-2,27
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,399	-12,610	-0,179	-7,85	-0,405	-6,465	-0,114	-4,12
Ανωφέρεια ομαλή	-0,360	-11,033	-0,161	-7,07	-0,376	-7,272	-0,164	-5,94
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,647	-10,773	-0,070	-3,09	-0,686	-5,221	-0,041	-1,47
Κατωφέρεια ομαλή	-0,298	-9,683	-0,147	-6,47	-0,391	-7,754	-0,185	-6,70
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,485	-9,557	-0,071	-3,13	-0,623	-4,142	-0,028	-1,00
Μέρα	0,252	9,670	0,203	8,94	0,254	7,024	0,301	10,89
Σούρουπο	-0,083	-2,176	-0,023	-1,00	–	–	–	–
Βροχή	-0,290	-10,628	-0,194	-8,51	-0,337	-8,040	-0,257	-9,29
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,422	-11,703	-0,135	-5,92	-0,452	-7,580	-0,144	-5,21
R ²	0,298						0,371	

Πίνακας 5.17 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με βαριά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

Πρότυπο εκτός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** έχει την μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες με 8,9 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το σούρουπο. Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** ακολουθεί σε επιρροή, με 8,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες, ειδικά στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.

- ❖ Στη συνέχεια, το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας** έχει επιρροή 7,9 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στα λιγότερο σοβαρά ατυχήματα και στην αποφυγή συγκρούσεων οχημάτων σε αντίθετα ρεύματα κυκλοφορίας, ειδικά σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας, λόγω της ύπαρξης του. Ακόμα, συμβολή ίσως έχει και η εκτεταμένη χρήση του εκτός κατοικημένης περιοχής συγκριτικά με εντός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Τέλος, η μεταβλητή **ομαλή ανωφέρεια** παρουσιάζει επιρροή 7,1 φορές μεγαλύτερη από το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής ομαλή ανωφέρεια πιθανόν οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού σε ανωφέρεια.

Πρότυπο εντός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 10,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την κατωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το θετικό πρόσημο πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας, στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και στον σημαντικό αριθμό εμπλεκομένων οχημάτων σε κόμβο.
- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** ακολουθεί σε επιρροή, με 9,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την κατωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες, ειδικά στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.
- ❖ Επίσης, η μεταβλητή **ομαλή κατωφέρεια** παρουσιάζει επιρροή 6,7 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την κατωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανώς οφείλεται στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην

οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του, ειδικά όταν πρόκειται για υπεραστικό οδικό δίκτυο.

- ❖ Τέλος, η μεταβλητή **πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/ αντικειμ.** παρουσιάζει επιρροή 6,6 φορές μεγαλύτερη από την κατωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανώς έχει την αιτία του στον μικρό αριθμό σταθερών οχημάτων εκτός κατοικημένης περιοχής αλλά και στην οξυμένη προσοχή των χρηστών όταν εισέρχονται εντός κόμβου.

Σύγκριση προτύπου εκτός κόμβου με πρότυπο εντός κόμβου

- Η επιρροή της **νωτομετωπικής σύγκρουσης** σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι αυξημένη στο πρότυπο εντός κόμβου (1,89) από ότι στο πρότυπο εκτός κόμβου (1,79). Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις και της μεγαλύτερης συμφόρησης οχημάτων εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.
- Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (0,44) σε σχέση με εντός κόμβου (0,25). Επίσης, τρεις φορές μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια εκτός και εντός κόμβου (0,48-0,15) αντίστοιχα. Η αιτία που συμβαίνει αυτό πιθανώς είναι ο μικρός αριθμός κόμβων με μεγάλη ανωφερική ή κατωφερική κλίση καθώς υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου.
- Η **βροχή** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες παρουσιάζει μεγαλύτερη επιρροή εντός κόμβου (1,78) από ότι εκτός κόμβου (1,44), πιθανόν λόγω της μειωμένης ορατότητας από τους χρήστες ευρισκόμενους στην δευτερεύουσα οδό αλλά και λόγω της μη τήρησης του κώδικα οδικής κυκλοφορίας από τους χρήστες της οδού.

- Έπειτα, όσον αφορά το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας**, η επιρροή του σε σχέση με την κανονική πορεία είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (2,01) από ότι εντός κόμβου (1,10), πιθανόν λόγω υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου αλλά και οξυμένης προσοχής των χρηστών της οδού σε κόμβο. Παρόμοια και η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα εκτός και εντός κόμβου (1,69-1,02) αντίστοιχα, πιθανόν λόγω υψηλότερων αναπτυσσομένων ταχυτήτων εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου. Τέλος, υψηλότερη είναι η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου (3,34) από ότι εντός κόμβου (1,81), πιθανώς λόγω μεγαλύτερης υπέρβασης του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου.
- Τέλος, η **παράσυρση πεζού** σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου (1,32) από ότι εκτός κόμβου (0,97) πιθανώς λόγω του μεγάλου αριθμού πεζών που διασχίζουν κόμβους αλλά και της απροθυμίας των πεζών να διασχίσουν μία οδό εκτός κόμβου, ειδικά εκτός κατοικημένης περιοχής.

5.4.13 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,563 ^a	,317	,312	,50052568	,317	60,379	18	2343	,000	1,846

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Rain, Exceeding speed limit, Dusk, Pedestrian involvement, Slope up high, Side impact collision between moving vehicles, Acc. type other, Slope up normal, Central barrier, Head on collision between moving vehicles, Going ahead normally, Daylight, Rear end collision between moving vehicles, Weather other, Slope down normal, Collision with parked vehicle/ stable object, Entering into the opposite traffic lane

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)	1,165	,031		37,221	,000	1,103	1,226					
Daylight	,353	,023	,274	15,090	,000	,307	,399	,168	,298	,258	,886	1,128
Dusk	-,072	,032	-,040	-2,230	,026	-,136	-,009	-,063	-,046	-,038	,926	1,079
Rain	-,289	,024	-,216	-11,982	,000	-,336	-,241	-,080	-,240	-,205	,897	1,115
Weather other	-,510	,030	-,311	-17,130	,000	-,568	-,451	-,163	-,334	-,292	,883	1,132
Head on collision between moving vehicles	-,093	,038	-,046	-2,432	,015	-,168	-,018	,024	-,050	-,042	,823	1,215
Side impact collision between moving vehicles	-,267	,041	-,122	-6,586	,000	-,347	-,188	-,044	-,135	-,112	,855	1,169
Rear end collision between moving vehicles	-,087	,034	-,050	-2,589	,010	-,153	-,021	-,004	-,053	-,044	,780	1,281
Collision with parked vehicle/stable object	-,156	,031	-,099	-5,046	,000	-,217	-,096	-,040	-,104	-,086	,762	1,312
Pedestrian involvement	-,255	,043	-,110	-5,966	,000	-,339	-,171	-,033	-,122	-,102	,858	1,165
Acc. type other	-,244	,036	-,128	-6,789	,000	-,314	-,173	-,045	-,139	-,116	,815	1,227
Going ahead normally	-,256	,029	-,169	-8,804	,000	-,313	-,199	-,076	-,179	-,150	,792	1,262
Entering into the opposite traffic lane	-,133	,029	-,091	-4,562	,000	-,190	-,076	,030	-,094	-,078	,730	1,371
Exceeding speed limit	-,192	,028	-,130	-6,775	,000	-,247	-,136	-,044	-,139	-,116	,791	1,265
Central barrier	-,447	,026	-,312	-17,186	,000	-,497	-,396	-,188	-,335	-,293	,884	1,131
Slope up normal	-,408	,028	-,267	-14,472	,000	-,463	-,352	-,100	-,286	-,247	,857	1,167
Slope up high	-,723	,050	-,259	-14,435	,000	-,822	-,625	-,098	-,286	-,246	,905	1,106
Slope down normal	-,377	,027	-,258	-13,953	,000	-,430	-,324	-,094	-,277	-,238	,855	1,170
Slope down high	-,671	,043	-,287	-15,753	,000	-,754	-,587	-,111	-,309	-,269	,881	1,135

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.18 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,625 ^a	,391	,377	,41862586	,391	29,601	18	831	,000	2,127

a. Predictors: (Constant), Slope down high, Collision with parked vehicle/ stable object, Rain, Going ahead normally, Daylight, Slope up high, Slope up normal, Acc. Type other, Side impact collision between moving vehicles, Central barrier, Weather other, Exceeding speed limit, Slope down normal, Pedestrian involvement, Head on collision between moving vehicles, Came off the road, Entering into the opposite traffic lane, Rear end collision between moving vehicles

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)	1,062	,043		24,527	,000	,977	1,147					
Daylight	,328	,031	,296	10,607	,000	,267	,388	,160	,345	,287	,940	1,064
Rain	-,356	,034	-,298	-10,579	,000	-,422	-,290	-,165	-,345	-,286	,924	1,082
Weather other	-,487	,051	-,271	-9,606	,000	-,586	-,387	-,120	-,316	-,260	,920	1,087
Head on collision between moving vehicles	-,257	,055	-,151	-4,690	,000	-,364	-,149	-,018	-,161	-,127	,707	1,414
Side impact collision between moving vehicles	-,345	,062	-,173	-5,579	,000	-,466	-,223	-,003	-,190	-,151	,765	1,307
Rear end collision between moving vehicles	-,213	,050	-,144	-4,237	,000	-,312	-,114	,010	-,145	-,115	,633	1,581
Collision with parked vehicle/ stable object	-,344	,049	-,237	-6,999	,000	-,441	-,248	-,080	-,236	-,190	,638	1,568
Pedestrian involvement	-,267	,064	-,132	-4,182	,000	-,393	-,142	-,001	-,144	-,113	,734	1,362
Came off the road	-,244	,051	-,157	-4,762	,000	-,344	-,143	-,032	-,163	-,129	,672	1,488
Acc. type other	-,417	,059	-,227	-7,120	,000	-,531	-,302	-,063	-,240	-,193	,722	1,384
Going ahead normally	-,311	,043	-,215	-7,157	,000	-,396	-,226	-,065	-,241	-,194	,814	1,229
Entering into the opposite traffic lane	-,296	,041	-,218	-7,169	,000	-,377	-,215	-,063	-,241	-,194	,794	1,260
Exceeding speed limit	-,241	,040	-,180	-6,019	,000	-,319	-,162	-,062	-,204	-,163	,820	1,220
Central barrier	-,524	,045	-,333	-11,605	,000	-,613	-,436	-,153	-,373	-,314	,890	1,124
Slope up normal	-,500	,043	-,334	-11,699	,000	-,584	-,417	-,158	-,376	-,317	,898	1,113
Slope up high	-,887	,120	-,205	-7,360	,000	-1,123	-,650	-,076	-,247	-,199	,943	1,060
Slope down normal	-,442	,041	-,309	-10,915	,000	-,522	-,363	-,150	-,354	-,296	,913	1,095
Slope down high	-,732	,102	-,199	-7,179	,000	-,932	-,532	-,084	-,242	-,194	,956	1,046

a. Dependent Variable: Log (Total accidents)

Πίνακας 5.19 Πρότυπο λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για συνολικά ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου

5.4.14 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων							
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής							
	με βαριά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_i^*	β_i	t_i	e_i	e_i^*
Σταθερά	1,165	37,221	—	—	1,062	24,527	—	—
Μετωπική σύγκρουση	-0,093	-2,432	-0,018	-1,011	-0,257	-4,690	-0,069	-2,07
Πλάγια σύγκρουση	-0,267	-6,586	-0,042	-2,43	-0,345	-5,579	-0,065	-1,94
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,087	-2,589	-0,023	-1,34	-0,213	-4,237	-0,079	-2,39
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	-0,156	-5,046	-0,053	-3,05	-0,344	-6,999	-0,134	-4,03
Παράσυρση πεζού	-0,255	-5,966	-0,036	-2,06	-0,267	-4,182	-0,049	-1,46
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,244	-4,762	-0,081	-2,43
Άλλος τύπος ατυχ.	-0,244	-6,789	-0,053	-3,08	-0,417	-7,120	-0,094	-2,82
Κανονική πορεία	-0,256	-8,804	-0,097	-5,61	-0,311	-7,157	-0,122	-3,67
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,133	-4,562	-0,056	-3,25	-0,296	-7,169	-0,136	-4,09
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,192	-6,775	-0,078	-4,52	-0,241	-6,019	-0,115	-3,47
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,447	-17,186	-0,199	-11,45	-0,524	-11,605	-0,168	-5,05
Ανωφέρεια ομαλή	-0,408	-14,472	-0,152	-8,75	-0,500	-11,699	-0,181	-5,43
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,723	-14,435	-0,068	-3,94	-0,887	-7,360	-0,033	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,377	-13,953	-0,157	-9,08	-0,442	-10,915	-0,179	-5,37
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,671	-15,753	-0,092	-5,32	-0,732	-7,179	-0,038	-1,14
Μέρα	0,353	15,090	0,220	12,66	0,328	10,607	0,289	8,67
Σούρουπο	-0,072	-2,230	-0,017	-1,00	—	—	—	—
Βροχή	-0,289	-11,982	-0,158	-9,13	-0,356	-10,579	-0,236	-7,10
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,510	-17,130	-0,159	-9,14	-0,487	-9,606	-0,115	-3,46
R^2	0,317						0,391	

Πίνακας 5.20 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με ελαφρά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

Πρότυπο εκτός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** έχει την μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τις υπόλοιπες με 12,7 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το σούρουπο. Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας αλλά και στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- ❖ Στη συνέχεια, το **κεντρικό σπηθαίο ασφαλείας** έχει επιρροή 11,5 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής πιθανόν να οφείλεται στα λιγότερο σοβαρά ατυχήματα και στην αποφυγή συγκρούσεων οχημάτων σε αντίθετα ρεύματα κυκλοφορίας, ειδικά σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας, λόγω της ύπαρξης του. Ακόμα, συμβολή ίσως έχει και η εκτεταμένη χρήση του εκτός κατοικημένης περιοχής συγκριτικά με εντός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Έπειτα οι **άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες** έχουν επιρροή 9,1 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο πιθανώς οφείλεται στο ότι δεν συμβαίνουν συχνά και αποτελούν μη συνήθεις συνθήκες για τους χρήστες της οδού. Συνεπώς οι χρήστες είναι ιδιαίτερος προσεκτικοί απέναντι σε τέτοια φαινόμενα.
- ❖ Τέλος, η μεταβλητή **βροχή** ακολουθεί σε επιρροή, με 9,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το σούρουπο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες, ειδικά στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.

Πρότυπο εντός κόμβου

- ❖ Η μεταβλητή **μέρα** παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες και έχει 8,7 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το θετικό πρόσημο πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων λόγω καλής ορατότητας, στον μεγάλο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και στον σημαντικό αριθμό εμπλεκομένων οχημάτων σε κόμβο.
- ❖ Η μεταβλητή **βροχή** ακολουθεί σε επιρροή, με 7,1 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής βροχή πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη ταχύτητα των οχημάτων όταν βρέχει σε σχέση με την καλοκαιρία, στην οξυμένη προσοχή λόγω οδήγησης υπό βροχή αλλά και την απροθυμία κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες, ειδικά στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.
- ❖ Οι μεταβλητές **ομαλή ανωφέρεια** και **ομαλή κατωφέρεια** ακολουθούν σε επιρροή την μεταβλητή μέρα με 5,4 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την ανωφέρεια με μεγάλη κλίση και την κατωφέρεια με μεγάλη κλίση αντίστοιχα. Το αρνητικό πρόσημο των μεταβλητών ομαλή ανωφέρεια και ομαλή κατωφέρεια πιθανόν οφείλεται όσον αφορά την πρώτη στην μειωμένη ταχύτητα των χρηστών της οδού και αναφορικά με την δεύτερη στην αντίληψη του κινδύνου ατυχήματος εκ μέρους του χρήστη της οδού και συνεπώς στην οξυμένη προσοχή του με μείωση της ταχύτητας του.

Σύγκριση προτύπου εκτός κόμβου με πρότυπο εντός κόμβου

- Η επιρροή της **νωτομετωπικής σύγκρουσης** σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι αυξημένη στο πρότυπο εντός κόμβου (1,23) από ότι στο πρότυπο εκτός κόμβου (0,55). Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις και της

μεγαλύτερης συμφόρησης οχημάτων εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.

- Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (0,45) σε σχέση με εντός κόμβου (0,18). Επίσης, τρεις φορές μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια εκτός και εντός κόμβου (0,59-0,21) αντίστοιχα. Η αιτία που συμβαίνει αυτό πιθανώς είναι ο μικρός αριθμός κόμβων με μεγάλη ανωφερική ή κατωφερική κλίση καθώς υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου.
- Η **βροχή** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες παρουσιάζει διπλάσια επιρροή εντός κόμβου (2,05) από ότι εκτός κόμβου (1,00), πιθανόν λόγω της μειωμένης ορατότητας από τους χρήστες ευρισκόμενους στην δευτερεύουσα οδό αλλά και λόγω της μη τήρησης του κώδικα οδικής κυκλοφορίας από τους χρήστες της οδού.
- Έπειτα, όσον αφορά το **κεντρικό στηθαίο ασφαλείας**, η επιρροή του σε σχέση με την κανονική πορεία είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (2,04) από ότι εντός κόμβου (1,38), πιθανόν λόγω υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου αλλά και οξυμένης προσοχής των χρηστών της οδού σε κόμβο. Παρόμοια και η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα εκτός και εντός κόμβου (3,52-1,23) αντίστοιχα, πιθανόν λόγω υψηλότερων αναπτυσσομένων ταχυτήτων εκτός κόμβου σχετικά με εντός κόμβου. Τέλος, υψηλότερη είναι η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου (2,53) από ότι εντός κόμβου (1,46), πιθανώς λόγω μεγαλύτερης υπέρβασης του ορίου ταχύτητας εκτός κόμβου.

- Τέλος, η **παράσυρση πεζού** σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου (0,46) από ότι εντός κόμβου (0,42) πιθανώς λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσονται εκτός κόμβου.

5.4.15 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων															
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής								Εκτός κατοικημένης περιοχής							
	με νεκρούς								με νεκρούς							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β_i	t_i	e_i	e_{i^*}	β_i	t_i	e_i	e_{i^*}	β_i	t_i	e_i	e_{i^*}	β_i	t_i	e_i	e_{i^*}
Σταθερά	0,663	22,099	—	—	0,755	15,095	—	—	0,734	27,606	—	—	0,629	13,247	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,159	-1,841	-0,032	-1,64	—	—	—	—	-0,127	-1,891	-0,049	-3,99
Πλάγια σύγκρουση	-0,147	-2,479	-0,025	-1,00	-0,200	-2,546	-0,044	-2,26	-0,285	-5,398	-0,041	-1,73	-0,328	-4,182	-0,081	-6,59
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,140	-2,591	-0,029	-1,18	-0,344	-4,620	-0,087	-4,51	-0,083	-2,132	-0,023	-1,00	-0,195	-2,810	-0,069	-5,63
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0,178	-3,106	-0,088	-4,56	—	—	—	—	-0,273	-4,803	-0,181	-14,79
Παράσυρση πεζού	0,158	-2,479	0,075	3,00	—	—	—	—	—	—	—	—	-0,108	-1,726	-0,058	-4,73
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,266	-3,811	-0,079	-4,06	0,134	4,410	0,069	2,95	-0,134	-2,261	-0,077	-6,30
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0,282	-4,217	-0,093	-4,79	—	—	—	—	-0,224	-3,514	-0,101	-8,23
Κανονική πορεία	-0,069	-2,591	-0,040	-1,60	-0,165	-3,170	-0,104	-5,38	-0,149	-4,726	-0,073	-3,11	-0,178	-3,496	-0,121	-9,94
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,110	-2,901	-0,055	-2,21	-0,285	-4,167	-0,100	-5,16	—	—	—	—	-0,173	-3,518	-0,125	-10,26
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	—	—	—	—	-0,133	-2,631	-0,091	-4,70	-0,054	-1,863	-0,033	-1,40	-0,114	-2,416	-0,092	-7,55
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,389	-8,263	-0,113	-4,56	-0,368	-4,865	-0,081	-4,18	-0,350	-1,863	-0,196	-8,36	-0,320	-5,609	-0,130	-10,63
Ανωφέρεια ομαλή	-0,365	-8,961	-0,155	-6,21	-0,377	-6,322	-0,148	-7,61	-0,309	-9,241	-0,132	-5,64	-0,334	-6,567	-0,182	-14,86
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,631	-6,750	-0,042	-1,67	-0,705	-3,441	-0,019	-1,00	-0,546	-7,908	-0,045	-1,91	-0,573	-2,419	-0,012	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,312	-8,072	-0,147	-5,89	-0,387	-6,702	-0,165	-8,50	-0,308	-10,056	-0,169	-7,23	-0,241	-4,691	-0,126	-10,33
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,567	-7,880	-0,066	-2,64	-0,613	-4,637	-0,042	-2,17	-0,495	-9,203	-0,070	-3,01	-0,431	-2,848	-0,023	-1,88
Μέρα	0,159	5,056	0,138	5,55	0,199	4,655	0,199	10,25	0,213	8,098	0,184	7,88	0,220	5,902	0,317	25,96
Σούρουπο	-0,159	-3,424	-0,048	-1,92	-0,141	-2,111	-0,043	-2,24	-0,111	-2,942	-0,034	-1,44	-0,098	-1,804	-0,047	-3,86
Βροχή	-0,337	-9,398	-0,196	-7,86	-0,302	-5,379	-0,137	-7,05	-0,279	-10,029	-0,194	-8,28	-0,299	-7,135	-0,265	-21,70
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,432	-8,879	-0,115	-4,63	-0,414	-6,139	-0,122	-6,31	-0,425	-12,066	-0,158	-6,76	-0,330	-5,687	-0,134	-10,96
R ²	0,275				0,299				0,282				0,348			

Πίνακας 5.21 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με νεκρούς, εκτός και εντός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Συμπεράσματα από την σύγκριση προτύπων με νεκρούς, εκτός κόμβου - εντός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής - εντός κατοικημένης περιοχής

- ❖ Η επιρροή της νωτομετωπικής σύγκρουσης σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι αυξημένη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου και ιδιαίτερα εντός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Η επιρροή της ανωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει υπερδιπλάσια επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της κατωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια.
- ❖ Η επιρροή της μέρας σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου και περισσότερο εκτός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Η επιρροή της βροχής σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι συνολικά μεγαλύτερη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής. Όμως, εντός κατοικημένης περιοχής η επιρροή της βροχής είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- ❖ Τέλος, η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την κανονική πορεία αλλά και σε σχέση με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα είναι σημαντικά μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
5.4.16 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων															
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής								Εκτός κατοικημένης περιοχής							
	με βαριά τραυματίες								με βαριά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β _i	t _i	e _i	e _i *	β _i	t _i	e _i	e _i *	β _i	t _i	e _i	e _i *	β _i	t _i	e _i	e _i *
Σταθερά	0,844	25,252	—	—	1,027	21,796	—	—	0,889	26,817	—	—	0,814	16,579	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,192	-2,907	-0,044	-1,75	—	—	—	—	-0,232	-3,687	-0,091	-3,29
Πλάγια σύγκρουση	-0,192	-3,660	-0,033	-1,00	-0,217	-3,398	-0,051	-2,05	-0,360	-7,247	-0,056	-2,47	-0,362	-4,638	-0,078	-2,81
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0,172	-3,456	-0,034	-1,02	-0,309	-5,008	-0,080	-3,20	-0,139	-3,477	-0,100	-4,41	-0,367	-5,726	-0,146	-5,30
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0,284	-5,585	-0,123	-4,94	-0,131	-3,904	-0,148	-6,48	-0,340	-5,733	-0,181	-6,55
Παράσυρση πεζού	0,160	3,992	0,053	1,60	—	—	—	—	-0,113	-2,554	-0,052	-2,29	-0,248	-3,556	-0,083	-2,99
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0,309	-4,788	-0,070	-2,83	—	—	—	—	-0,284	-4,938	-0,151	-5,47
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0,334	-5,367	-0,084	-3,37	-0,141	-3,489	-0,102	-4,50	-0,389	-5,574	-0,118	-4,27
Κανονική πορεία	-0,129	-3,469	-0,066	-1,97	-0,236	-5,145	-0,126	-5,08	-0,154	-4,542	-0,089	-3,90	-0,197	-3,822	-0,103	-3,74
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,163	-4,219	-0,073	-2,20	-0,350	-6,522	-0,130	-5,24	-0,079	-2,432	-0,106	-4,65	-0,188	-3,809	-0,111	-4,02
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,086	-2,415	-0,048	-1,45	-0,236	-4,979	-0,117	-4,71	-0,104	-3,267	-0,054	-2,35	-0,100	-2,104	-0,063	-2,27
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,469	-10,530	-0,119	-3,58	-0,519	-8,135	-0,110	-4,44	-0,399	-12,610	-0,179	-7,85	-0,405	-6,465	-0,114	-4,12
Ανωφέρεια ομαλή	-0,392	-10,290	-0,154	-4,61	-0,408	-8,374	-0,165	-6,65	-0,360	-11,033	-0,161	-7,07	-0,376	-7,272	-0,164	-5,94
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,691	-8,423	-0,047	-1,42	-0,656	-4,597	-0,025	-1,00	-0,647	-10,773	-0,070	-3,09	-0,686	-5,221	-0,041	-1,47
Κατωφέρεια ομαλή	-0,383	-10,457	-0,165	-4,96	-0,481	-9,563	-0,184	-7,41	-0,298	-9,683	-0,147	-6,47	-0,391	-7,754	-0,185	-6,70
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,667	-10,344	-0,077	-2,31	-0,634	-6,748	-0,058	-2,32	-0,485	-9,557	-0,071	-3,13	-0,623	-4,142	-0,028	-1,00
Μέρα	0,195	6,378	0,138	4,15	0,141	3,725	0,117	4,69	0,252	9,670	0,203	8,94	0,254	7,024	0,301	10,89
Σούρουπο	-0,156	-3,558	-0,041	-1,24	-0,206	-3,616	-0,057	-2,30	-0,083	-2,176	-0,023	-1,00	—	—	—	—
Βροχή	-0,371	-11,097	-0,196	-5,88	-0,374	-8,181	-0,180	-7,25	-0,290	-10,628	-0,194	-8,51	-0,337	-8,040	-0,257	-9,29
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,481	-10,741	-0,126	-3,77	-0,461	-8,058	-0,126	-5,06	-0,422	-11,703	-0,135	-5,92	-0,452	-7,580	-0,144	-5,21
R ²	0,310				0,334				0,298				0,371			

Πίνακας 5.22 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με βαριά τραυματίες, εκτός και εντός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Συμπεράσματα από την σύγκριση προτύπων με βαριά τραυματίες, εκτός κόμβου - εντός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής - εντός κατοικημένης περιοχής

- ❖ Η επιρροή της νωτομετωπικής σύγκρουσης σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Η επιρροή της ανωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει σχεδόν διπλάσια επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της κατωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια.
- ❖ Η επιρροή της βροχής σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι συνολικά μεγαλύτερη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής. Όμως, εντός κατοικημένης περιοχής η επιρροή της βροχής είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- ❖ Επιπλέον, η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την κανονική πορεία, με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα και με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι σημαντικά μεγαλύτερη (σχεδόν διπλάσια και υπερδιπλάσια) εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής.
- ❖ Τέλος, η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.

5.4.17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων															
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής								Εκτός κατοικημένης περιοχής							
	με ελαφρά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β _i	ti	e _i	e _i *	β _i	ti	e _i	e _i *	β _i	ti	e _i	e _i *	β _i	ti	e _i	e _i *
Σταθερά	1,364	41,350	—	—	1,660	34,747	—	—	1,165	37,221	—	—	1,062	24,527	—	—
Μετωπική σύγκρουση	-0,101	-2,406	-0,017	-1,00	-0,398	-6,843	-0,063	-2,29	-0,093	-2,432	-0,018	-1,01	-0,257	-4,690	-0,069	-2,07
Πλάγια σύγκρουση	-0,180	-4,384	-0,031	-1,82	-0,309	-5,785	-0,062	-2,26	-0,267	-6,586	-0,042	-2,43	-0,345	-5,579	-0,065	-1,94
Νωτομετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0,358	-6,746	-0,077	-2,78	-0,087	-2,589	-0,023	-1,34	-0,213	-4,237	-0,079	-2,39
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	-0,113	-3,479	-0,036	-2,16	-0,529	-10,409	-0,133	-4,84	-0,156	-5,046	-0,053	-3,05	-0,344	-6,999	-0,134	-4,03
Παράσυρση πεζού	—	—	—	—	-0,265	-5,149	-0,063	-2,27	-0,255	-5,966	-0,036	-2,06	-0,267	-4,182	-0,049	-1,46
Εκτροπή από την οδό	-0,169	-4,605	-0,038	-2,27	-0,578	-9,715	-0,085	-3,09	—	—	—	—	-0,244	-4,762	-0,081	-2,43
Άλλος τύπος ατυχ.	-0,245	-6,178	-0,046	-2,71	-0,588	-10,043	-0,093	-3,36	-0,244	-6,789	-0,053	-3,08	-0,417	-7,120	-0,094	-2,82
Κανονική πορεία	-0,201	-6,584	-0,080	-4,76	-0,288	-7,582	-0,107	-3,90	-0,256	-8,804	-0,097	-5,61	-0,311	-7,157	-0,122	-3,67
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0,299	-9,010	-0,098	-5,83	-0,488	-11,115	-0,126	-4,56	-0,133	-4,562	-0,056	-3,25	-0,296	-7,169	-0,136	-4,09
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	-0,231	-7,341	-0,084	-5,02	-0,371	-9,022	-0,111	-4,05	-0,192	-6,775	-0,078	-4,52	-0,241	-6,019	-0,115	-3,47
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0,666	-20,029	-0,178	-10,59	-0,732	-16,358	-0,161	-5,83	-0,447	-17,186	-0,199	-11,45	-0,524	-11,605	-0,168	-5,05
Ανωφέρεια ομαλή	-0,542	-17,508	-0,184	-10,97	-0,571	-14,095	-0,164	-5,95	-0,408	-14,472	-0,152	-8,75	-0,500	-11,699	-0,181	-5,43
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,902	-17,283	-0,087	-5,17	-1,065	-13,717	-0,068	-2,48	-0,723	-14,435	-0,068	-3,94	-0,887	-7,360	-0,033	-1,00
Κατωφέρεια ομαλή	-0,525	-16,839	-0,174	-10,35	-0,550	-13,964	-0,168	-6,08	-0,377	-13,953	-0,157	-9,08	-0,442	-10,915	-0,179	-5,37
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0,879	-17,492	-0,092	-5,50	-0,906	-13,229	-0,074	-2,70	-0,671	-15,753	-0,092	-5,32	-0,732	-7,179	-0,038	-1,14
Μέρα	0,352	13,442	0,179	10,66	0,344	10,550	0,177	6,42	0,353	15,090	0,220	12,66	0,328	10,607	0,289	8,67
Σούρουπο	-0,122	-3,436	-0,027	-1,59	-0,127	-2,863	-0,028	-1,00	-0,072	-2,230	-0,017	-1,00	—	—	—	—
Βροχή	-0,462	-16,733	-0,201	-11,95	-0,509	-14,283	-0,200	-7,25	-0,289	-11,982	-0,158	-9,13	-0,356	-10,579	-0,236	-7,10
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0,646	-18,369	-0,153	-9,09	-0,672	-15,390	-0,156	-5,68	-0,510	-17,130	-0,159	-9,14	-0,487	-9,606	-0,115	-3,46
R ²	0,382				0,400				0,317				0,391			

Πίνακας 5.23 Σχετική επιρροή μεταβλητών προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, με ελαφρά τραυματίες, εκτός και εντός κατοικημένης περιοχής, εκτός κόμβου και εντός κόμβου

Συμπεράσματα από την σύγκριση προτύπων με ελαφρά τραυματίες, εκτός κόμβου - εντός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής - εντός κατοικημένης περιοχής

- ❖ Η επιρροή της νωτομετωπικής σύγκρουσης σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι υπερδιπλάσια εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.
- ❖ Η επιρροή της ανωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει αυξημένη επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής, η επιρροή είναι υπερδιπλάσια. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της κατωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια.
- ❖ Η επιρροή της μέρας σε σχέση με το σούρουπο, η οποία εξετάστηκε μόνο εντός κατοικημένης περιοχής, ελαφρά μεγαλύτερη επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου.
- ❖ Η επιρροή της βροχής σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι συνολικά μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής. Όμως, εντός κατοικημένης περιοχής η επιρροή της βροχής είναι ελαφρώς μεγαλύτερη εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου.
- ❖ Επιπλέον, η επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την κανονική πορεία, με την είσοδο στο αντίθετο ρεύμα και με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου και ιδιαίτερα εκτός κατοικημένης περιοχής.

- ❖ Τέλος, η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι ελαφρά μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου.

5.4.18 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ, ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ – ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΣ – ΕΚΤΟΣ ΚΟΜΒΟΥ

- Η επιρροή της νωτομετωπικής σύγκρουσης σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση, είναι αυξημένη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος. Οι μεγαλύτερες διαφορές επιρροής εντός – εκτός κόμβου παρατηρήθηκαν σε πρότυπα με ελαφρά τραυματίες και οι μικρότερες σε πρότυπα με βαριά τραυματίες. Η επιρροή της μεταβλητής είναι μεγαλύτερη εκτός κατοικημένης περιοχής από ότι εντός κατοικημένης περιοχής.
- Η επιρροή της ανωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει υπερδιπλάσια επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος. Εξαίρεση αποτελούν τα πρότυπα με ελαφρά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής όπου η επιρροή της παραπάνω μεταβλητής εκτός κόμβου είναι ελαφρώς μεγαλύτερη σε σχέση με εντός κόμβου. Οι μεγαλύτερες διαφορές επιρροής εντός – εκτός κόμβου παρατηρήθηκαν σε πρότυπα με νεκρούς και οι μικρότερες σε πρότυπα με βαριά τραυματίες. Η επιρροή της μεταβλητής είναι μεγαλύτερη εκτός κατοικημένης περιοχής από ότι εντός κατοικημένης περιοχής. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της κατωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια. Ωστόσο, οι μεγαλύτερες διαφορές επιρροής εντός – εκτός κόμβου παρατηρήθηκαν σε πρότυπα με βαριά τραυματίες και οι μικρότερες σε πρότυπα με ελαφρά τραυματίες.

- Η επιρροή της μέρας σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου σε ατυχήματα με νεκρούς. Αντίθετα, σε ατυχήματα, εντός κατοικημένης περιοχής, με βαριά τραυματίες και ελαφρά τραυματίες, η επιρροή της μέρας σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου. Οι μεγαλύτερες διαφορές επιρροής εντός – εκτός κόμβου παρατηρήθηκαν σε πρότυπα με νεκρούς και οι μικρότερες σε πρότυπα με ελαφρά τραυματίες.
- Η επιρροή της βροχής σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες, ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής. Όμως, εντός κατοικημένης περιοχής η επιρροή της βροχής είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου. Οι μεγαλύτερες διαφορές επιρροής εντός – εκτός κόμβου παρατηρήθηκαν σε πρότυπα με νεκρούς και οι μικρότερες σε πρότυπα με βαριά τραυματίες.
- Τέλος, η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου σε ατυχήματα με βαριά τραυματίες, ενώ σε ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου.

5.4.19 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού σπυχημάτων																																															
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής																								Εκτός κατοικημένης περιοχής																							
	με νεκρούς								με βαριά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες								με νεκρούς								με βαριά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r	β _i	t _i	e _i	e _r				
Σταθερά	0.663	22.099	—	—	0.755	15.095	—	—	0.844	25.252	—	—	1.027	21.796	—	—	1.364	41.350	—	—	1.660	34.747	—	—	0.734	27.606	—	—	0.629	13.247	—	—	0.889	26.817	—	—	0.814	16.579	—	—	1.165	37.221	—	—	1.062	24.527	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0.159	-1.841	-0.032	-1.64	—	—	—	—	-0.192	-2.907	-0.044	-1.75	-0.101	-2.406	-0.017	-1.00	-0.398	-6.843	-0.063	-2.29	—	—	—	—	-0.127	-1.891	-0.049	-3.99	—	—	—	—	-0.232	-3.687	-0.091	-3.29	-0.093	-2.432	-0.018	-1.01	-0.257	-4.690	-0.069	-2.07
Πλάγια σύγκρουση	-0.147	-2.479	-0.025	-1.00	-0.200	-2.546	-0.044	-2.26	-0.192	-3.660	-0.033	-1.00	-0.217	-3.398	-0.051	-2.05	-0.180	-4.384	-0.031	-1.82	-0.309	-5.785	-0.062	-2.26	-0.285	-5.398	-0.041	-1.73	-0.328	-4.182	-0.081	-6.59	-0.360	-7.247	-0.056	-2.47	-0.362	-4.638	-0.078	-2.81	-0.267	-6.586	-0.042	-2.43	-0.345	-5.579	-0.065	-1.94
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0.140	-2.591	-0.029	-1.18	-0.344	-4.620	-0.087	-4.51	-0.172	-3.456	-0.034	-1.02	-0.309	-5.008	-0.080	-3.20	—	—	—	—	-0.358	-6.746	-0.077	-2.78	-0.083	-2.132	-0.023	-1.00	-0.195	-2.810	-0.069	-5.63	-0.139	-3.477	-0.100	-4.41	-0.367	-5.726	-0.146	-5.30	-0.087	-2.589	-0.023	-1.34	-0.213	-4.237	-0.079	-2.39
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0.178	-3.106	-0.088	-4.56	—	—	—	—	-0.284	-5.585	-0.123	-4.94	-0.113	-3.479	-0.036	-2.16	-0.529	-10.409	-0.133	-4.84	—	—	—	—	-0.273	-4.803	-0.181	-14.79	-0.131	-3.904	-0.148	-6.48	-0.340	-5.733	-0.181	-6.55	-0.156	-5.046	-0.053	-3.05	-0.344	-6.999	-0.134	-4.03
Παράσυρση πεζού	0.158	-2.479	0.075	3.00	—	—	—	—	0.160	3.992	0.053	1.60	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.265	-5.149	-0.063	-2.27	—	—	—	—	-0.108	-1.726	-0.058	-4.73	-0.113	-2.554	-0.052	-2.29	-0.248	-3.556	-0.083	-2.99	-0.255	-5.966	-0.036	-2.06	-0.267	-4.182	-0.049	-1.46
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0.266	-3.811	-0.079	-4.06	—	—	—	—	-0.309	-4.788	-0.070	-2.83	-0.169	-4.605	-0.038	-2.27	-0.578	-9.715	-0.085	-3.09	0.134	4.410	0.069	2.95	-0.134	-2.261	-0.077	-6.30	—	—	—	—	-0.284	-4.938	-0.151	-5.47	—	—	—	—	-0.244	-4.762	-0.081	-2.43
Άλλος τύπος σπυχ.	—	—	—	—	-0.282	-4.217	-0.093	-4.79	—	—	—	—	-0.334	-5.367	-0.084	-3.37	-0.245	-6.178	-0.046	-2.71	-0.588	-10.043	-0.093	-3.36	—	—	—	—	-0.224	-3.514	-0.101	-8.23	-0.141	-3.489	-0.102	-4.50	-0.389	-5.574	-0.118	-4.27	-0.244	-6.789	-0.053	-3.08	-0.417	-7.120	-0.094	-2.82
Κανονική πορεία	-0.069	-2.591	-0.040	-1.60	-0.165	-3.170	-0.104	-5.38	-0.129	-3.469	-0.066	-1.97	-0.236	-5.145	-0.126	-5.08	-0.201	-6.584	-0.080	-4.76	-0.288	-7.582	-0.107	-3.90	-0.149	-4.726	-0.073	-3.11	-0.178	-3.496	-0.121	-9.94	-0.154	-4.542	-0.089	-3.90	-0.197	-3.822	-0.103	-3.74	-0.256	-8.804	-0.097	-5.61	-0.311	-7.157	-0.122	-3.67
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0.110	-2.901	-0.055	-2.21	-0.285	-4.167	-0.100	-5.16	-0.163	-4.219	-0.073	-2.20	-0.350	-6.522	-0.130	-5.24	-0.299	-9.010	-0.098	-5.83	-0.488	-11.115	-0.126	-4.56	—	—	—	—	-0.173	-3.518	-0.125	-10.26	-0.079	-2.432	-0.106	-4.65	-0.188	-3.809	-0.111	-4.02	-0.133	-4.562	-0.056	-3.25	-0.296	-7.169	-0.136	-4.09
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	—	—	—	—	-0.133	-2.631	-0.091	-4.70	-0.086	-2.415	-0.048	-1.45	-0.236	-4.979	-0.117	-4.71	-0.231	-7.341	-0.084	-5.02	-0.371	-9.022	-0.111	-4.05	-0.054	-1.863	-0.033	-1.40	-0.114	-2.416	-0.092	-7.55	-0.104	-3.267	-0.054	-2.35	-0.100	-2.104	-0.063	-2.27	-0.192	-6.775	-0.078	-4.52	-0.241	-6.019	-0.115	-3.47
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	-0.389	-8.263	-0.113	-4.56	-0.368	-4.865	-0.081	-4.18	-0.469	-10.530	-0.119	-3.58	-0.519	-8.135	-0.110	-4.44	-0.666	-20.029	-0.178	-10.59	-0.732	-16.358	-0.161	-5.83	-0.350	-1.863	-0.196	-8.36	-0.320	-5.609	-0.130	-10.63	-0.399	-12.610	-0.179	-7.85	-0.405	-6.465	-0.114	-4.12	-0.447	-17.186	-0.199	-11.45	-0.524	-11.605	-0.168	-5.05
Ανωφέρεια ομαλή	-0.365	-8.961	-0.155	-6.21	-0.377	-6.322	-0.148	-7.61	-0.392	-10.290	-0.154	-4.61	-0.408	-8.374	-0.165	-6.65	-0.542	-17.508	-0.184	-10.97	-0.571	-14.095	-0.164	-5.95	-0.309	-9.241	-0.132	-5.64	-0.334	-6.567	-0.182	-14.86	-0.360	-11.033	-0.161	-7.07	-0.376	-7.272	-0.164	-5.94	-0.408	-14.472	-0.152	-8.75	-0.500	-11.699	-0.181	-5.43
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0.631	-6.750	-0.042	-1.67	-0.705	-3.441	-0.019	-1.00	-0.691	-8.423	-0.047	-1.42	-0.656	-4.597	-0.025	-1.00	-0.902	-17.283	-0.087	-5.17	-1.065	-13.717	-0.068	-2.48	-0.546	-7.908	-0.045	-1.91	-0.573	-2.419	-0.012	-1.00	-0.647	-10.773	-0.070	-3.09	-0.686	-5.221	-0.041	-1.47	-0.723	-14.435	-0.068	-3.94	-0.887	-7.360	-0.033	-1.00
Κατωφέρεια ομαλή	-0.312	-8.072	-0.147	-5.89	-0.387	-6.702	-0.165	-8.50	-0.383	-10.457	-0.165	-4.96	-0.481	-9.563	-0.184	-7.41	-0.525	-16.839	-0.174	-10.35	-0.550	-13.964	-0.168	-6.08	-0.308	-10.056	-0.169	-7.23	-0.241	-4.691	-0.126	-10.33	-0.298	-9.683	-0.147	-6.47	-0.391	-7.754	-0.185	-6.70	-0.377	-13.953	-0.157	-9.08	-0.442	-10.915	-0.179	-5.37
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0.567	-7.880	-0.066	-2.64	-0.613	-4.637	-0.042	-2.17	-0.667	-10.344	-0.077	-2.31	-0.634	-6.748	-0.058	-2.32	-0.879	-17.492	-0.092	-5.50	-0.906	-13.229	-0.074	-2.70	-0.495	-9.203	-0.070	-3.01	-0.431	-2.848	-0.023	-1.88	-0.485	-9.557	-0.071	-3.13	-0.623	-4.142	-0.028	-1.00	-0.671	-15.753	-0.092	-5.32	-0.732	-7.179	-0.038	-1.14
Μέρα	0.159	5.056	0.138	5.55	0.199	4.655	0.199	10.25	0.195	6.378	0.138	4.15	0.141	3.725	0.117	4.69	0.352	13.442	0.179	10.66	0.344	10.550	0.177	6.42	0.213	8.098	0.184	7.88	0.220	5.902	0.317	25.96	0.252	9.670	0.203	8.94	0.254	7.024	0.301	10.89	0.353	15.090	0.220	12.66	0.328	10.607	0.289	8.67
Σούρουπο	-0.159	-3.424	-0.048	-1.92	-0.141	-2.111	-0.043	-2.24	-0.156	-3.558	-0.041	-1.24	-0.206	-3.616	-0.057	-2.30	-0.122	-3.436	-0.027	-1.59	-0.127	-2.863	-0.028	-1.00	-0.111	-2.942	-0.034	-1.44	-0.098	-1.804	-0.047	-3.86	-0.083	-2.176	-0.023	-1.00	—	—	—	—	-0.072	-2.230	-0.017	-1.00	—	—	—	—
Βροχή	-0.337	-9.398	-0.196	-7.86	-0.302	-5.379	-0.137	-7.05	-0.371	-11.097	-0.196	-5.88	-0.374	-8.181	-0.180	-7.25	-0.462	-16.733	-0.201	-11.95	-0.509	-14.283	-0.200	-7.25	-0.279	-10.029	-0.194	-8.28	-0.299	-7.135	-0.265	-21.70	-0.290	-10.628	-0.194	-8.51	-0.337	-8.040	-0.257	-9.29	-0.289	-11.982	-0.158	-9.13	-0.356	-10.579	-0.236	-7.10
Άλλες σπμ. συνθήκες	-0.432	-8.879	-0.115	-4.63	-0.414	-6.139	-0.122	-6.31	-0.481	-10.741	-0.126	-3.77	-0.461	-8.058	-0.126	-5.06	-0.646	-18.369	-0.153	-9.09	-0.672	-15.390	-0.156	-5.68	-0.425	-12.066	-0.158	-6.76	-0.330	-5.687	-0.134	-10.96	-0.422	-11.703	-0.135	-5.92	-0.452	-7.580	-0.144	-5.21	-0.510	-17.130	-0.159	-9.14	-0.487	-9.606	-0.115	-3.46
R ²	0,275				0,299				0,310				0,334				0,382				0,400				0,282				0,348				0,298				0,371				0,317				0,391			

Πίνακας 5.24 Σχετική επιρροή μεταβλητών όλων των προτύπων λογαρίθμου συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανά τύπο περιοχής, σοβαρότητα ατυχήματος και ύπαρξη ή όχι ισόπεδου κόμβου

5.4.20 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

- Οι μεταβλητές με την σημαντικότερη επιρροή στα πρότυπα κατά φθίνουσα σειρά είναι: α) Βροχή, β) Μέρα, γ) Ανωφέρεια ομαλή, δ) Κατωφέρεια ομαλή, ε) Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας. Πιθανή εξήγηση είναι η αυξημένη έκθεση στον κίνδυνο (αυξημένη κυκλοφορία) στις συγκεκριμένες συνθήκες.
- Οι περισσότερες μεταβλητές που υπεισέρχονται στα πρότυπα έχουν αρνητικό πρόσημο. Εξαιρέση αποτελούν η μέρα, η οποία έχει θετικό πρόσημο και η παράσυρση πεζού, η οποία έχει θετικό πρόσημο εντός κατοικημένης περιοχής, το οποίο γίνεται αρνητικό εκτός κατοικημένης περιοχής.
- Η επιρροή της νωτομετωπικής σύγκρουσης σε σχέση με την πλάγια σύγκρουση, είναι αυξημένη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, πιθανώς λόγω της μεγαλύτερης συμφόρησης των οχημάτων σε κόμβο, ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος. Η μεγαλύτερη επιρροή της παραπάνω μεταβλητής παρατηρήθηκε σε ατυχήματα με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου.
- Η επιρροή της ανωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει υπερδιπλάσια επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου, πιθανόν λόγω μικρού αριθμού κόμβων με μεγάλη ανωφερική κλίση. Η μεγαλύτερη επιρροή της παραπάνω μεταβλητής παρατηρήθηκε σε ατυχήματα με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της κατωφέρειας με μεγάλη κλίση σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια, η μεγαλύτερη επιρροή της

οποίας εμφανίζεται σε ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής και εκτός κόμβου.

- Η επιρροή της μέρας σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου σε ατυχήματα με νεκρούς, πιθανώς λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας τη μέρα. Αντίθετα, σε ατυχήματα, εντός κατοικημένης περιοχής, με βαριά τραυματίες και ελαφρά τραυματίες, η επιρροή της μέρας σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου, πιθανώς λόγω υψηλότερων ταχυτήτων εκτός κόμβου συγκριτικά με εντός κόμβου. Η μεγαλύτερη επιρροή της μεταβλητής αυτής συναντάται σε ατυχήματα με νεκρούς, εκτός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου.
- Η επιρροή της βροχής σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες, ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής, πιθανώς λόγω της αυξημένης προσοχής των χρηστών αλλά της απροθυμίας κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό βροχή. Η μεγαλύτερη επιρροή της μεταβλητής αυτής συναντάται σε ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου.
- Τέλος, η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, πιθανώς λόγω μεγαλύτερου αριθμού κυκλοφορούντων πεζών, σε ατυχήματα με βαριά τραυματίες, ενώ σε ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου. Η μεγαλύτερη επιρροή της μεταβλητής αυτής συναντάται σε ατυχήματα με βαριά τραυματίες και εντός κόμβου.

5.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Εκτός από τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που εξήχθησαν από τη βάση δεδομένων του Ε.Μ.Π. Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. πραγματοποιήθηκε και με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης. Υπενθυμίζεται ότι στην παράγραφο 5.1 του παρόντος κεφαλαίου αναφέρθηκε ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστά στατιστικά πρότυπα με τη μέθοδο της γενικής λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης, **τρία για τον προσδιορισμού της επιρροής του ισόπεδου κόμβου κατηγοριοποιημένα ανά τύπο περιοχής με ατυχήματα που είχαν νεκρούς, τρία για ατυχήματα που είχαν βαριά τραυματίες και τρία για ατυχήματα που είχαν ελαφριά τραυματίες κατηγοριοποιημένες αντίστοιχα.** Επίσης, στην παράγραφο 4.3 του προηγούμενου κεφαλαίου που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, παρουσιάστηκε στον πίνακα 4.2 η εισαγωγή στο Microsoft Excel της μορφής του πίνακα ο οποίος εξάγεται από τη βάση δεδομένων του Ε.Μ.Π. Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί ενδεικτική εικόνα της επεξεργασίας που υπέστησαν τα δεδομένα που εξήχθησαν από τη Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. προκειμένου να είναι αποδεκτά στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης **SPSS**, στο οποίο μετέπειτα εισήχθησαν, προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης. Το ειδικό στατιστικό λογισμικό απαιτεί τα **δεδομένα εισαγωγής** να είναι κωδικοποιημένα σε διακριτές ακέραιες τιμές. Έτσι έγινε κωδικοποίηση του πίνακα της βάσης δεδομένων του Ε.Μ.Π. Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. Η κωδικοποίηση αυτή φαίνεται στον παρακάτω πίνακα όπου οι κάτωθι μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές και χρησιμοποιήθηκαν στα τελικά πρότυπα:

Μεταβλητές	Τιμές Μεταβλητών	Κωδικός τιμής μεταβλητής
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας (Central barrier)	Ναι	1
	Όχι	2
Συνθήκες φωτισμού (lighting conditions)	Μέρα	1
	Νύχτα	2
Ατμοσφαιρικές συνθήκες 2	Καλοκαιρία	1

(weather 2)	Βροχή	2
Ισόπεδος Κόμβος (level crossing)	Ναι	1
	Όχι	2
Τύπος ατυχήματος 3 (Acc. type 3)	Μετωπική σύγκρουση	1
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	2
	Πλάγια σύγκρουση	3
	Νωτομετωπική σύγκρουση	4
	Πρόσκρουση σε σταθμ. όχημα/αντικείμενο	5
	Παράσυρση πεζού	6
	Εκτροπή από την οδό	7

Πίνακας 5.25 Κωδικοποίηση μεταβλητών για τη στατιστική τους ανάλυση

Να σημειωθεί, ότι οι μεταβλητές που κωδικοποιήθηκαν στον παραπάνω πίνακα είναι τελικές και προέκυψαν από τη συσχέτιση των αρχικών μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν και από τους στατιστικούς ελέγχους που έγιναν. Περισσότερα θα αναφερθούν στην παράγραφο 5.6.

Μετά την κωδικοποίηση η βάση δεδομένων έχει διαμορφωθεί όπως φαίνεται στην **εικόνα 5.9**:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Lighting conditions	Night lighting	Weather 2	Accident type 3	Vehicle maneuver 2	Central barrier	Level crossing	Ascent	Descent	Slope	Number of vehicles 2	Total accidents	Log(Total accidents)	const	
1	1	99	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	0	1	
2	1	99	1	1	1	2	1	0	0	0	3	1	0	1	
3	1	99	1	1	1	2	2	0	0	0	2	4	0.602059991	1	
4	1	99	1	1	1	2	2	0	0	0	3	2	0.301029996	1	
5	1	99	1	1	2	2	1	0	0	0	2	17	1.230448921	1	
6	1	99	1	1	2	2	1	0	0	0	3	4	0.602059991	1	
7	1	99	1	1	2	2	2	0	0	0	2	136	2.133538908	1	
8	1	99	1	1	2	2	2	0	0	0	3	13	1.113943352	1	
9	1	99	1	1	3	2	1	0	0	0	2	1	0	1	
10	1	99	1	1	3	2	1	0	0	0	3	1	0	1	
11	1	99	1	1	3	2	2	0	0	0	2	7	0.84509804	1	
12	1	99	1	1	5	2	1	0	0	0	3	1	0	1	
13	1	99	1	1	5	2	1	0	0	0	3	4	0.602059991	1	
14	1	99	1	1	5	2	2	0	0	0	2	19	1.278753601	1	
15	1	99	1	1	5	2	2	0	0	0	3	2	0.301029996	1	
16	2	99	1	1	2	2	1	0	0	0	2	1	0	1	
17	2	99	1	1	2	2	2	0	0	0	2	11	1.041392685	1	
18	2	99	1	1	2	2	2	0	0	0	3	4	0.602059991	1	
19	2	99	1	1	5	2	1	0	0	0	2	2	0.301029996	1	
20	2	99	1	1	5	2	2	0	0	0	2	3	0.477121255	1	
21	2	1	1	1	1	2	2	0	0	0	2	2	0.301029996	1	
22	2	1	1	1	2	1	2	0	0	0	2	2	0.301029996	1	
23	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0	3	1	0	1	
24	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0	2	9	0.954242509	1	
25	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0	3	2	0.301029996	1	
26	2	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	46	1.662757832	1	
27	2	1	1	1	2	2	2	0	0	0	3	5	0.698970004	1	
28	2	1	1	1	3	2	2	0	0	0	2	4	0.602059991	1	
29	2	1	1	1	5	2	1	0	0	0	2	8	0.903089987	1	
30	2	1	1	1	5	2	2	0	0	0	2	6	0.77815125	1	
31	2	1	1	1	5	2	2	0	0	0	3	1	0	1	
32	2	2	1	1	1	2	2	0	0	0	2	3	0.477121255	1	

Εικόνα 5.9 Κωδικοποιημένο Αρχείο

Τα δεδομένα στο παραπάνω αρχείο του Excel είναι έτοιμα για να εισαχθούν ως στοιχεία εισόδου στο αρχείο δεδομένων του SPSS. Στη συνέχεια, κάποιες μεταβλητές τροποποιήθηκαν και αυτό βοήθησε προκειμένου να είναι καλύτερα τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης. Αρχικά, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία επιλέχθηκαν δέκα μεταβλητές (είναι ο μέγιστος αριθμός μεταβλητών που μπορούν να εισαχθούν στη λογαριθμογραμμική πλαινδρόμηση) οι οποίες είναι: συνθήκες φωτισμού, νυχτερινός φωτισμός, ατμοσφαιρικές συνθήκες 2, τύπος ατυχήματος 3, ελιγμός οχήματος 2, κεντρικό στηθαίο ασφαλείας, ισόπεδος κόμβος, ανωφέρεια, κατωφέρεια, αριθμός οχημάτων 2. Έπειτα, στη μεταβλητή συνθήκες φωτισμού, η κατηγορία σούρουπο ενσωματώθηκε στην κατηγορία νύχτα καθώς το σούρουπο ήταν η κατηγορία που εμφανίστηκε λίγες φορές στους πίνακες και αποτελεί το προπύργιο της νύχτας. Ακόμα, οι κατηγορίες άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες και άλλος τύπος ατυχήματος εμφανίστηκαν επίσης λίγες φορές στους πίνακες και απαλείφτηκαν. Τέλος, η ανωφέρεια και η κατωφέρεια εμπεριέχουν την κοινή κατηγορία ευθυγραμμία. Επομένως, κρίθηκε σκόπιμο οι δύο παραπάνω μεταβλητές να ενσωματωθούν σε μία: την κατά μήκος κλίση. Από τις εννέα πλέον μεταβλητές μέσω της διαδικασίας της συσχέτισης αλλά και των στατιστικών ελέγχων, θα αποφασιστεί ποιες θα χρησιμοποιηθούν στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

5.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.3.2, 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.

Από τη διαδικασία της συσχέτισης των μεταβλητών, απορρίφθηκαν οι εξής: **Νυχτερινός φωτισμός, Ελιγμός οχήματος, Αριθμός οχημάτων και κατά μήκος κλίση**. Όσον αφορά στις μεταβλητές που παρέμειναν στα τελικά στατιστικά μοντέλα **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01 όπως δείχνει ο παρακάτω πίνακας. Συνεπώς οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα.

Correlations

		Lightingconditions	Weather 2	Accident type3	Central barrier	Level crossing
Lighting conditions	Pearson	1	,091	,082	-,007	,075
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,552	,000
	N	7816	7816	7816	7816	7816
Weather 2	Pearson	,091	1	,021	,019	,047
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)	,000		,063	,101	,000
	N	7816	7816	7816	7816	7816
Accident type 3	Pearson	,082	,021	1	-,035	,237
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)	,000	,063		,002	,000
	N	7816	7816	7816	7816	7816
Central barrier	Pearson	-,007	,019	-,035	1	-,035
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)	,552	,101	,002		,002
	N	7816	7816	7816	7816	7816
Level crossing	Pearson	,075	,047	,237	-,035	1
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,002	
	N	7816	7816	7816	7816	7816

Πίνακας 5.26 Παράδειγμα συσχέτισης μεταβλητών για ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής

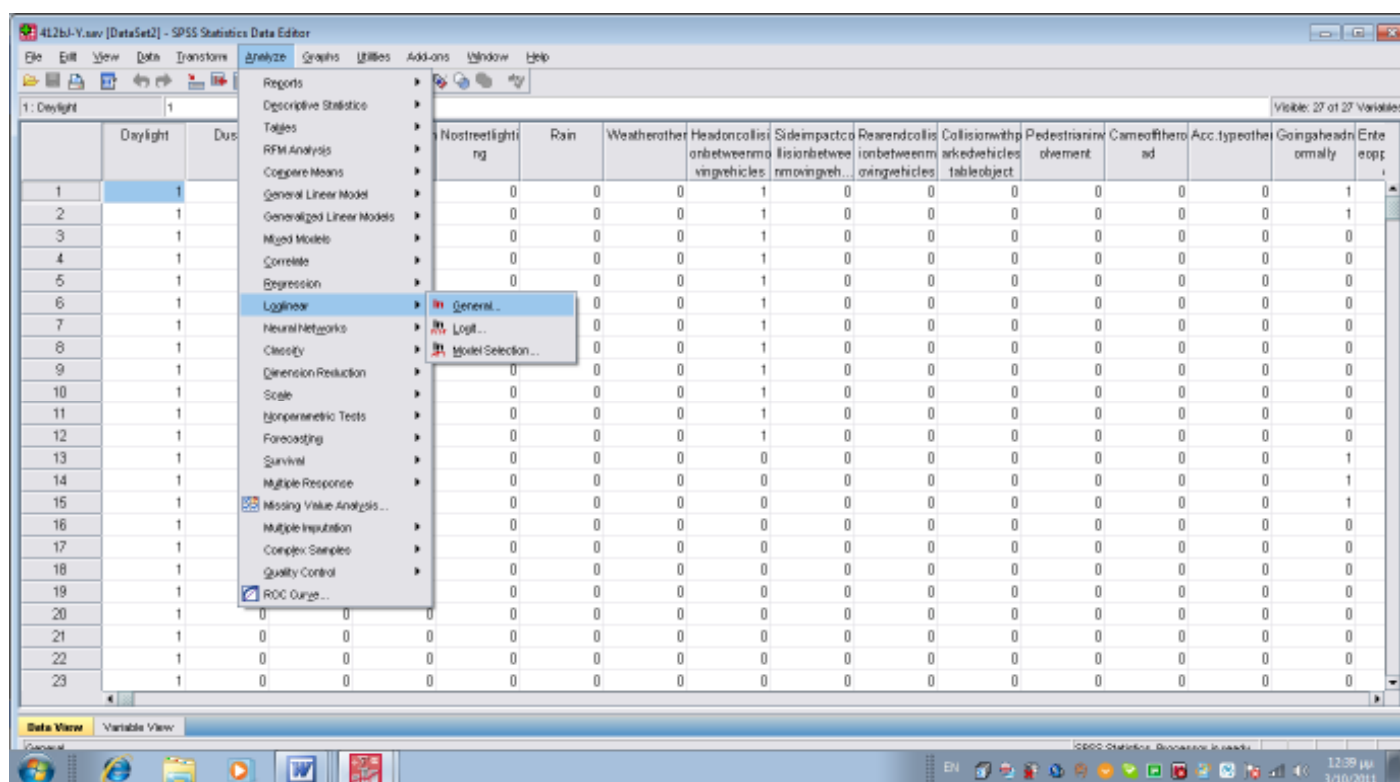
Μετά τη διαμόρφωση του τελικού πίνακα στο λογισμικό Excel, πραγματοποιήθηκε εισαγωγή του στο **πεδίο δεδομένων (Data View)**, του SPSS. Στη συνέχεια καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος και ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής στο **πεδίο των μεταβλητών (Variable View)**. Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε **συνεχή (scale)** και **διακριτή (nominal)**. Σημειώνεται ότι εικόνες που δείχνουν το πεδίο δεδομένων και το πεδίο μεταβλητών στο ειδικό πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 5.2. Συνεπώς δεν θα παρουσιαστούν ξανά.

5.7 ΓΕΝΙΚΗ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

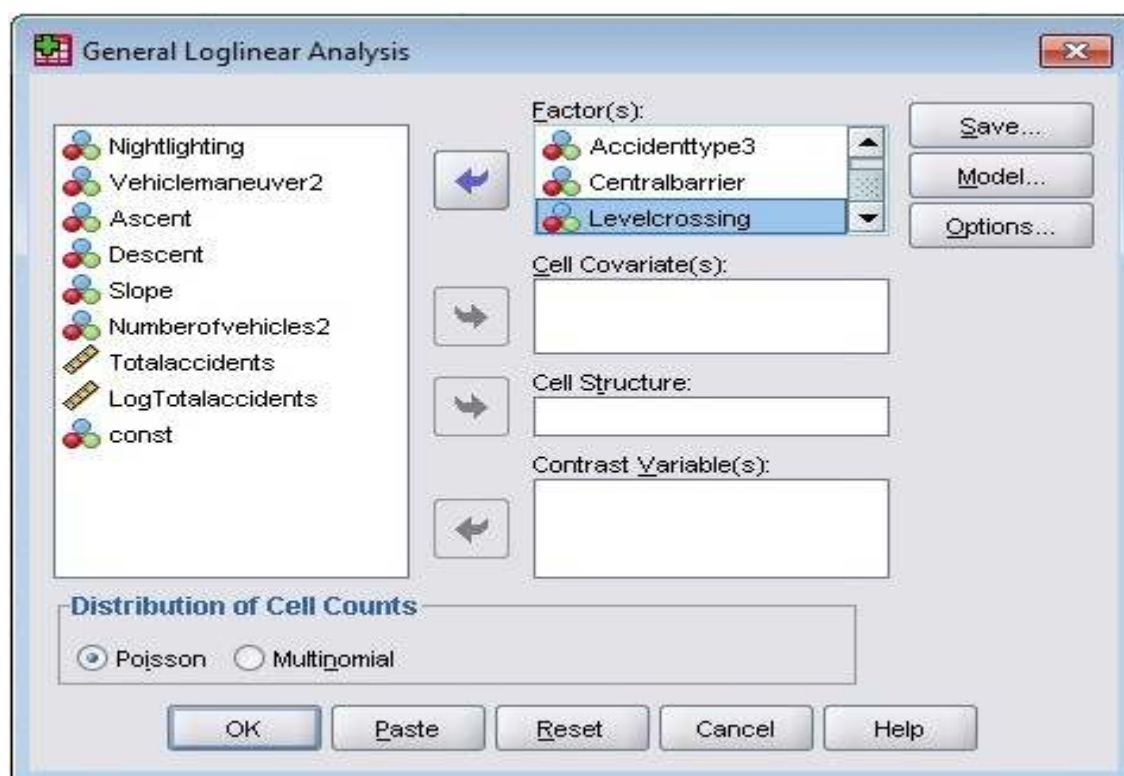
Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 3, τα λογαριθμογραμμικά πρότυπα ακολουθούν την **κατανομή Poisson**. Στην **παρούσα εργασία** ως **εξαρτημένη** μεταβλητή, η οποία μπορεί να λάβει θετικές ακέραιες τιμές, τίθεται ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων (**Total Accidents**).

Τα βήματα που ακολουθούνται για τη στατιστική ανάλυση δίνονται παρακάτω:

1. Ορίζεται η εξαρτημένη μεταβλητή, **Data→ Weight cases→ Weight cases by Total Accidents**
2. Επιλέγεται η Γενική Λογαριθμογραμμική Παλινδρόμηση, με την οποία πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, **Analyze→ Log linear→ General**
3. Εισάγονται οι μεταβλητές που θα εξεταστούν σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων, **Lighting conditions, Weather, Accident type, Central barrier, Level crossing → Factor(s)**
4. Επιλέγεται η κατανομή Poisson, **Distribution of Cell Counts: Poisson**
5. Στην επιλογή **Model** καθορίζεται η εκάστοτε μορφή του προτύπου
6. Στην επιλογή **Options** επιλέγονται τα χαρακτηριστικά των εξαγόμενων στοιχείων
7. Εκτελείται η εντολή ανάλυσης **OK**



Εικόνα 5.10 Ανάλυση με γενική λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση



Εικόνα 5.11 Επιλογή μεταβλητών για ανάλυση

Αρχικά προσδιορίζεται το **απλό πρότυπο (Parsimonious model)** και **συγκρίνεται** με το **άδειο πρότυπο (Empty model)**. Στόχος είναι η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης (null hypothesis) σύμφωνα με την οποία το απλό πρότυπο είναι όμοιο με το άδειο.

Η διαφορά των δύο λόγων πιθανοφάνειας (Likelihood ratio) δίνει το λόγο καλής προσαρμογής με βαθμούς ελευθερίας τη διαφορά των δύο αναπτύξεων. Ο λόγος καλής προσαρμογής με τη σειρά του συγκρίνεται με την κατανομή χ^2 για και τους αντίστοιχους βαθμούς ελευθερίας (d.f). **Αν $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο.**

Μετά τον εντοπισμό του πιο απλού προτύπου (parsimonious model) το οποίο εξασφαλίζει καλή προσαρμογή στον πίνακα δεδομένων, ακολουθεί η **επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων**. Για την ορθότερη ερμηνεία αναπτύσσονται και οι **δευτέρας τάξης αλληλεπιδράσεις (2-Ways Interactions)**.

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι εκτιμήσεις των παραμέτρων **b_i** , **το τυπικό σφάλμα** και η τιμή ελέγχου **Z^*** για κάθε τάξη αλληλεπίδρασης. Οι συνδυασμοί παραμέτρων που κρίθηκαν ότι είναι **στατιστικά σημαντικοί** είναι εκείνοι που έχουν τιμή ελέγχου $Z^* \geq 1,96$ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (ή $\text{Sig}<0.05$). Οι κρίσιμοι συνδυασμοί παραμέτρων είναι εκείνοι που συνεισφέρουν σημαντικά στην επεξήγηση των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του ελέγχου Z^* , τόσο πιο ισχυρή είναι η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών που απαρτίζουν τη συγκεκριμένη αλληλεπίδραση.

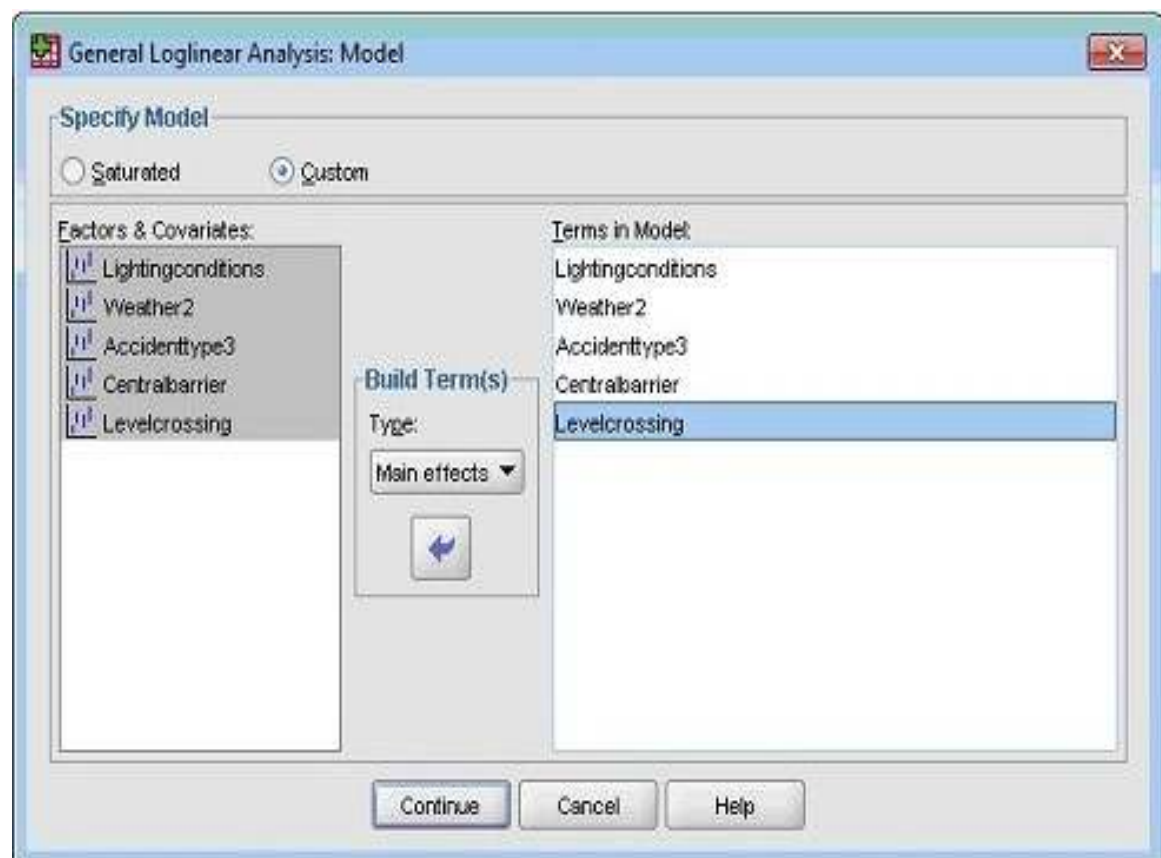
Προκειμένου να εξαχθούν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης και να προκύψει η συσχέτιση των παραμέτρων που επηρεάζουν τη σοβαρότητα οδικών ατυχημάτων, υπολογίστηκαν οι **λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (odds ratios)** με απολογαριθμοποίηση των εκτιμήσεων των παραμέτρων b_i .

5.8 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

5.8.1 1^ο ΠΡΟΤΥΠΟ – ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο 1^ο **Πρότυπο** όπως επίσης και στα υπόλοιπα πρότυπα, μελετάται ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων σε σχέση με τις μεταβλητές Lighting conditions, Weather, Accident type, Central barrier και Level Crossing.

Εάν επιλεγεί το **Custom** στο Specify Model και **Main effects** με όλες τις προαναφερθείσες μεταβλητές προκύπτει το **πιο απλό πρότυπο (Parsimonious Model)**.



Εικόνα 5.12 Απλό πρότυπο

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	1616,896	101	,000
Pearson Chi-Square	1650,727	101	,000

a. Model: Poisson

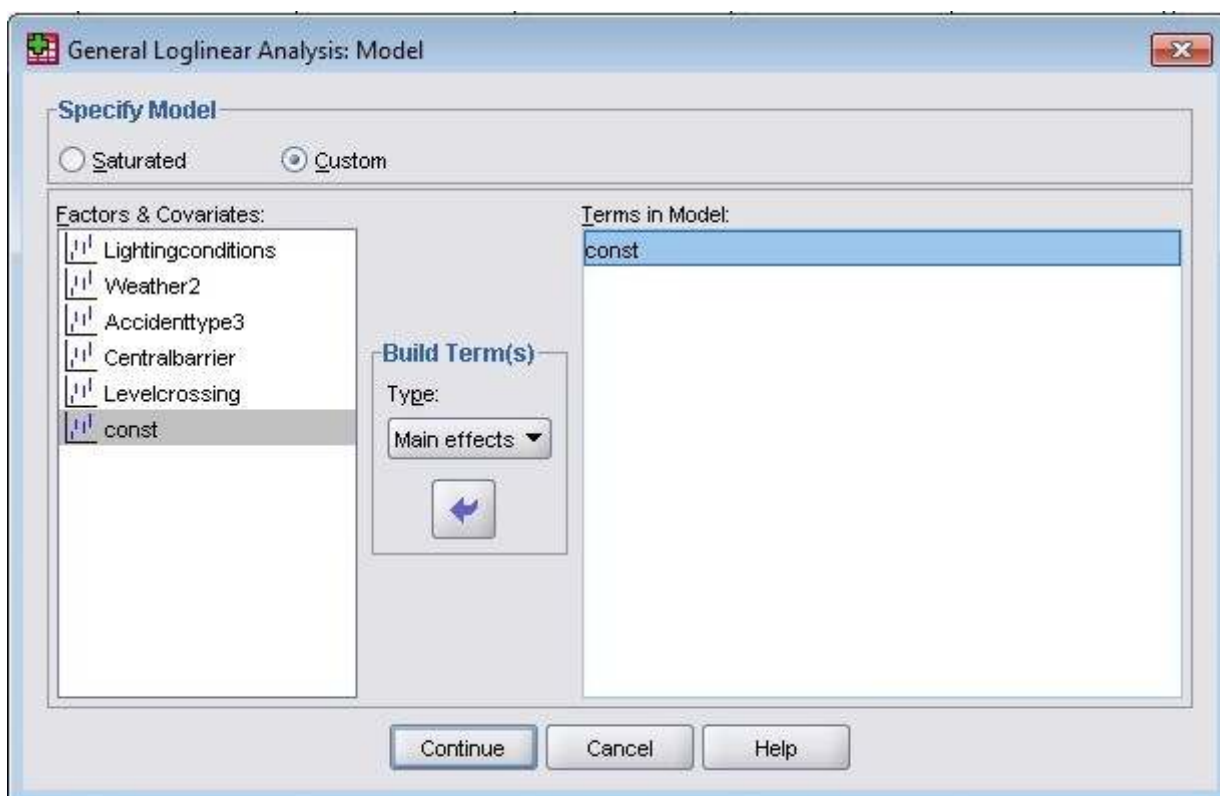
b. Design: Constant + Lighting conditions + Weather 2 + Accident type 3 + Central barrier + Level crossing

Πίνακας 5.27 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το απλό πρότυπο (1^ο)

Η στατιστική ανάλυση δίνει πληροφορίες για τον **λόγο καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test)** [L_1]= 1616,896 με βαθμούς ελευθερίας $df=101$ (Πίνακας 5.27).

Το **άδειο πρότυπο (Empty Model)** περιγράφεται μόνο από έναν σταθερό όρο. Για τον προσδιορισμό του άδειου προτύπου εισάγεται στο SPSS μία μεταβλητή **const** (σταθερός όρος) που λαμβάνει την τιμή 1 και ορίζεται ως διακριτή.

Εισάγονται όλες οι παραπάνω μεταβλητές και η νέα μεταβλητή **const** στο **Factor(s)** αλλά μόνο αυτή εισάγεται στο **Main effects**.

**Εικόνα 5.13** Άδειο πρότυπο

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	21135,383	111	,000
Pearson Chi-Square	36682,907	111	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + const

Πίνακας 5.28 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το άδειο πρότυπο (1^ο)

Ο λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test) δίνει $[L_o] = 21135,383$ με βαθμούς ελευθερίας $df=111$ (Πίνακας 5.28).

Αρα

$$L = [L_o - L_1] = 21135,383 - 1616,896 = 19518,487, \text{ df} = 111 - 101 = 10$$

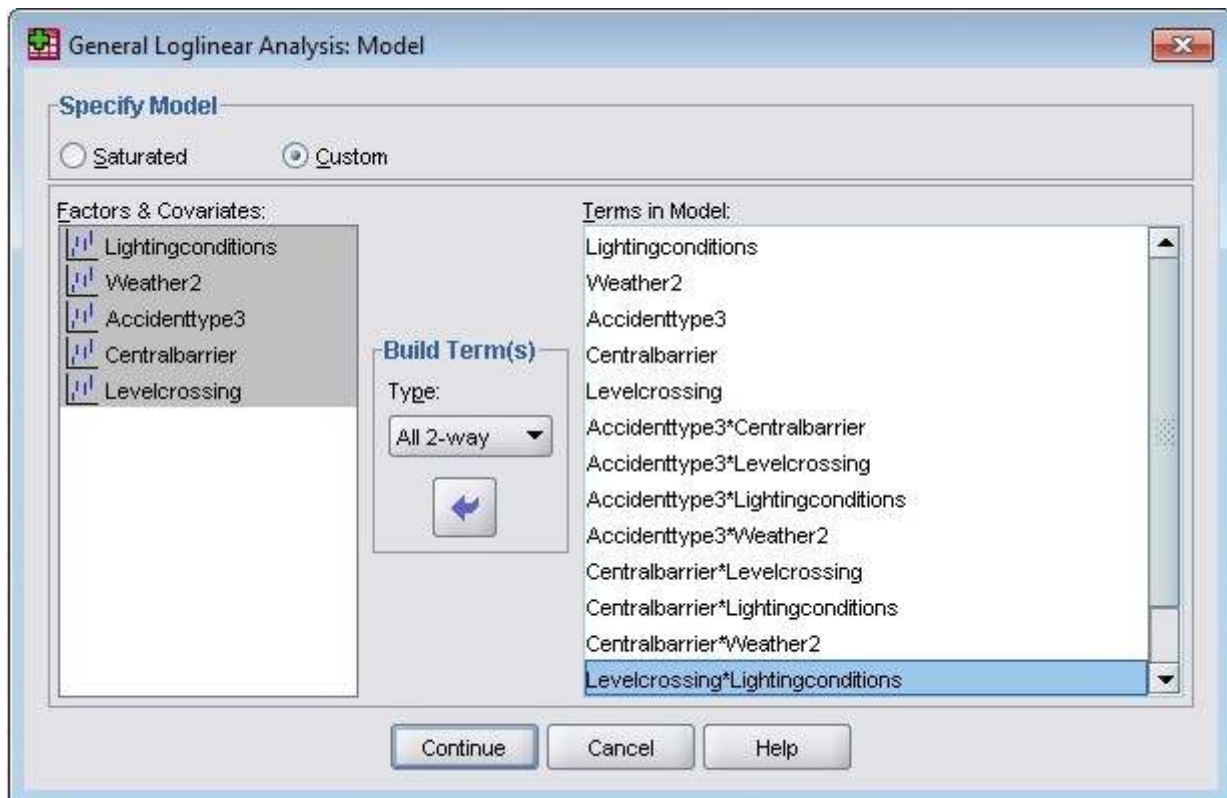
$$\rightarrow L = 19518,487, \text{ df} = 10$$

Από τους Πίνακες Στατιστικής για την κατανομή χ^2 προκύπτει:

$$\chi^2 = 18,31, p = 0,05, \text{ df} = 10$$

Συνεπώς αφού $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο. ✓

Όπως προαναφέρθηκε για την καλύτερη ερμηνεία της επιρροής των διάφορων παραμέτρων, αφενός σε σχέση με τη σοβαρότητα και αφετέρου στη μεταξύ τους σχέση μελετήθηκαν οι **αλληλεπιδράσεις ανά δύο (all 2 way) μεταβλητές**. Επειδή το πρότυπο είναι ιεραρχικό όταν μελετώνται οι ανώτερης τάξης αλληλεπιδράσεις στο λογισμικό εισέρχονται και εκείνες οι κατώτερης τάξης.



Εικόνα 5.14 Αλληλεπιδράσεις ανά δύο

Στους παρακάτω δύο πίνακες εμφανίζονται τα αποτελέσματα των παραμέτρων του τελικού προτύπου και των συνδυασμών τους ανά δύο. Παρουσιάζονται μόνο οι στατιστικά σημαντικοί συνδυασμοί.

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
Constant	3,018	,054	55,443	,000	
[Weather2 = 1]	2,533	,043	58,466	,000	12,59
[Weather2 = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Accidenttype3 = 1]	-,461	,055	-8,435	,000	0,63
[Accidenttype3 = 2]	,666	,042	15,930	,000	1,95
[Accidenttype3 = 3]	-,776	,060	-12,829	,000	0,46
[Accidenttype3 = 4]	-,807	,061	-13,194	,000	0,45
[Accidenttype3 = 5]	,524	,043	12,225	,000	1,69
[Accidenttype3 = 6]	1,045	,039	26,463	,000	2,84
[Accidenttype3 = 7]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Centralbarrier = 1]	-3,461	,066	-52,579	,000	0,03
[Centralbarrier = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Levelcrossing = 1]	-,681	,024	-28,449	,000	0,51
[Levelcrossing = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.29 Αποτελέσματα παραμέτρων τελικού μαθηματικού προτύπου (1^ο)

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
[Accident type 3 = 1] *	-1,637	,533	-3,073	,002	0,19
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 1] *	,496	,148	3,346	,001	1,64
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	2,426	,114	21,311	,000	11,32
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 3] *	1,852	,143	12,925	,000	6,37
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	1,012	,152	6,674	,000	2,75
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 5] *	,395	,123	3,220	,001	1,48
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 6] *	1,130	,111	10,185	,000	3,09
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,630	,111	5,665	,000	1,88
[Accident type 3 = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,673	,089	7,534	,000	1,96
[Accident type 3 = 2]					
[Lighting conditions = 1] *	,892	,126	7,059	,000	2,44
[Accident type 3 = 3]					
[Lighting conditions = 1] *	,450	,124	3,631	,000	1,57
[Accident type 3 = 4]					
[Lighting conditions = 1] *	-,229	,089	-2,568	,010	0,80
[Accident type 3 = 5]					
[Lighting conditions = 1] *	,642	,081	7,896	,000	1,90
[Accident type 3 = 6]					
[Weather 2 = 1] *	-,460	,200	-2,305	,021	0,63
[Accident type 3 = 1]					
[Weather 2 = 1] *	-,368	,154	-2,383	,017	0,69
[Accident type 3 = 6]					
[Central barrier = 1] *	-,439	,163	-2,695	,007	0,64
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,109	,053	2,067	,039	1,11
[Level crossing = 1]					
[Weather 2 = 1] *	,322	,106	3,053	,002	1,38
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,711	,093	7,667	,000	2,04
[Weather 2 = 1]					

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.30 Αποτελέσματα για στατιστικά σημαντικούς συνδυασμούς παραμέτρων ανά δύο 1^{ου} μαθηματικού προτύπου

5.8.2 2^ο ΠΡΟΤΥΠΟ – ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο 2^ο Πρότυπο η διαδικασία για τη χρήση του λογισμικού είναι ίδια, το μόνο που διαφέρει είναι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται.

Το πιο απλό πρότυπο (**Parsimonious Model**) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	3807,765	101	,000
Pearson Chi-Square	3825,623	101	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + Lighting conditions + Weather 2 + Accident type 3 + Central barrier + Level crossing

Πίνακας 5.31 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το απλό πρότυπο (2^ο)

Προκύπτει λόγος καλής προσαρμογής G^2 (**Likelihood Ratio chi-square test**), $[L_1] = 3807,765$ με βαθμούς ελευθερίας $df = 101$ (**Πίνακας 5.31**).

Το άδειο πρότυπο (**Empty Model**) παρουσιάζεται στον πίνακα 5.32 που ακολουθεί.

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	43900,906	111	,000
Pearson Chi-Square	81711,799	111	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + const

Πίνακας 5.32 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το άδειο πρότυπο (2^ο)

Ο λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test) δίνει $[L_0] = 43900,906$ με βαθμούς ελευθερίας $df=111$ (Πίνακας 5.10).

Αρα

$$L = [L_0 - L_1] = 43900,906 - 3807,765 = 40093,141, \quad df=10$$

$$\rightarrow L = 40093,141, \quad df=10$$

Από τους Πίνακες Στατιστικής για την κατανομή χ^2 προκύπτει:

$$\chi^2 = 18,31, \quad p=0,05, \quad df=10$$

Συνεπώς αφού $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο. $\checkmark$

Έπειτα μελετήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις ανά δύο (all 2 way) μεταβλητές.

Parameter Estimates ^{b,c}					
Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
Constant	3,077	,043	72,148	,000	
[Lightingconditions = 1]	,123	,016	7,675	,000	1,13
[Lightingconditions = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Weather2 = 1]	2,706	,033	81,875	,000	14,96
[Weather2 = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Accidenttype3 = 1]	-,133	,040	-3,359	,001	0,88
[Accidenttype3 = 2]	1,327	,030	43,571	,000	3,77
[Accidenttype3 = 3]	-,276	,041	-6,696	,000	0,76
[Accidenttype3 = 4]	-,506	,044	-11,469	,000	0,60
[Accidenttype3 = 5]	,418	,035	11,976	,000	1,52
[Accidenttype3 = 6]	1,068	,031	34,012	,000	2,91
[Accidenttype3 = 7]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Centralbarrier = 1]	-3,966	,059	-66,909	,000	0,02
[Centralbarrier = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Levelcrossing = 1]	-,205	,016	-12,734	,000	0,81
[Levelcrossing = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.33 Αποτελέσματα παραμέτρων τελικού μαθηματικού προτύπου (2^ο)

Parameter Estimates ^{b,c}					
Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
[Accident type 3 = 1] *	-1,606	,413	-3,893	,000	0,20
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	-,958	,227	-4,216	,000	0,38
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	,543	,231	2,348	,019	1,72
[Central barrier = 1]					

[Accident type 3 = 1] *	1,017	,100	10,202	,000	2,77
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	2,758	,084	32,913	,000	15,78
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 3] *	2,110	,100	21,078	,000	8,25
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	1,167	,107	10,912	,000	3,21
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 5] *	,539	,094	5,743	,000	1,71
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 6] *	1,181	,085	13,952	,000	3,26
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,576	,081	7,146	,000	1,78
[Accident type 3 = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,606	,065	9,262	,000	1,83
[Accident type 3 = 2]					
[Lighting conditions = 1] *	,700	,085	8,195	,000	2,01
[Accident type 3 = 3]					
[Lighting conditions = 1] *	,396	,089	4,424	,000	1,49
[Accident type 3 = 4]					
[Lighting conditions = 1] *	-,291	,072	-4,041	,000	0,75
[Accident type 3 = 5]					
[Lighting conditions = 1] *	,735	,064	11,406	,000	2,08
[Accident type 3 = 6]					
[Weather 2 = 1] *	,396	,128	3,104	,002	1,49
[Accident type 3 = 2]					
[Weather 2 = 1] *	,535	,189	2,838	,005	1,71
[Accident type 3 = 3]					
[Central barrier = 1] *	-,289	,137	-2,108	,035	0,75
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	-,090	,036	-2,475	,013	0,91
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,681	,069	9,798	,000	1,98
[Weather 2 = 1]					

α. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.34 Αποτελέσματα για στατιστικά σημαντικούς συνδυασμούς παραμέτρων ανά δύο 2^{ou} μαθηματικού προτύπου

5.8.3 3^ο ΠΡΟΤΥΠΟ – ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο 3^ο Πρότυπο η διαδικασία για τη χρήση του λογισμικού είναι ίδια, το μόνο που διαφέρει είναι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται.

Το πιο απλό πρότυπο (**Parsimonious Model**) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	216536,947	101	,000
Pearson Chi-Square	291488,974	101	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + Lighting conditions + Weather 2 + Accident type 3 + Central barrier + Level crossing

Πίνακας 5.35 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το απλό πρότυπο (3^ο)

Προκύπτει λόγος καλής προσαρμογής G^2 (**Likelihood Ratio chi-square test**), $[L_1] = 216536,947$ με βαθμούς ελευθερίας $df = 101$ (**Πίνακας 5.35**).

Το άδειο πρότυπο (**Empty Model**) παρουσιάζεται στον πίνακα 5.36 που ακολουθεί.

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	448055,560	111	,000
Pearson Chi-Square	1304884,308	111	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + const

Πίνακας 5.36 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το άδειο πρότυπο (3^ο)

Ο λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test) δίνει $[L_o] = 448055,560$ με βαθμούς ελευθερίας $df = 111$ (Πίνακας 5.36).

Αρα

$$L = [L_o - L_1] = 448055,560 - 216536,947 = 231518,613, df = 111 - 101 = 10$$

$$\rightarrow L = 231518,613, df = 10$$

Από τους Πίνακες Στατιστικής για την κατανομή χ^2 προκύπτει:

$$\chi^2 = 18,31, p = 0,05, df = 10$$

Συνεπώς αφού $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο. ✓

Έπειτα μελετήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις ανά δύο (all 2 way) μεταβλητές.

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
Constant	6,246	,016	395,515	,000	
[Lightingconditions = 1]	-,706	,006	-113,804	,000	0,49
[Lightingconditions = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Weather2 = 1]	,450	,006	75,214	,000	1,57
[Weather2 = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Accidenttype3 = 1]	-,089	,022	-4,146	,000	0,91
[Accidenttype3 = 2]	2,268	,016	145,244	,000	9,66
[Accidenttype3 = 3]	1,370	,017	82,303	,000	3,94
[Accidenttype3 = 4]	,948	,018	54,103	,000	2,58
[Accidenttype3 = 5]	,649	,018	35,397	,000	1,91
[Accidenttype3 = 6]	1,784	,016	111,056	,000	5,96
[Accidenttype3 = 7]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Centralbarrier = 1]	-4,054	,022	-180,184	,000	0,02
[Centralbarrier = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Levelcrossing = 1]	,221	,006	37,672	,000	1,25
[Levelcrossing = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.37 Αποτελέσματα παραμέτρων τελικού μαθηματικού προτύπου (3^ο)

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
[Accidenttype3 = 1] *	-1,651	,205	-8,061	,000	0,19
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 4] *	-1,137	,118	-9,636	,000	0,32
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 5] *	,229	,117	1,961	,050	1,26
[Centralbarrier = 1]					

[Accident type 3 = 6] *	-1,460	,110	-13,251	,000	0,23
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 1] *	2,735	,053	51,378	,000	15,41
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	2,934	,042	69,945	,000	18,80
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 3] *	2,842	,044	64,150	,000	17,15
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	1,591	,045	34,988	,000	4,91
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 5] *	,615	,047	13,104	,000	1,85
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 6] *	1,973	,044	44,877	,000	7,19
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	1,529	,051	30,122	,000	4,61
[Accident type 3 = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	-,791	,043	-18,404	,000	0,45
[Accident type 3 = 2]					
[Lighting conditions = 1] *	1,895	,043	44,020	,000	6,65
[Accident type 3 = 4]					
[Lighting conditions = 1] *	-1,165	,057	-20,536	,000	0,31
[Accident type 3 = 5]					
[Lighting conditions = 1] *	2,581	,042	61,861	,000	13,21
[Accident type 3 = 6]					
[Weather 2 = 1] *	-2,229	,054	-41,549	,000	0,11
[Accident type 3 = 1]					
[Weather 2 = 1] *	-1,181	,044	-26,936	,000	0,31
[Accident type 3 = 2]					
[Weather 2 = 1] *	-2,875	,045	-63,412	,000	0,06
[Accident type 3 = 3]					
[Weather 2 = 1] *	-1,231	,047	-26,455	,000	0,29
[Accident type 3 = 4]					
[Weather 2 = 1] *	-,296	,050	-5,877	,000	0,74
[Accident type 3 = 5]					
[Weather 2 = 1] *	-2,186	,045	-49,061	,000	0,11
[Accident type 3 = 6]					
[Central barrier = 1] *	-,289	,051	-5,606	,000	0,75
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	1,940	,054	35,841	,000	6,96
[Central barrier = 1]					
[Weather 2 = 1] *	,680	,056	12,148	,000	1,97
[Central barrier = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	-,467	,017	-27,092	,000	0,63
[Level crossing = 1]					
[Weather 2 = 1] *	1,221	,015	83,397	,000	3,39
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	-,525	,018	-29,977	,000	0,59
[Weather 2 = 1]					

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.38 Αποτελέσματα για στατιστικά σημαντικούς συνδυασμούς παραμέτρων ανά δύο 3^{ου} μαθηματικού προτύπου

5.8.4 4^ο ΠΡΟΤΥΠΟ –ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΝΕΚΡΟΥΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο 4^ο Πρότυπο η διαδικασία για τη χρήση του λογισμικού είναι ίδια, το μόνο που διαφέρει είναι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται.

Το πιο απλό πρότυπο (**Parsimonious Model**) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	1860,377	101	,000
Pearson Chi-Square	2089,053	101	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + Lighting conditions + Weather 2 + Accident type 3 + Central barrier + Level crossing

Πίνακας 5.39 Έλεγχος καλής προσαρμογής για το απλό πρότυπο (4^ο)

Προκύπτει λόγος καλής προσαρμογής G^2 (**Likelihood Ratio chi-square test**), $[L_1]= 1860,377$ με βαθμούς ελευθερίας $df= 101$ (**Πίνακας 5.39**).

Το άδειο πρότυπο (**Empty Model**) παρουσιάζεται στον πίνακα 5.40 που ακολουθεί

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	25150,409	111	,000
Pearson Chi-Square	43702,112	111	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + const

Πίνακας 5.40 Έλεγχος καλής προσαρμογής για το άδειο πρότυπο (4^ο)

Ο λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test) δίνει $[L_o] = 25150,409$ με βαθμούς ελευθερίας $df = 111$ (Πίνακας 5.40).

Αρα

$$L = [L_o - L_1] = 25150,409 - 1860,377 = 23290,032, df = 111 - 101 = 10$$

$$\rightarrow L = 23290,032, df = 10$$

Από τους Πίνακες Στατιστικής για την κατανομή χ^2 προκύπτει:

$$\chi^2 = 18,31, p = 0,05, df = 10$$

Συνεπώς αφού $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο. ✓

Έπειτα μελετήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις ανά δύο (all 2 way) μεταβλητές.

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
Constant	4,885	,034	144,143	,000	
[Lighting conditions = 1]	,148	,020	7,359	,000	1,16
[Lighting conditions = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Weather 2 = 1]	1,794	,029	62,436	,000	6,01
[Weather 2 = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Accident type 3 = 1]	-,478	,032	-14,774	,000	0,62
[Accident type 3 = 2]	-,127	,029	-4,334	,000	0,88
[Accident type 3 = 3]	-2,292	,066	-34,698	,000	0,10
[Accident type 3 = 4]	-1,227	,042	-29,180	,000	0,29
[Accident type 3 = 5]	-,516	,033	-15,750	,000	0,60
[Accident type 3 = 6]	-,735	,035	-20,896	,000	0,48
[Accident type 3 = 7]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Central barrier = 1]	-2,669	,041	-65,448	,000	0,07
[Central barrier = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Level crossing = 1]	-1,812	,029	-62,650	,000	0,16
[Level crossing = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.41 Αποτελέσματα παραμέτρων τελικού μαθηματικού προτύπου (4^ο)

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
[Accident type 3 = 1] *	-1,979	,256	-7,739	,000	0,14
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	-,904	,154	-5,884	,000	0,40
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 3] *	,962	,189	5,100	,000	2,62
[Central barrier = 1]					

[Accident type 3 = 4] *	,904	,127	7,118	,000	2,47
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 1] *	,440	,133	3,311	,001	1,55
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	2,160	,103	20,911	,000	8,67
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 3] *	1,681	,178	9,421	,000	5,37
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	1,218	,140	8,727	,000	3,38
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 5] *	,497	,133	3,736	,000	1,64
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 6] *	1,108	,124	8,910	,000	3,03
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,425	,066	6,430	,000	1,53
[Accident type 3 = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,675	,063	10,715	,000	1,96
[Accident type 3 = 2]					
[Lighting conditions = 1] *	,402	,136	2,955	,003	1,49
[Accident type 3 = 3]					
[Lighting conditions = 1] *	-,280	,066	-4,248	,000	0,76
[Accident type 3 = 5]					
[Lighting conditions = 1] *	-,457	,072	-6,370	,000	0,63
[Accident type 3 = 6]					
[Weather 2 = 1] *	-,458	,087	-5,243	,000	0,63
[Accident type 3 = 1]					
[Weather 2 = 1] *	-,465	,084	-5,501	,000	0,63
[Accident type 3 = 2]					
[Weather 2 = 1] *	,669	,259	2,582	,010	1,95
[Accident type 3 = 3]					
[Weather 2 = 1] *	,283	,137	2,062	,039	1,33
[Accident type 3 = 4]					
[Weather 2 = 1] *	,391	,117	3,353	,001	1,48
[Accident type 3 = 6]					
[Central barrier = 1] *	-,681	,161	-4,227	,000	0,51
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,167	,063	2,640	,008	1,18
[Level crossing = 1]					
[Weather 2 = 1] *	,830	,106	7,801	,000	2,29
[Level crossing = 1]					

α. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.42 Αποτελέσματα για στατιστικά σημαντικούς συνδυασμούς παραμέτρων ανά δύο 4^{ου} μαθηματικού προτύπου

5.8.5 5^ο ΠΡΟΤΥΠΟ – ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο 5^ο Πρότυπο η διαδικασία για τη χρήση του λογισμικού είναι ίδια, το μόνο που διαφέρει είναι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται.

Το πιο απλό πρότυπο (**Parsimonious Model**) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	1948,334	101	,000
Pearson Chi-Square	2134,152	101	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + Lighting conditions + Weather 2 + Accident type 3 + Central barrier + Level crossing

Πίνακας 5.43 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το απλό πρότυπο (5^ο)

Προκύπτει λόγος καλής προσαρμογής G^2 (**Likelihood Ratio chi-square test**), $[L_1] = 1948,334$ με βαθμούς ελευθερίας $df = 101$ (**Πίνακας 5.39**).

Το άδειο πρότυπο (**Empty Model**) παρουσιάζεται στον πίνακα 5.40 που ακολουθεί

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	27909,827	111	,000
Pearson Chi-Square	49704,122	111	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + const

Πίνακας 5.44 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το άδειο πρότυπο (5^ο)

Ο λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test) δίνει
 $[L_0] = 27909,827$ με βαθμούς ελευθερίας $df = 111$ (Πίνακας 5.44).

Αρα

$$L = [L_0 - L_1] = 27909,827 - 1948,334 = 25961,493, df = 111 - 101 = 10$$

$$\rightarrow L = 25961,493, df = 10$$

Από τους Πίνακες Στατιστικής για την κατανομή χ^2 προκύπτει:

$$\chi^2 = 18,31, p = 0,05, df = 10$$

Συνεπώς αφού $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο. ✓

Έπειτα μελετήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις ανά δύο (all 2 way) μεταβλητές.

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
Constant	4,748	,034	140,159	,000	
[Lighting conditions = 1]	,306	,019	15,724	,000	1,36
[Lighting conditions = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Weather 2 = 1]	1,925	,029	66,700	,000	6,85
[Weather 2 = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Accident type3 = 1]	-,666	,033	-20,415	,000	0,51
[Accident type 3 = 3]	-1,947	,054	-36,199	,000	0,14
[Accident type 3 = 4]	-1,136	,039	-29,462	,000	0,32
[Accident type 3 = 5]	-,657	,033	-20,196	,000	0,52
[Accident type 3 = 6]	-1,024	,037	-27,697	,000	0,36
[Accident type 3 = 7]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Central barrier = 1]	-3,067	,047	-65,742	,000	0,05
[Central barrier = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Level crossing = 1]	-1,435	,024	-58,787	,000	0,24
[Level crossing = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.45 Αποτελέσματα παραμέτρων τελικού μαθηματικού προτύπου (5^ο)

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
[Accident type 3 = 1] *	-1,954	,330	-5,918	,000	0,14
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	-,680	,160	-4,238	,000	0,51
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	1,050	,138	7,605	,000	2,86
[Central barrier = 1]					

[Accident type 3 = 5] *	,499	,136	3,667	,000	1,65
[Central barrier = 1]					
[Accident type 3 = 1] *	,725	,112	6,487	,000	2,06
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 2] *	2,214	,086	25,655	,000	9,15
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 3] *	1,704	,136	12,497	,000	5,49
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 4] *	1,190	,117	10,202	,000	3,29
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 5] *	,578	,115	5,044	,000	1,78
[Level crossing = 1]					
[Accident type 3 = 6] *	,925	,117	7,877	,000	2,52
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,425	,067	6,307	,000	1,53
[Accident type 3 = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,580	,058	10,046	,000	1,79
[Accident type 3 = 2]					
[Lighting conditions = 1] *	,308	,111	2,778	,005	1,36
[Accident type 3 = 3]					
[Lighting conditions = 1] *	-,370	,066	-5,645	,000	0,69
[Accident type 3 = 5]					
[Lighting conditions = 1] *	-,165	,074	-2,228	,026	0,85
[Accident type 3 = 6]					
[Weather 2 = 1] *	-,554	,089	-6,258	,000	0,57
[Accident type 3 = 1]					
[Weather 2 = 1] *	,418	,197	2,125	,034	1,52
[Accident type 3 = 3]					
[Weather 2 = 1] *	,338	,125	2,697	,007	1,40
[Accident type 3 = 6]					
[Central barrier = 1] *	-,587	,158	-3,729	,000	0,56
[Level crossing = 1]					
[Lighting conditions = 1] *	,264	,097	2,714	,007	1,30
[Central barrier = 1]					
[Weather 2 = 1] *	,674	,091	7,363	,000	1,96
[Level crossing = 1]					

α. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.46 Αποτελέσματα για στατιστικά σημαντικούς συνδυασμούς παραμέτρων ανά δύο 5^{ου} μαθηματικού προτύπου

5.8.6 6^ο ΠΡΟΤΥΠΟ – ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο 6^ο Πρότυπο η διαδικασία για τη χρήση του λογισμικού είναι ίδια, το μόνο που διαφέρει είναι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται.

Το πιο απλό πρότυπο (**Parsimonious Model**) παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	7347,084	101	,000
Pearson Chi-Square	8005,324	101	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + Lighting conditions + Weather 2 + Accident type 3 + Central barrier + Level crossing

Πίνακας 5.47 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το απλό πρότυπο (6^ο)

Προκύπτει **λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test)**, $[L_1]= 7347,084$ με βαθμούς ελευθερίας $df= 101$ (**Πίνακας 5.39**).

Το **άδειο πρότυπο (Empty Model)** παρατίθεται στον πίνακα 5.48 που ακολουθεί

Goodness-of-Fit Tests^{a,b}

	Value	df	Sig.
Likelihood Ratio	88333,837	111	,000
Pearson Chi-Square	155658,862	111	,000

a. Model: Poisson

b. Design: Constant + const

Πίνακας 5.48 Έλεγχοι καλής προσαρμογής για το άδειο πρότυπο (6^ο)

Ο **λόγος καλής προσαρμογής G^2 (Likelihood Ratio chi-square test)** δίνει $[L_0]= 88333,837$ με βαθμούς ελευθερίας $df= 111$ (**Πίνακας 5.48**).

Αρα

$$L=[L_0-L_1]= 88333,837 - 7347,084 = 80986,753, df= 111-101= 10$$

$$\rightarrow L= 80986,753, df=10$$

Από τους Πίνακες Στατιστικής για την **κατανομή χ^2** προκύπτει:

$$\chi^2=18,31, p=0,05, df=10$$

Συνεπώς αφού $L > \chi^2$ τότε το απλό πρότυπο είναι σημαντικά βελτιωμένο σε σχέση με το άδειο πρότυπο. ✓

Έπειτα μελετήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις ανά δύο (all 2 way) μεταβλητές.

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
Constant	5,758	,018	311,919	,000	
[Lighting conditions = 1]	,553	,011	50,738	,000	1,74
[Lighting conditions = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Weather 2 = 1]	1,762	,015	118,791	,000	5,82
[Weather 2 = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Accident type 3 = 1]	-,708	,019	-36,653	,000	0,49
[Accident type 3 = 2]	,359	,014	24,841	,000	1,43
[Accident type 3 = 3]	-1,271	,024	-53,632	,000	0,28
[Accident type 3 = 4]	-,530	,018	-29,089	,000	0,59
[Accident type 3 = 5]	-,840	,020	-41,597	,000	0,43
[Accident type 3 = 6]	-1,406	,025	-56,241	,000	0,25
[Accident type 3 = 7]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Central barrier = 1]	-2,729	,022	-124,898	,000	0,07
[Central barrier = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00
[Level crossing = 1]	-1,240	,013	-98,650	,000	0,29
[Level crossing = 2]	0 ^a	.	.	.	1,00

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.49 Αποτελέσματα παραμέτρων τελικού μαθηματικού προτύπου (6^ο)

Parameter Estimates^{b,c}

Parameter	Estimate	Std. Error	Z	Sig.	Odds Ratios
[Accidenttype3 = 1] *	-1,576	,172	-9,181	,000	0,21
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 2] *	-,278	,078	-3,552	,000	0,76
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 3] *	1,210	,083	14,538	,000	3,35
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 4] *	1,471	,066	22,206	,000	4,35
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 5] *	,829	,078	10,645	,000	2,29
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 6] *	-,293	,136	-2,150	,032	0,75
[Centralbarrier = 1]					
[Accidenttype3 = 1] *	,844	,063	13,302	,000	2,33
[Levelcrossing = 1]					
[Accidenttype3 = 2] *	2,225	,048	46,051	,000	9,26
[Levelcrossing = 1]					
[Accidenttype3 = 3] *	1,615	,065	24,683	,000	5,03
[Levelcrossing = 1]					

[Accidenttype3 = 4] *	1,295	,058	22,514	,000	3,65
[Levelcrossing = 1]					
[Accidenttype3 = 5] *	,623	,069	9,029	,000	1,86
[Levelcrossing = 1]					
[Accidenttype3 = 6] *	1,081	,073	14,822	,000	2,95
[Levelcrossing = 1]					
[Lightingconditions = 1] *	,637	,041	15,466	,000	1,89
[Accidenttype3 = 1]					
[Lightingconditions = 1] *	,683	,032	21,558	,000	1,98
[Accidenttype3 = 2]					
[Lightingconditions = 1] *	,657	,052	12,736	,000	1,93
[Accidenttype3 = 3]					
[Lightingconditions = 1] *	,227	,038	6,008	,000	1,25
[Accidenttype3 = 4]					
[Lightingconditions = 1] *	-,161	,041	-3,959	,000	0,85
[Accidenttype3 = 5]					
[Lightingconditions = 1] *	,191	,051	3,743	,000	1,21
[Accidenttype3 = 6]					
[Weather2 = 1] *	-,531	,049	-10,784	,000	0,59
[Accidenttype3 = 1]					
[Weather2 = 1] *	-,196	,042	-4,652	,000	0,82
[Accidenttype3 = 2]					
[Weather2 = 1] *	,479	,081	5,947	,000	1,61
[Accidenttype3 = 3]					
[Weather2 = 1] *	,255	,056	4,530	,000	1,29
[Accidenttype3 = 4]					
[Weather2 = 1] *	,628	,087	7,185	,000	1,87
[Accidenttype3 = 6]					
[Centralbarrier = 1] *	-,837	,071	-11,723	,000	0,43
[Levelcrossing = 1]					
[Weather2 = 1] *	,196	,070	2,802	,005	1,22
[Centralbarrier = 1]					
[Lightingconditions = 1] *	,074	,029	2,591	,010	1,08
[Levelcrossing = 1]					
[Weather2 = 1] *	,713	,044	16,302	,000	2,04
[Levelcrossing = 1]					

α. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

Πίνακας 5.50 Αποτελέσματα για στατιστικά σημαντικούς συνδυασμούς παραμέτρων ανά δύο 6^{ου} μαθηματικού προτύπου

5.9 ΤΑ ΕΞΙ ΤΕΛΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Εξαρτημένη μεταβλητή: Συνολικός αριθμός ατυχημάτων		Συντελεστές βί των μεταβλητών για τα 6 πρότυπα					
Πρότυπα		Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής
Ανεξάρτητη μεταβλητή		1ο Πρότυπο	2ο Πρότυπο	3ο Πρότυπο	4ο Πρότυπο	5ο Πρότυπο	6ο Πρότυπο
Σταθερός όρος		3,018	3,077	6,246	4,885	4,748	5,758
Συνθήκες φωτισμού	Μέρα	–	,123	–,706	,148	,306	,553
	Νύχτα	–	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Ατμοσφαιρικές συνθήκες	Καλοκαιρία	2,533	2,706	,450	1,794	1,925	1,762
	Βροχή	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Τύπος ατυχήματος	Μετωπική σύγκρουση	–,461	–,133	–,089	–,478	–,666	–,708
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	,666	1,327	2,268	–,127	–	,359
	Πλάγια σύγκρουση	–,776	–,276	1,370	–2,292	–1,947	–1,271
	Νωτομετωπική σύγκρουση	–,807	–,506	,948	–1,227	–1,136	–,530
	Πρόσκρουση σε σταθ.όχημα/αντικειμ.	,524	,418	,649	–,516	–,657	–,840
	Παράσυρση πεζού	1,045	1,068	1,784	–,735	–1,024	–1,406
	Εκτροπή από την οδό	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	Ναι	–3,461	–3,966	–4,054	–2,669	–3,067	–2,729
	Όχι	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Ισόπεδος κόμβος	Ναι	–,681	–,205	,221	–1,812	–1,435	–1,240
	Όχι	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a

a. Η παράμετρος αυτή ισούται με 0 καθώς αποτελεί παράμετρο βάσης

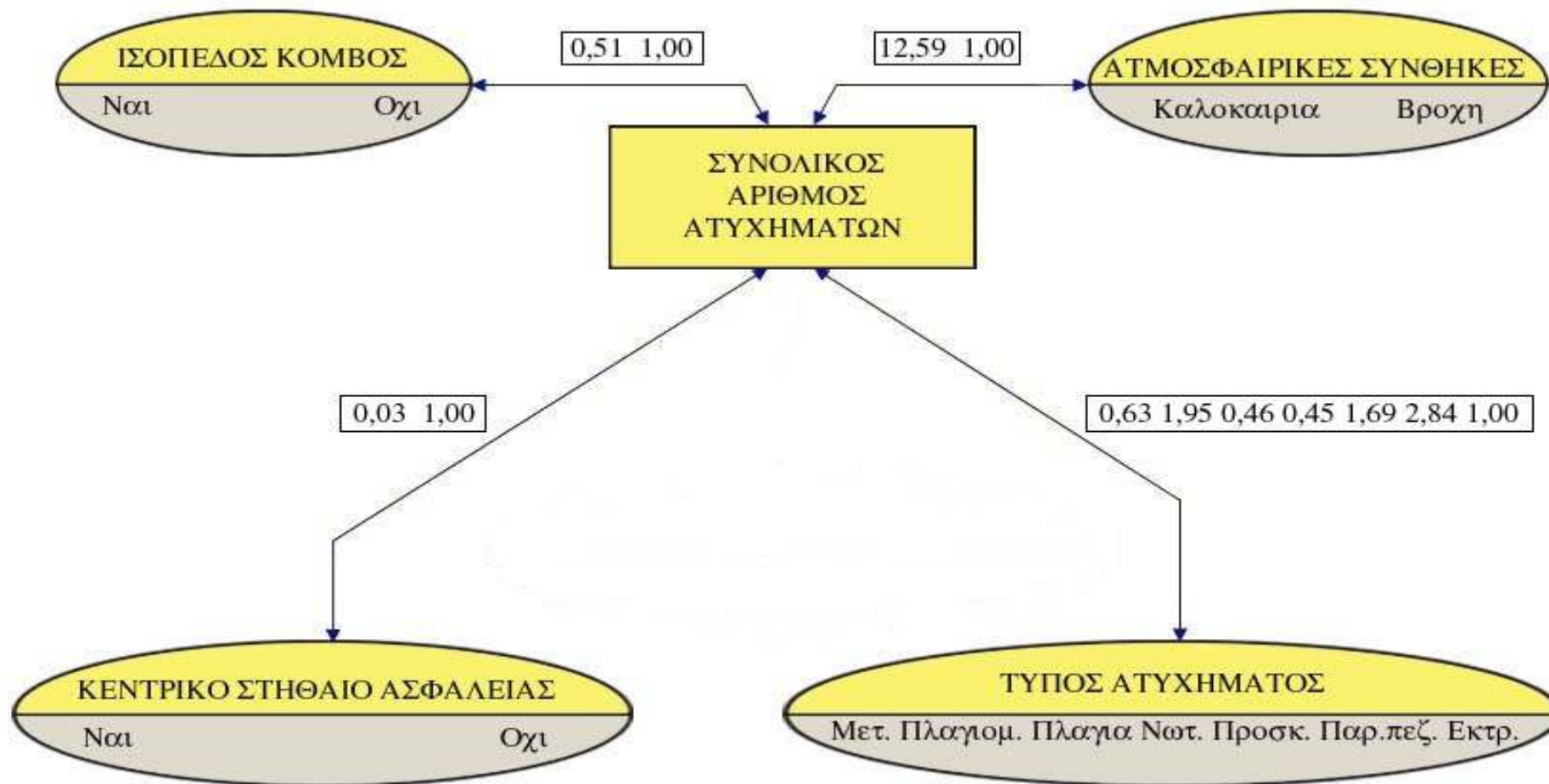
Πίνακας 5.51 Τα 6 Τελικά Στατιστικά Πρότυπα

Στον παραπάνω πίνακα 5.51 παρουσιάζεται η τελική μορφή των 6 στατιστικών προτύπων, όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση.

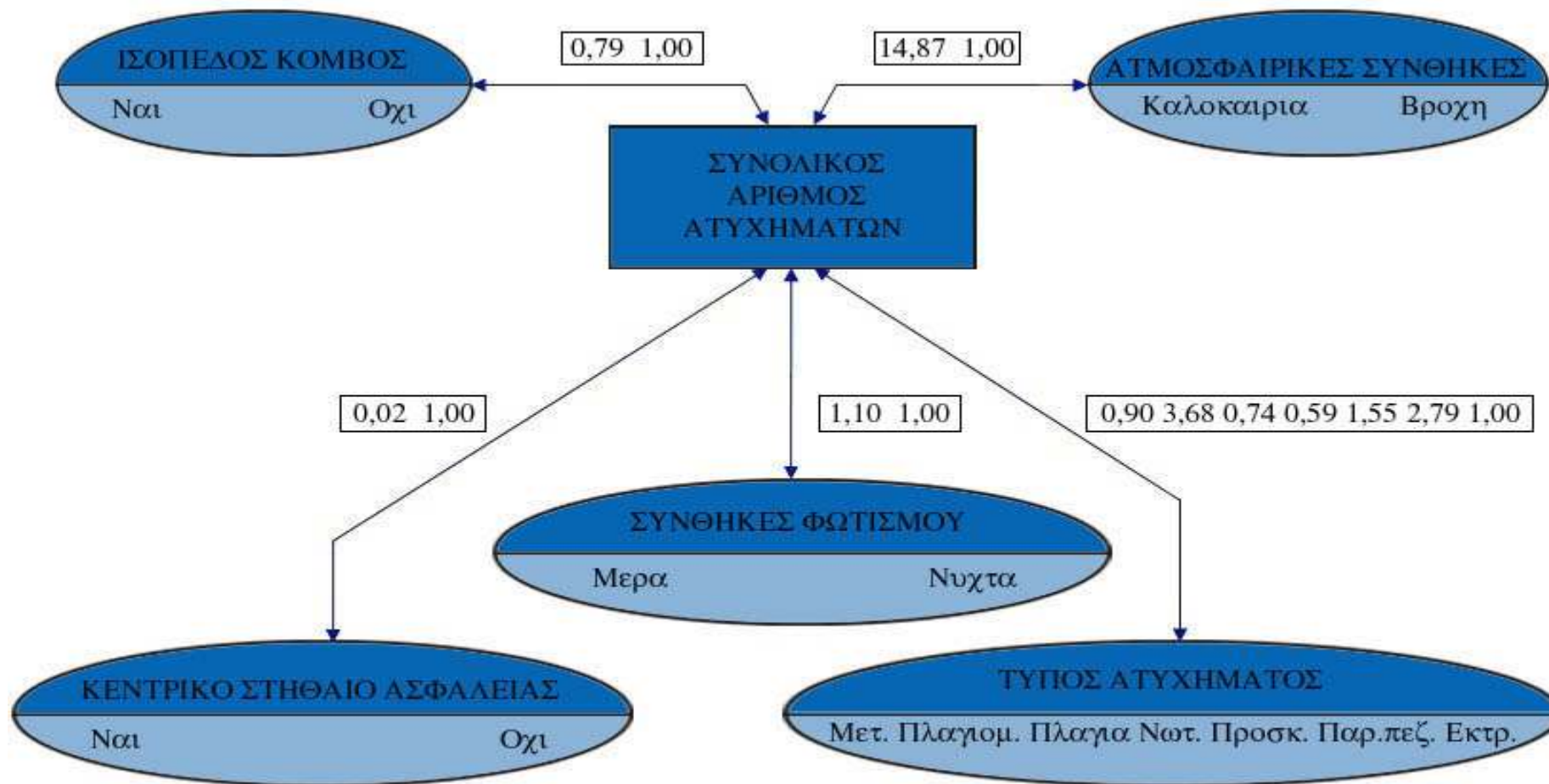
Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται και σχηματικά οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις των εξεταζόμενων μεταβλητών μόνες τους σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων και (οι πιο ενδιαφέρουσες) ανά δύο, με αναγραφή των λόγων σχετικών πιθανοτήτων.

Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι:

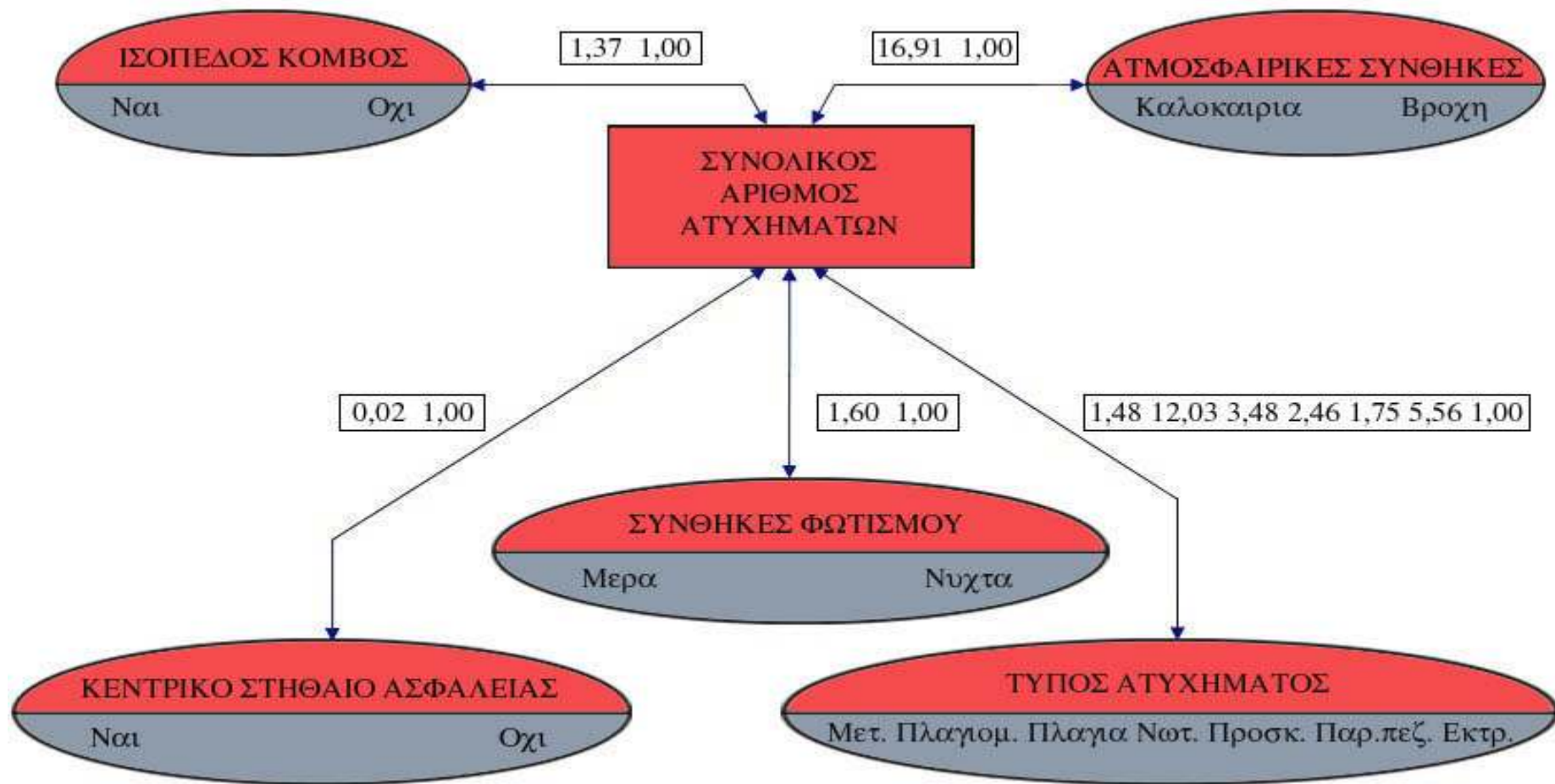
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 1^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 2^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 3^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 4^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 5^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 6^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 1^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 2^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 3^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 4^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 2^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής).
- Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 3^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής).



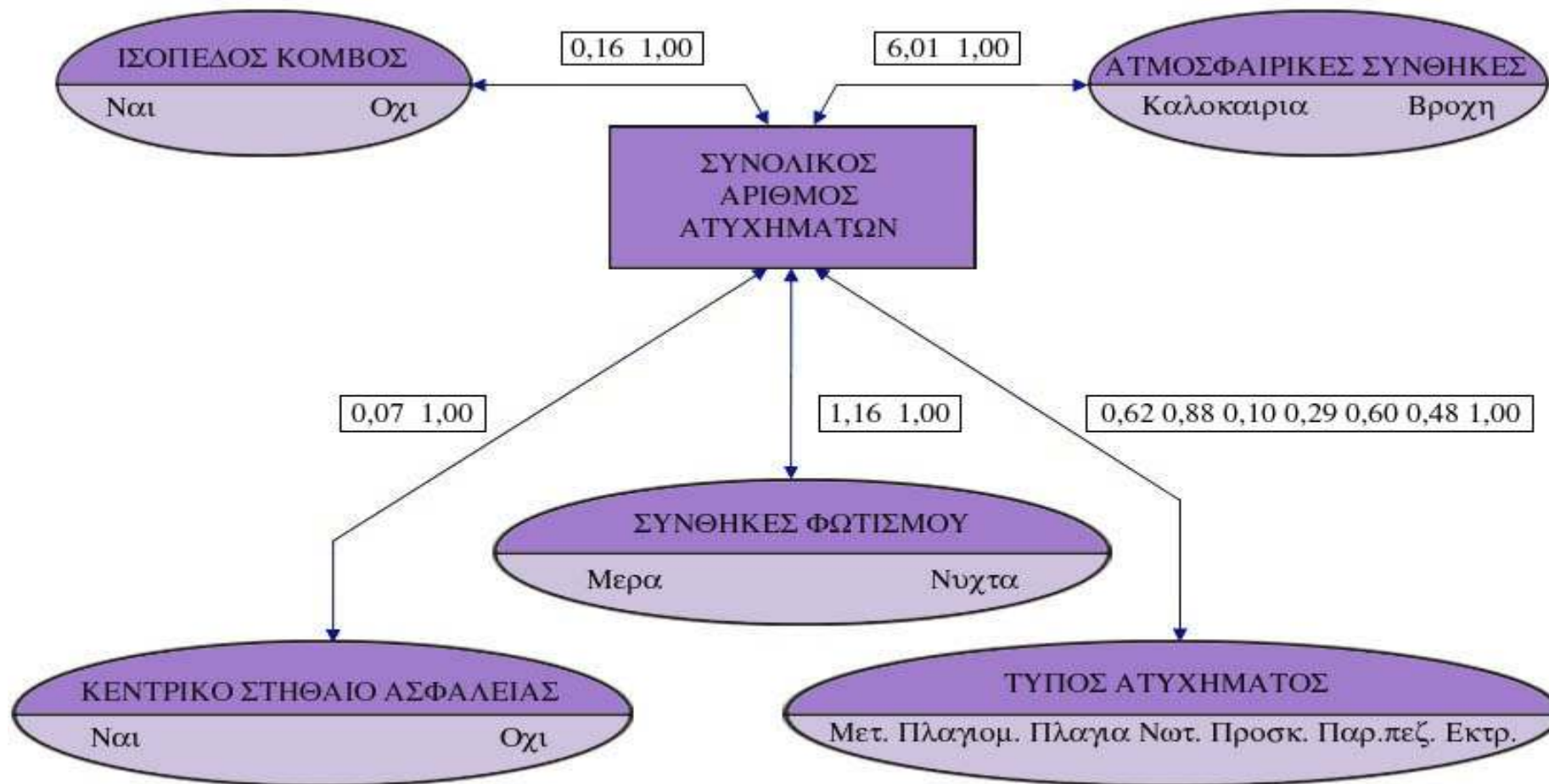
Σχήμα 5.1 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 1^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής)



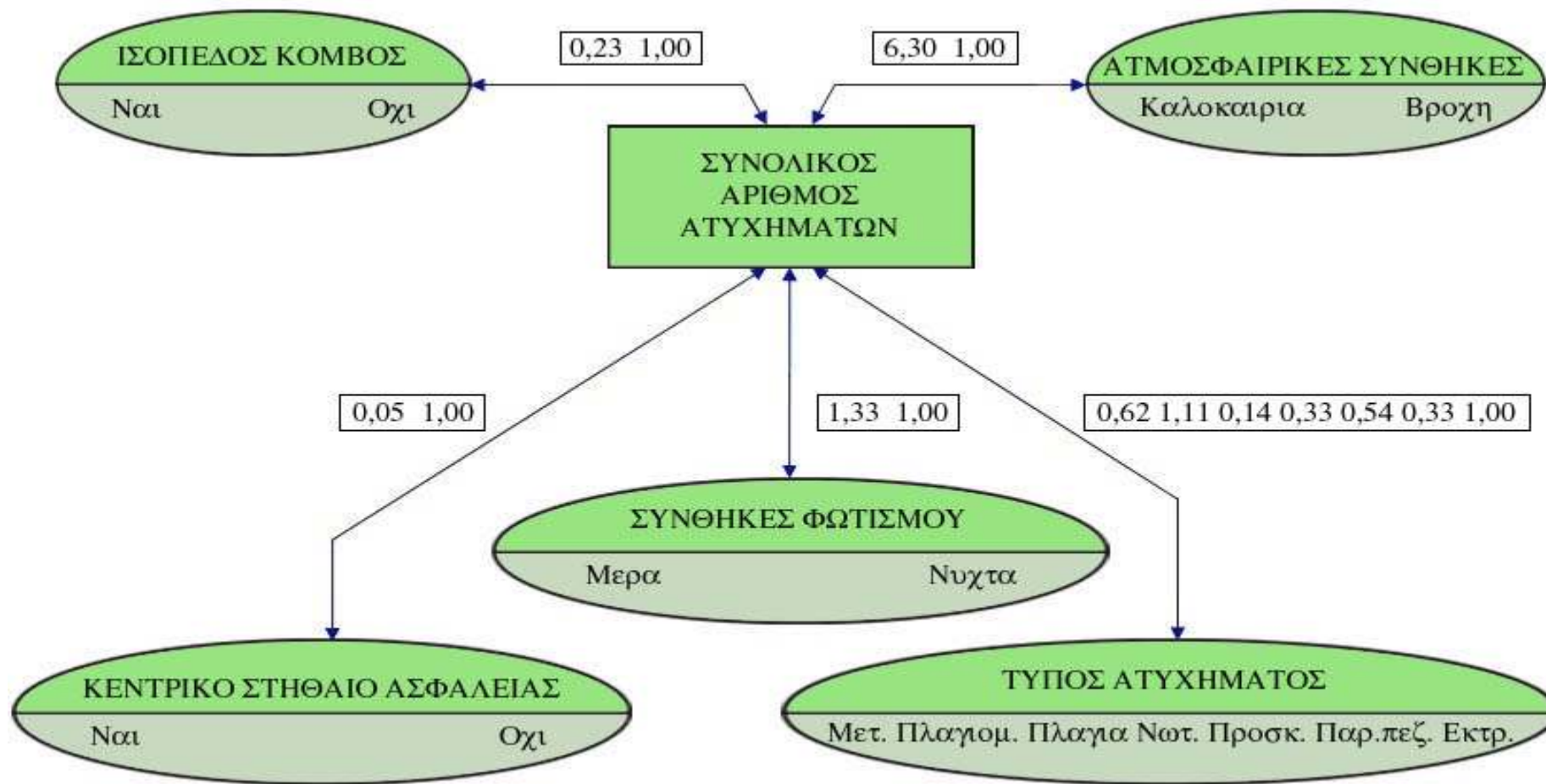
Σχήμα 5.2 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 2^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής)



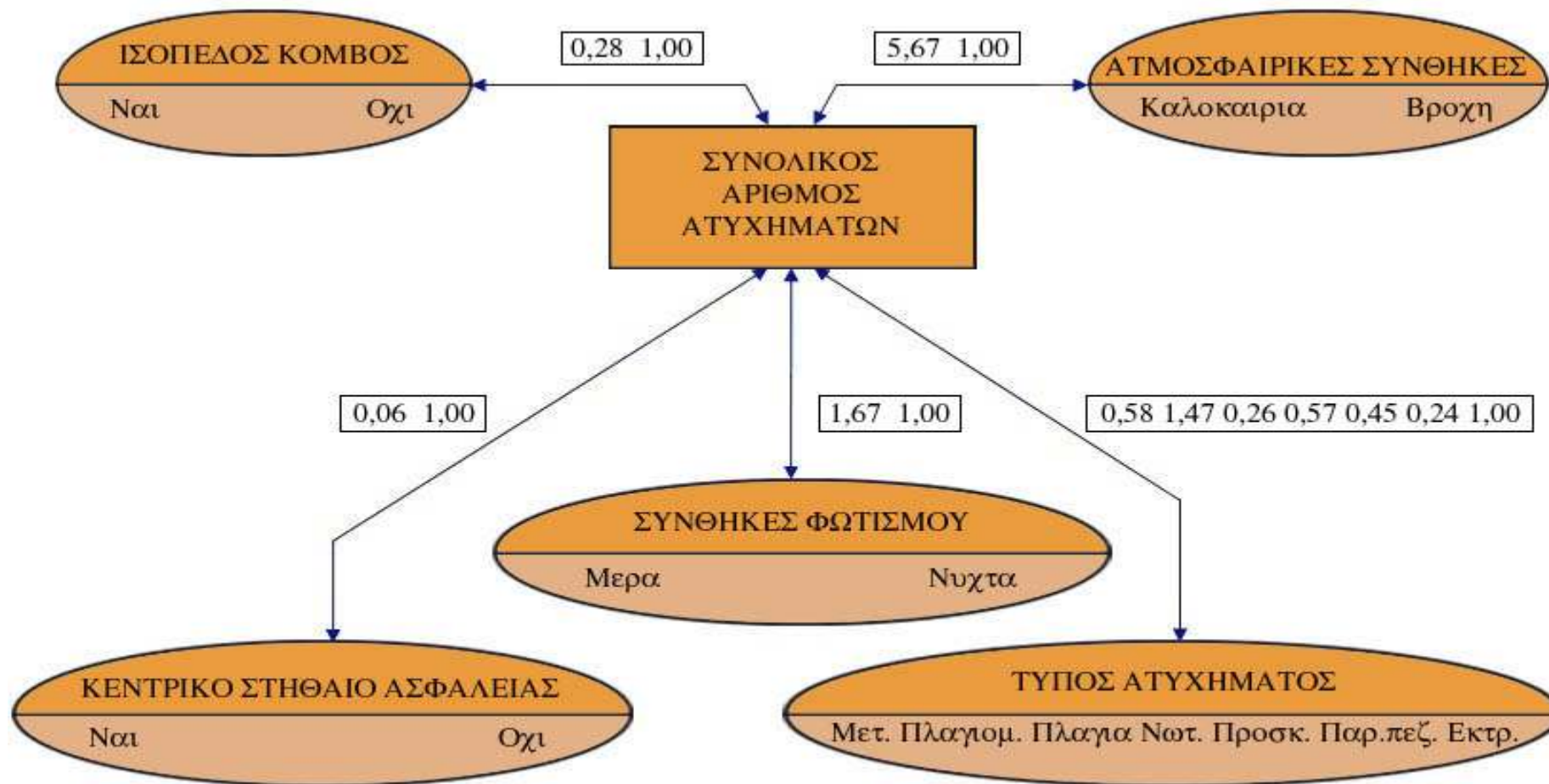
Σχήμα 5.3 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 3^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής)



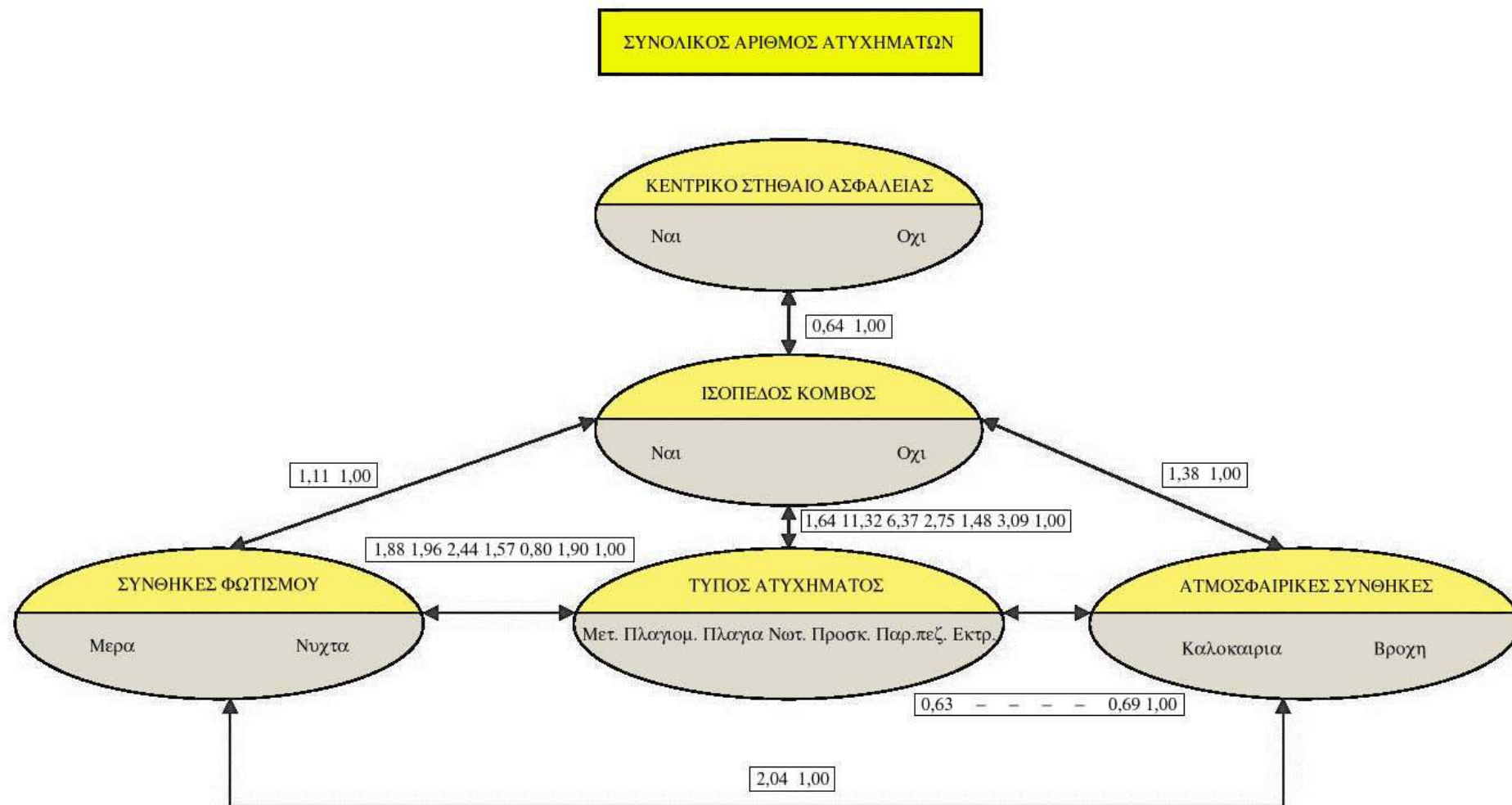
Σχήμα 5.4 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 4^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής)



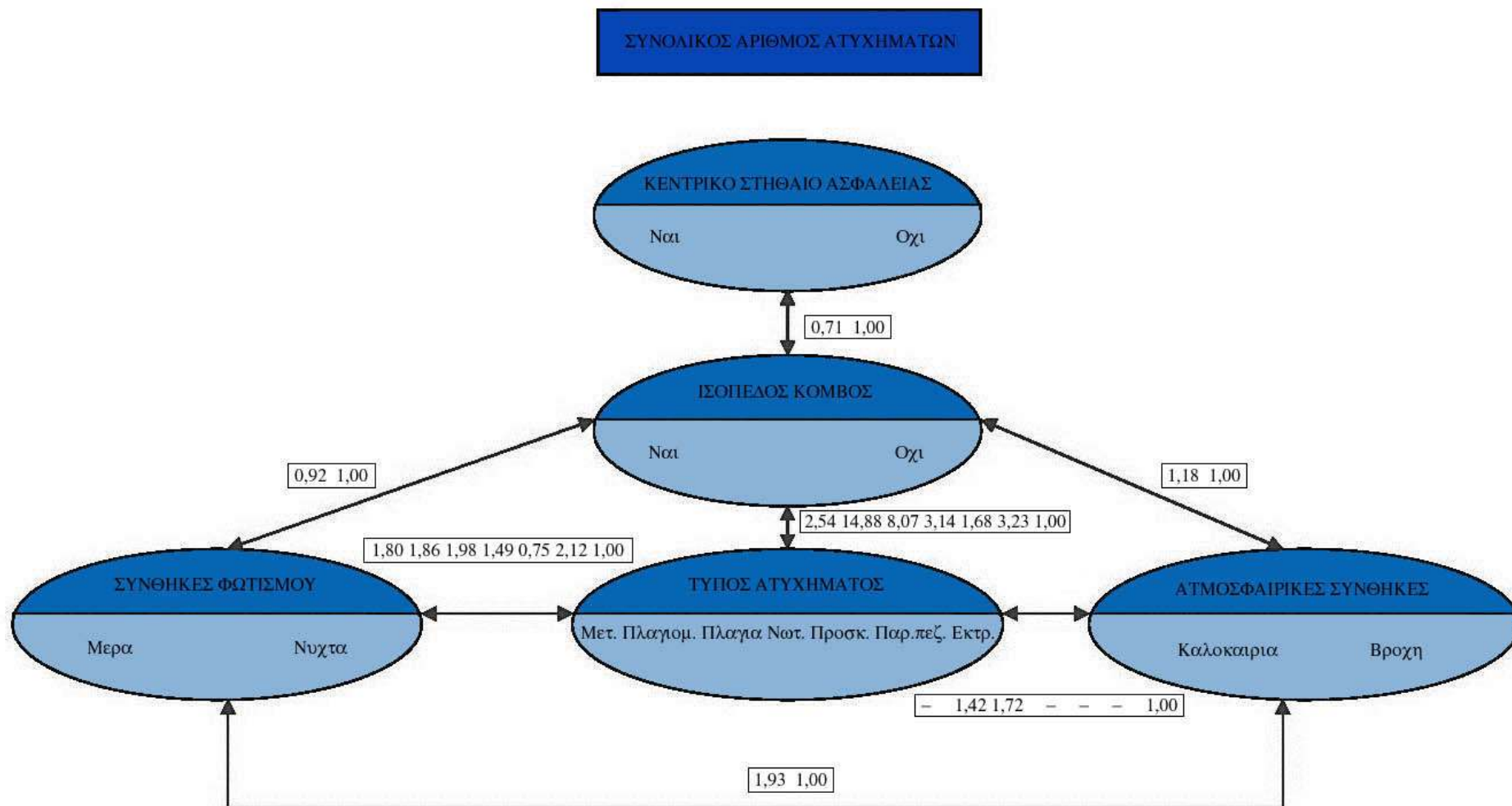
Σχήμα 5.5 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 5^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής)



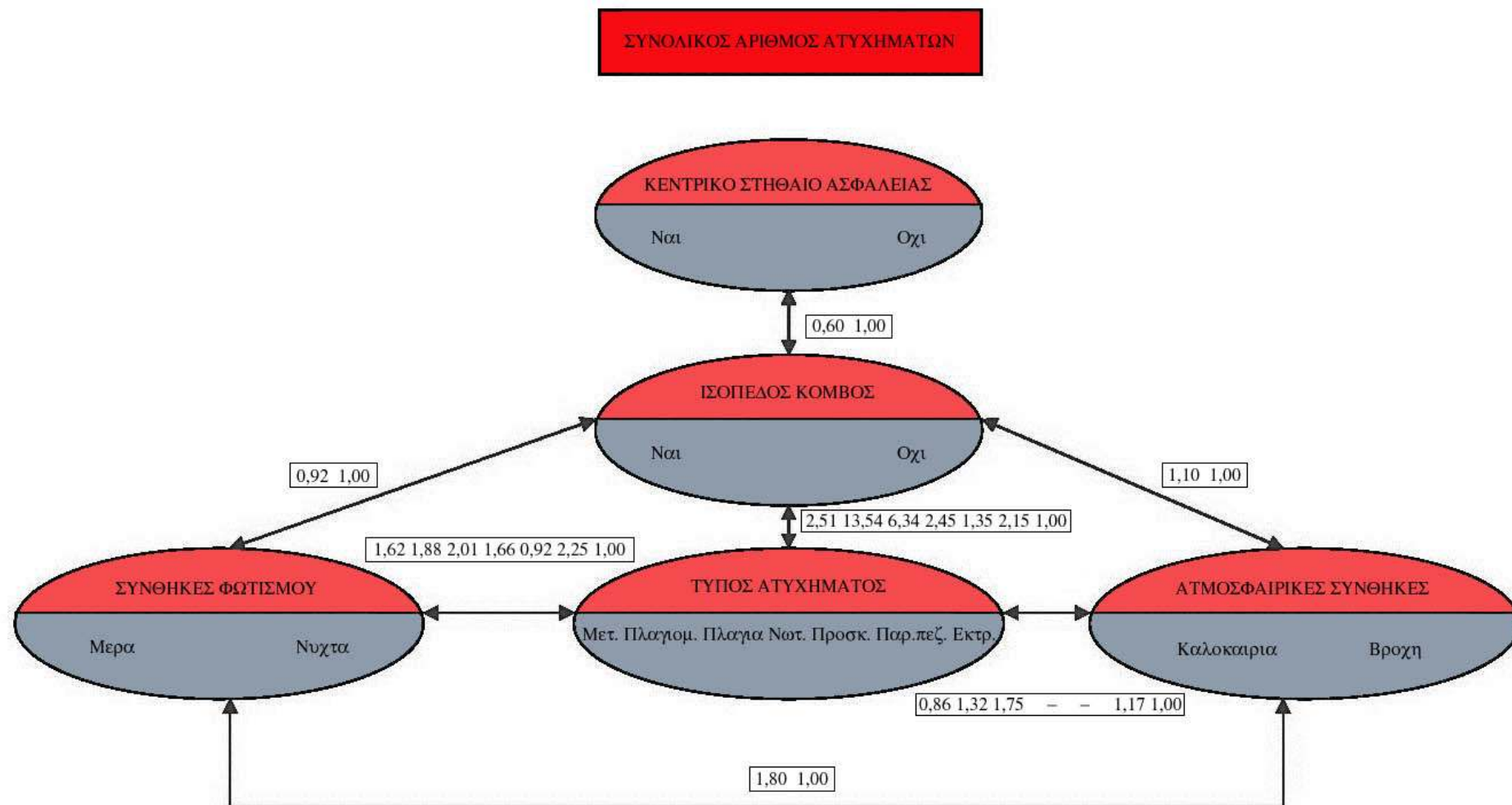
Σχήμα 5.6 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων με το 6^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής)



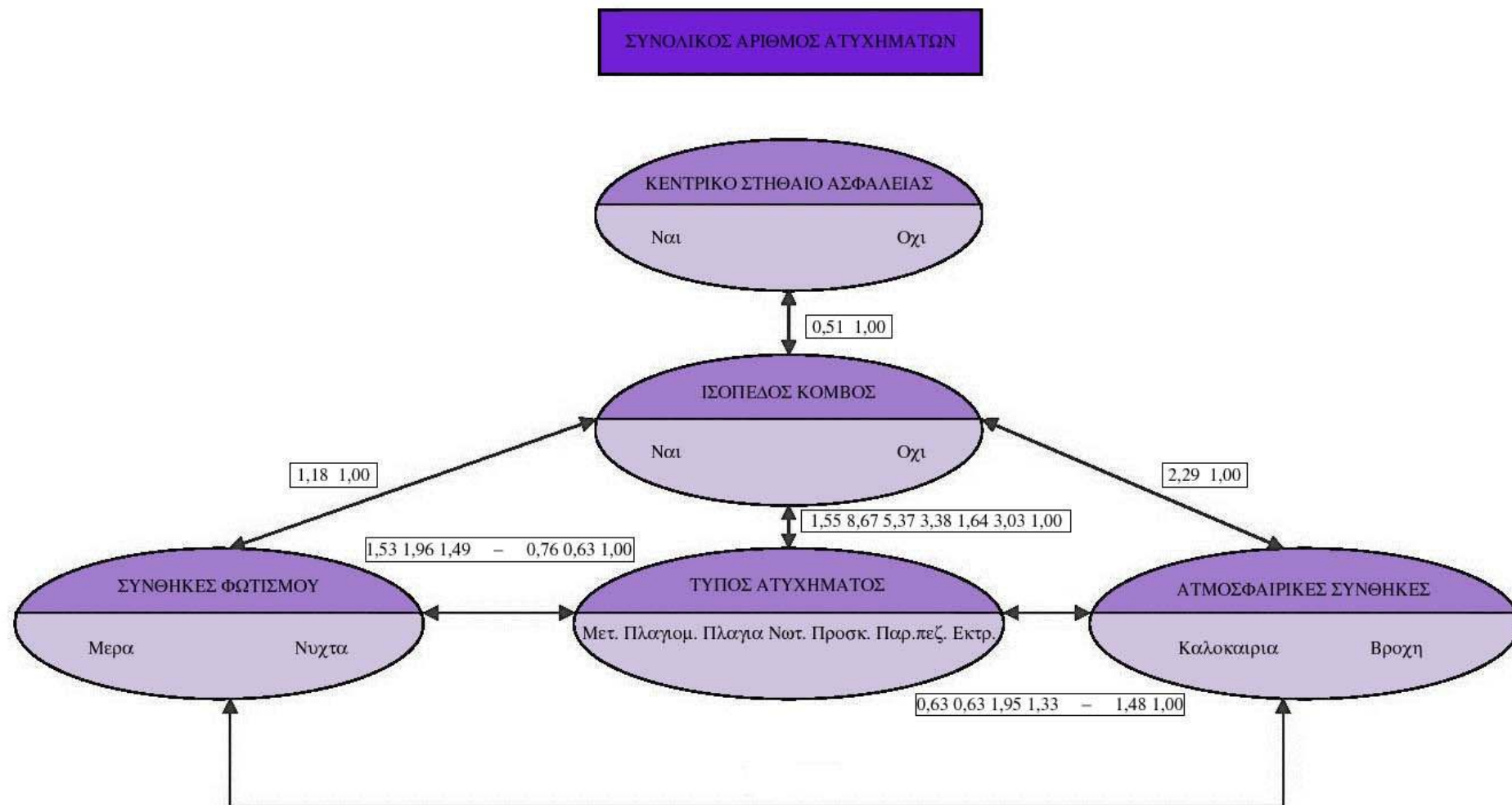
Σχήμα 5.7 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 1^ο Πρότυπο
(Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής)



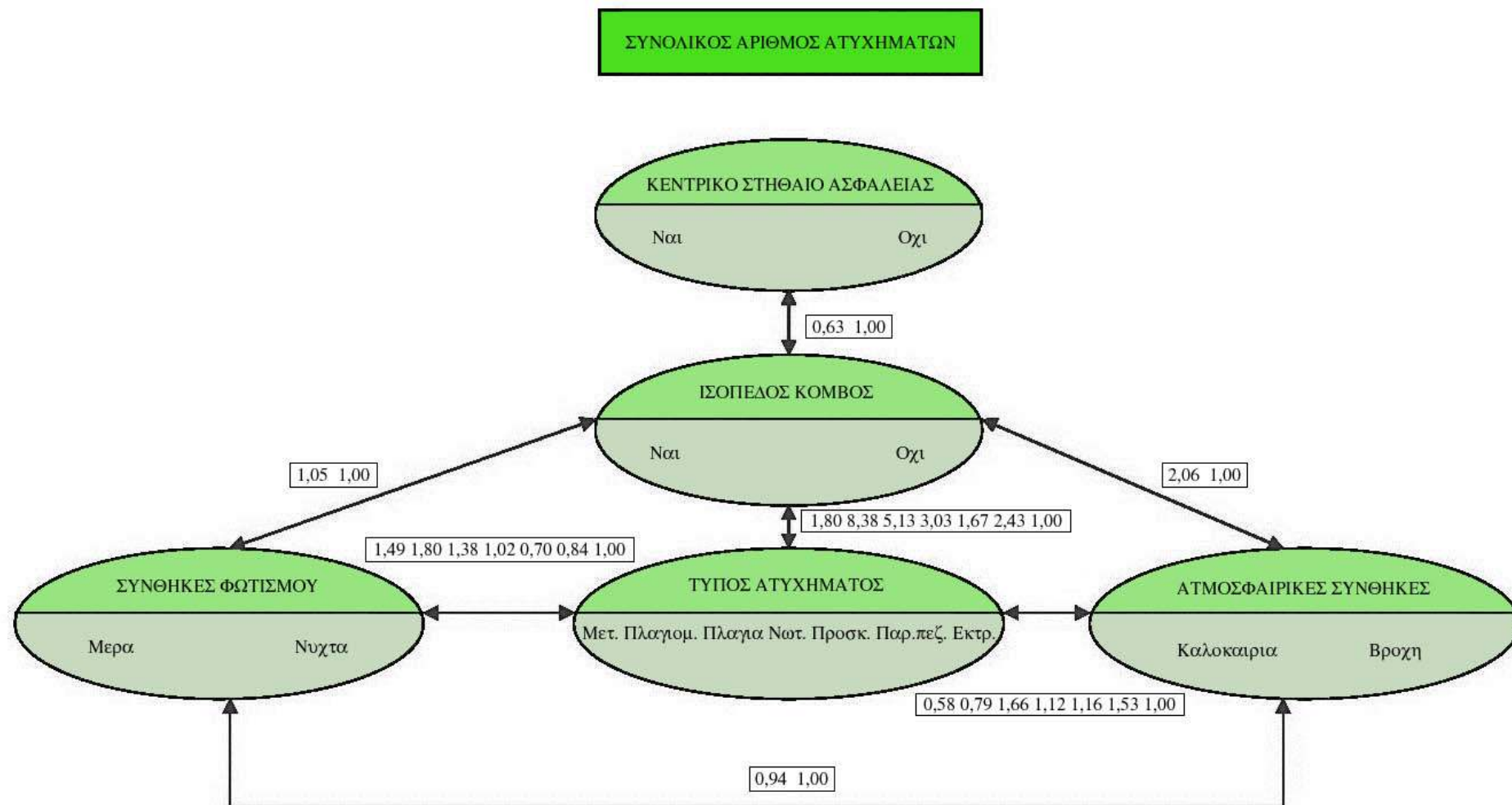
Σχήμα 5.8 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 2^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής)



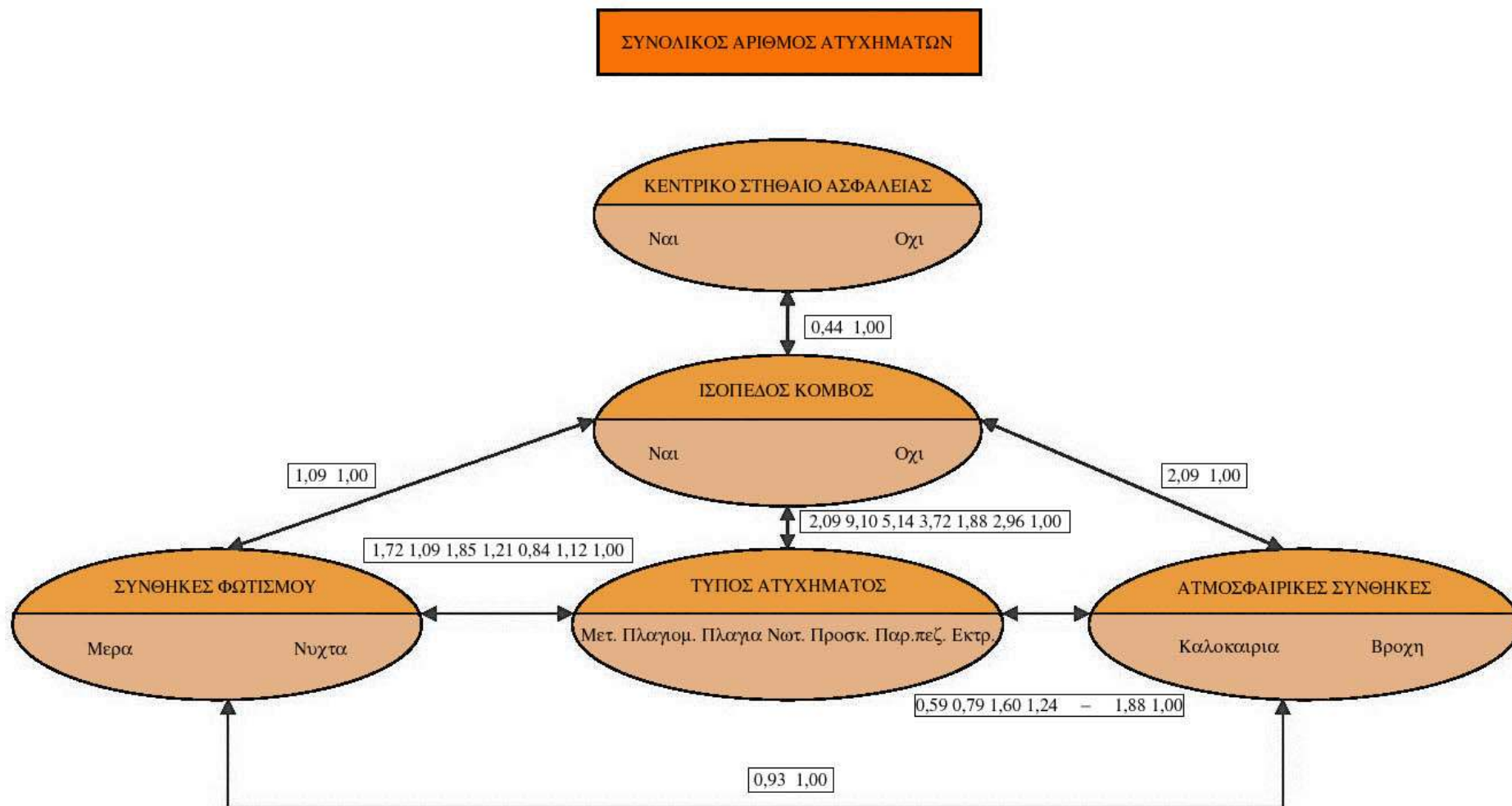
Σχήμα 5.9 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 3^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής)



Σχήμα 5.10 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 4^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής)



Σχήμα 5.11 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 5^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής)



Σχήμα 5.12 Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις παραμέτρων ανά δύο με το 6^ο Πρότυπο (Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής)

5.10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**5.10.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των προτύπων παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους και δόθηκαν και σχηματικά όπως ακριβώς προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση, χωρίς βέβαια να λαμβάνονται υπόψη οι μη στατιστικά σημαντικές τιμές. Παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα που σχετίζονται με τον ισόπεδο κόμβο καθώς η παράμετρος αυτή αποτελεί το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στην παρούσα παράγραφο σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα που σχετίζονται με την παράμετρο του ισόπεδου κόμβου και γίνεται προσπάθεια για την ερμηνεία τους.

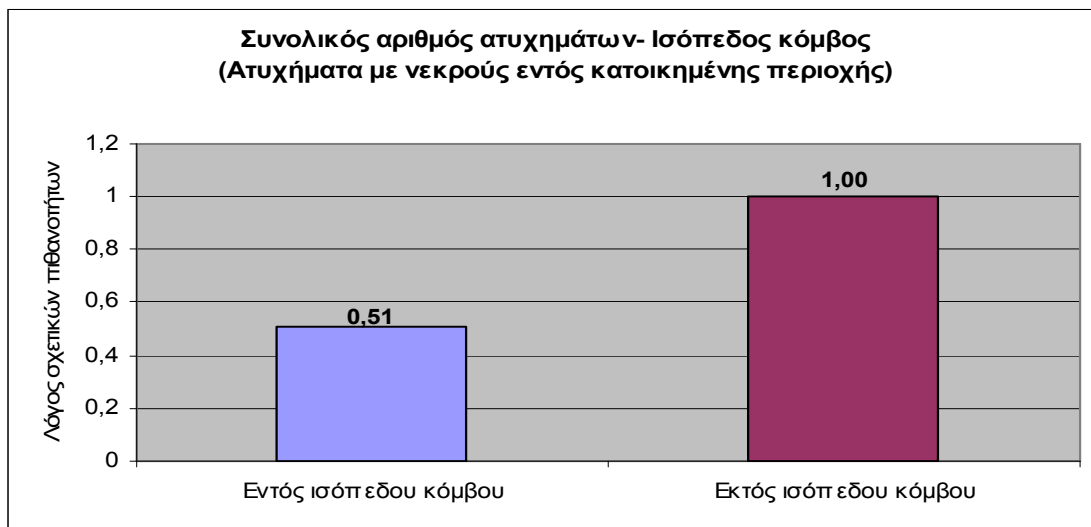
Τα συμπεράσματα που αφορούν στη μορφή των τελικών μαθηματικών πρότυπων σχολιάζονται και στη συνέχεια διατυπώνονται οι ομοιότητές ή διαφορές μεταξύ τους όπου αυτό είναι δυνατό. Στη συνέχεια διατυπώνονται συμπεράσματα που αφορούν στις ανά δύο συσχετίσεις των υπολοίπων παραμέτρων σε σχέση με την παράμετρο του ισόπεδου κόμβου.

5.10.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Στην παράγραφο αυτή αναλύονται και ερμηνεύονται οι μεταβλητές που βρέθηκαν ότι είναι στατιστικά σημαντικές.

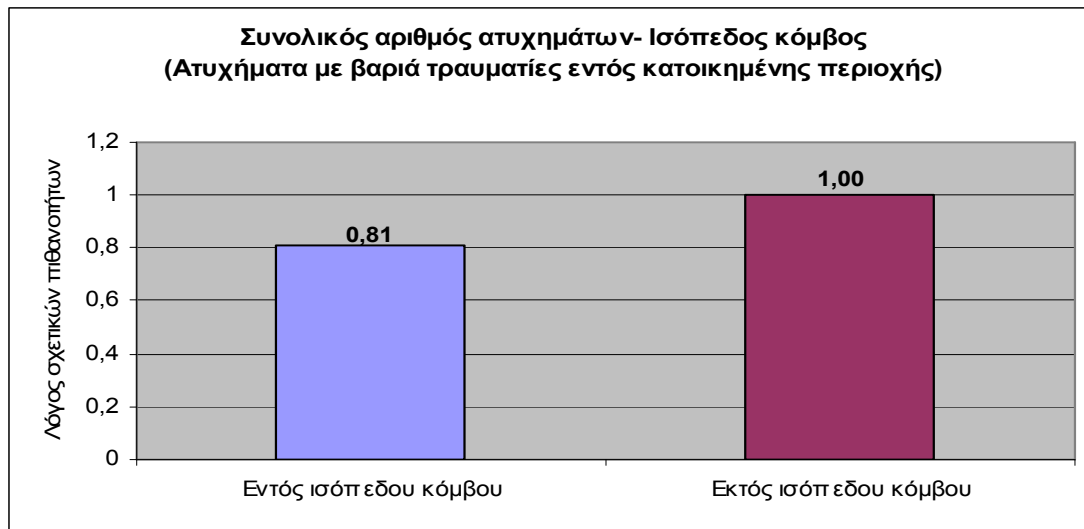
Από τον έλεγχο συσχέτισης του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων με νεκρούς και εντός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με την ύπαρξη **ισόπεδου κόμβου ή όχι**, προκύπτει ότι σε σημεία εκτός ισόπεδου κόμβου, η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με νεκρούς είναι μεγαλύτερη από ότι σε σημεία εντός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα στην ανάλυση ατυχημάτων με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής (**1^ο πρότυπο**), η πιθανότητα θανατηφόρων ατυχημάτων βρέθηκε να είναι 49% μικρότερη εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. (**Διάγραμμα 5.1**). Αυτό πιθανώς οφείλεται στο

γεγονός ότι τα οχήματα αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου και η σφοδρότητα των ατυχημάτων είναι μεγαλύτερη εκτός κόμβου από ότι σε κόμβο. Επίσης η προσοχή των χρηστών της οδού είναι οξυμένη εντός κόμβου, καθώς ο αριθμός των εμπλεκομένων οχημάτων είναι σημαντικός.



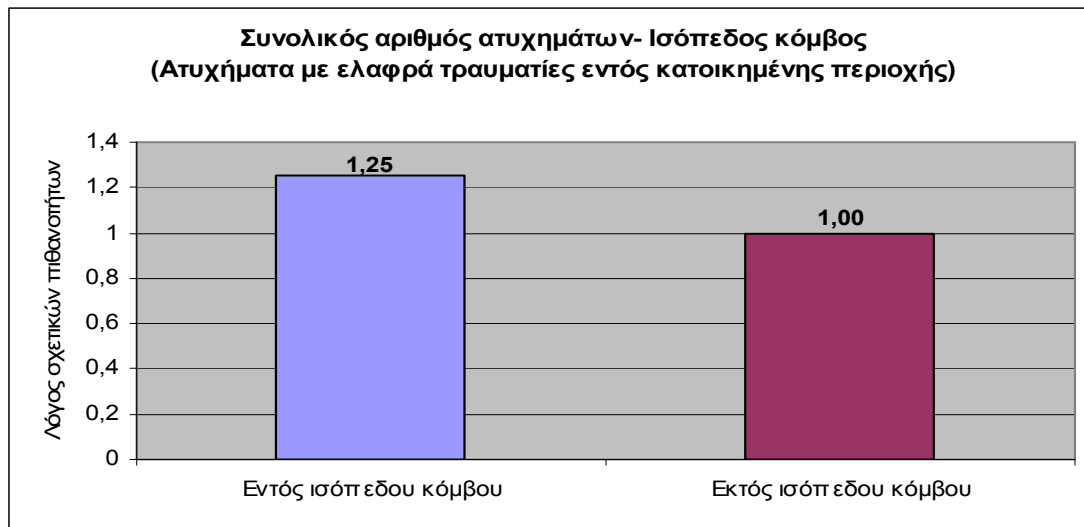
Διάγραμμα 5.1 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς, εντός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι

Από τη συσχέτιση του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες και εντός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με την ύπαρξη **ισόπεδου κόμβου ή όχι**, παρατηρείται ότι εκτός ισόπεδου κόμβου, η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με βαριά τραυματίες είναι μεγαλύτερη από ότι εντός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα στην ανάλυση ατυχημάτων με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής (**2^ο πρότυπο**), η πιθανότητα ατυχημάτων με βαριά τραυματίες βρέθηκε να είναι 19% μικρότερη εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. (**Διάγραμμα 5.2**). Οι λόγοι για τους οποίους πιθανώς συμβαίνει αυτό είναι ίδιοι με εκείνους που αναφέρθηκαν στο 1^ο πρότυπο.



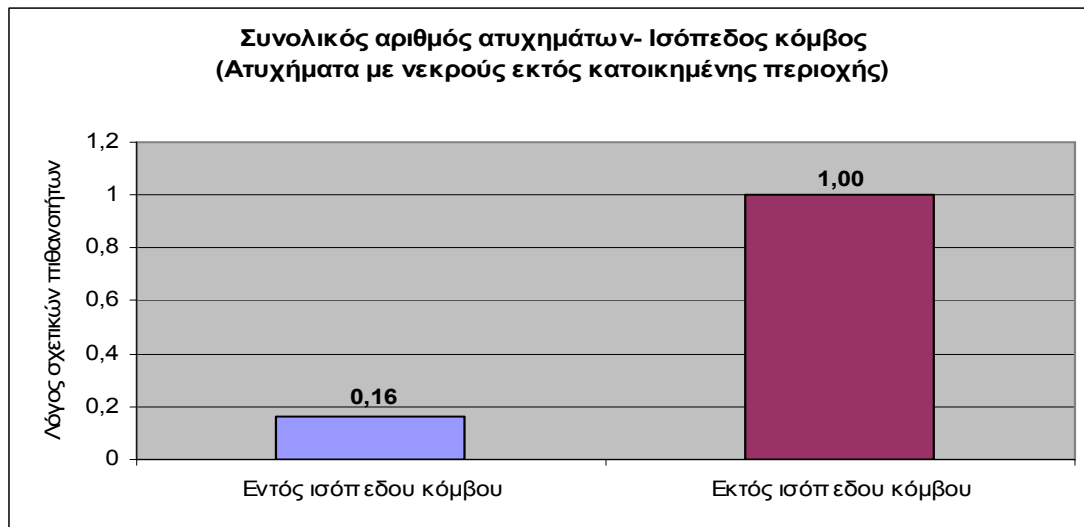
Διάγραμμα 5.2 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι

Όσον αφορά τη συσχέτιση του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες και εντός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με την ύπαρξη **ισόπεδου κόμβου ή όχι**, προκύπτει ότι εντός ισόπεδου κόμβου, η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες είναι μεγαλύτερη από ότι εκτός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα στην ανάλυση ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής (**3^ο πρότυπο**), η πιθανότητα ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες βρέθηκε να είναι 25% μεγαλύτερη εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. (**Διάγραμμα 5.3**). Αυτό πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι η μικρή σφοδρότητα των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες σχετικά με τους βαριά τραυματίες και τους νεκρούς, δίνει τη δυνατότητα να συμβούν ατυχήματα και στις χαμηλότερες ταχύτητες των οχημάτων εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. Ακόμα, ο σημαντικός αριθμός των εμπλεκόμενων οχημάτων και των κυκλοφορούντων πεζών εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου επίσης εξηγεί το παραπάνω εύρημα.



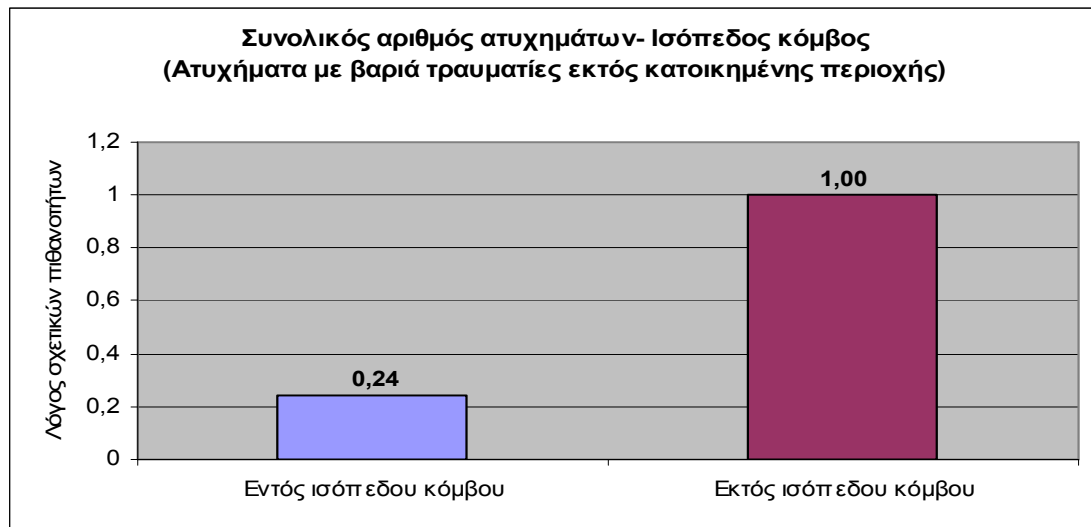
Διάγραμμα 5.3 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες, εντός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι

Αναφορικά με τη συσχέτιση του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων με νεκρούς και εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με την ύπαρξη **ισόπεδου κόμβου ή όχι**, προκύπτει ότι σε σημεία εκτός ισόπεδου κόμβου, η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με νεκρούς είναι μεγαλύτερη από ότι σε σημεία εντός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα στην ανάλυση ατυχημάτων με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής (**4^ο πρότυπο**), η πιθανότητα θανατηφόρων ατυχημάτων βρέθηκε να είναι 84% μικρότερη εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. (**Διάγραμμα 5.4**). Αυτό πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι τα οχήματα αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες εκτός κόμβου από ότι εντός κόμβου. Επίσης, ίσως λόγω των υψηλών ταχυτήτων στο υπεραστικό οδικό δίκτυο, οι χρήστες που βρίσκονται στις δευτερεύουσες οδούς, εντός κόμβου, έχουν οξυμένη προσοχή αναλογιζόμενοι της σφοδρότητας ενός πιθανού ατυχήματος.



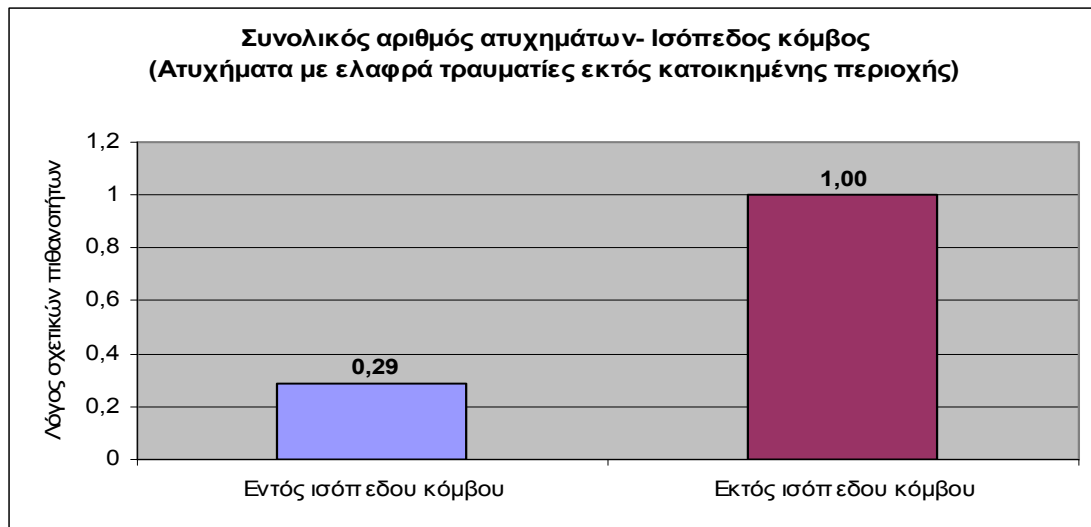
Διάγραμμα 5.4 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς, εκτός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι

Επιπλέον, όσον αφορά στη συσχέτιση του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες και εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με την ύπαρξη **ισόπεδου κόμβου ή όχι**, προκύπτει ότι σε σημεία εκτός ισόπεδου κόμβου, η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με βαριά τραυματίες είναι μεγαλύτερη από ότι σε σημεία εντός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα στην ανάλυση ατυχημάτων με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής (**5^ο πρότυπο**), η πιθανότητα ατυχημάτων με βαριά τραυματίες βρέθηκε να είναι 76% μικρότερη εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. (**Διάγραμμα 5.5**). Αυτό οφείλεται για τους ίδιους λόγους με το 4^ο πρότυπο. Η μικρότερη πιθανότητα ατυχήματος με βαριά τραυματία σε σχέση με νεκρό εκτός κόμβου πιθανόν οφείλεται στη μικρότερη σφοδρότητα των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες σε σχέση με τα ατυχήματα νεκρών.



Διάγραμμα 5.5 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι

Τέλος, σχετικά με τη συσχέτιση του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες και εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με την ύπαρξη **ισόπεδου κόμβου ή όχι**, παρατηρείται ότι εκτός ισόπεδου κόμβου, η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες είναι μεγαλύτερη από ότι εντός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα στην ανάλυση ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής (**6^ο πρότυπο**), η πιθανότητα ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες βρέθηκε να είναι 71% μικρότερη εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. (**Διάγραμμα 5.6**). Αυτό οφείλεται, αφενώς στις υψηλότερες ταχύτητες που αναπτύσσουν τα οχήματα εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου, αφετέρου δε στην οξυμένη προσοχή των χρηστών δευτερευόντων οδών όταν επιθυμούν να εισέλθουν στην κύρια οδό αλλά και στον μικρό αριθμό κυκλοφορούντων πεζών σε κόμβο εκτός κατοικημένης περιοχής.



Διάγραμμα 5.6 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες, εκτός κατοικημένης περιοχής, με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

- ✓ Σε όλα τα πρότυπα παρατηρείται ότι η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με νεκρούς είναι μεγαλύτερη εκτός ισόπεδου κόμβου από ότι εντός ισόπεδου κόμβου, πιθανώς λόγω υψηλότερων ταχυτήτων εκτός κόμβου, αλλά και των περισσότερων οχηματοχιλιομέτρων που διανύονται εκτός κόμβου. Εξαίρεση αποτελούν τα ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής.
- ✓ Ανεξαρτήτως του τύπου περιοχής, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα με νεκρούς, είναι μικρότερες από ότι να συμβεί ατύχημα με βαριά τραυματίες και ακόμα μικρότερες από το να συμβεί ατύχημα με ελαφρά τραυματίες, εντός ισόπεδου κόμβου. Συνεπώς, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα αυξάνονται όσο μειώνεται η σοβαρότητα του ατυχήματος.

- ✓ Τέλος, ανεξαρτήτως της σοβαρότητας του ατυχήματος, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα **εντός** ισόπεδου κόμβου σε σχέση με **εκτός** ισόπεδου κόμβου είναι **σημαντικά μικρότερες** εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής, πιθανώς λόγω του ότι στο υπεραστικό οδικό δίκτυο υπάρχουν λιγότεροι κόμβοι από ότι στο αστικό δίκτυο.

5.10.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΑ ΔΥΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΡΙΘΜΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

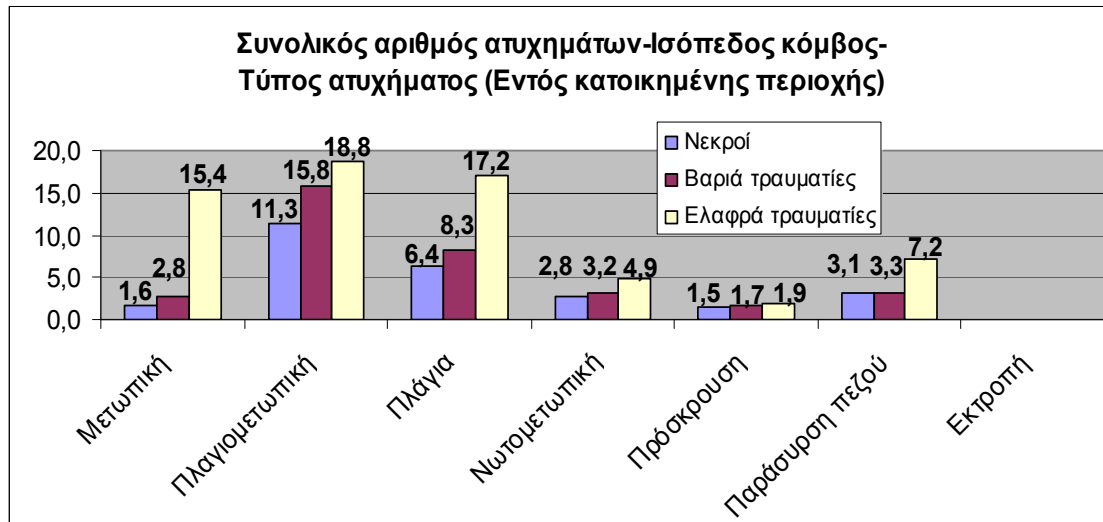
Οι συσχετίσεις των παραμέτρων ανά δύο δίνουν ειδικότερα συμπεράσματα για το κάθε πρότυπο και παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι συσχετίσεις ανά δύο της παραμέτρου ισόπεδου κόμβος με τις υπόλοιπες παραμέτρους.

Από τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με τον **τύπο του ατυχήματος**, εντός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει (**Διάγραμμα 5.7**) ότι η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα, ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος, είναι η υψηλότερη όταν ο τύπος ατυχήματος είναι η **πλαγιομετωπική σύγκρουση**, ακολουθούμενη από την **πλάγια σύγκρουση**. Πιο συγκεκριμένα, η πλαγιομετωπική σύγκρουση εμφανίζεται να έχει 11,32 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα σε σχέση με την εκτροπή από την οδό όταν η σοβαρότητα ατυχήματος είναι νεκρός, ενώ αντίστοιχα η πλάγια σύγκρουση 6,37 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα σε σχέση με την εκτροπή από την οδό για θανατηφόρα ατυχήματα (**1^ο Πρότυπο**). Αντιστοίχως, ακολουθούν η παράσυρση πεζού, η νωτομετωπική σύγκρουση, η μετωπική σύγκρουση και η πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ. Να σημειωθεί ότι η σειρά αυτή ισχύει σχεδόν σε όλα τα πρότυπα. Πιθανώς, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εντός κατοικημένης περιοχής και εντός ισόπεδου κόμβου, τα οχήματα κινούνται σε μη παράλληλες διευθύνσεις

και ο αριθμός των κυκλοφορούντων πεζών είναι σημαντικός. Συνεπώς, η πλαγιομετωπική σύγκρουση, η πλάγια σύγκρουση και η παράσυρση πεζού έχουν την μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με την εκτροπή από την οδό. Επίσης, υπό τις παραπάνω συνθήκες, η εκτροπή από την οδό είναι ένα μη συχνό φαινόμενο και για αυτό η επιρροή της είναι η μικρότερη. Όσον αφορά το **2^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες, με τον τύπο του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής), παρατηρείται αύξηση της επιρροής όλων των κατηγοριών της μεταβλητής τύπος ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό συγκριτικά με το 1^ο Πρότυπο. Συγκεκριμένα, οι μεγαλύτερες αυξήσεις είναι της πλαγιομετωπικής σύγκρουσης από 11,32 σε 15,78 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα σε σχέση με την εκτροπή από την οδό και της πλάγιας σύγκρουσης από 6,37 σε 8,25 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα σε σχέση με την εκτροπή από την οδό.

Αυτό πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι εντός κατοικημένης περιοχής και εντός κόμβου τα οχήματα κινούνται με μικρότερες ταχύτητες σε σχέση με εκτός κόμβου ή εκτός κατοικημένης περιοχής. Επομένως, είναι μεγαλύτερη η πιθανότητα για περισσότερα ατυχήματα με τις προαναφερθείσες κατηγορίες τύπου ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό λόγω μικρότερης σφοδρότητας (όπως είναι οι βαριά τραυματίες συγκριτικά με τους νεκρούς). Τέλος, αναφορικά με το **3^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες, με τον τύπο του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής), παρατηρείται επίσης αύξηση της επιρροής όλων των κατηγοριών της μεταβλητής τύπος ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό συγκριτικά με το 2^ο Πρότυπο. Συγκεκριμένα, την μεγαλύτερη αύξηση επιρροής παρουσίασε η μετωπική σύγκρουση και ακολούθησαν η πλάγια σύγκρουση, η παράσυρση πεζού και η πλαγιομετωπική σύγκρουση. Η αύξηση αυτή πιθανώς οφείλεται λόγω της μικρότερης

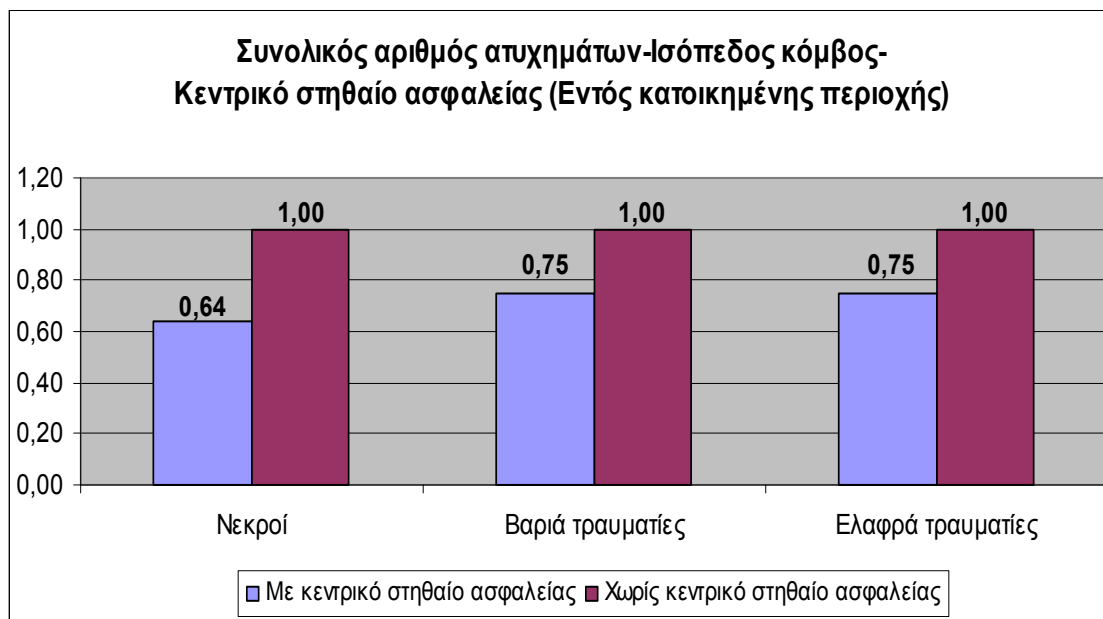
σφοδρότητας των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες σε σχέση με τους βαριά τραυματίες και τους νεκρούς.



Διάγραμμα 5.7 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με τον τύπο του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής

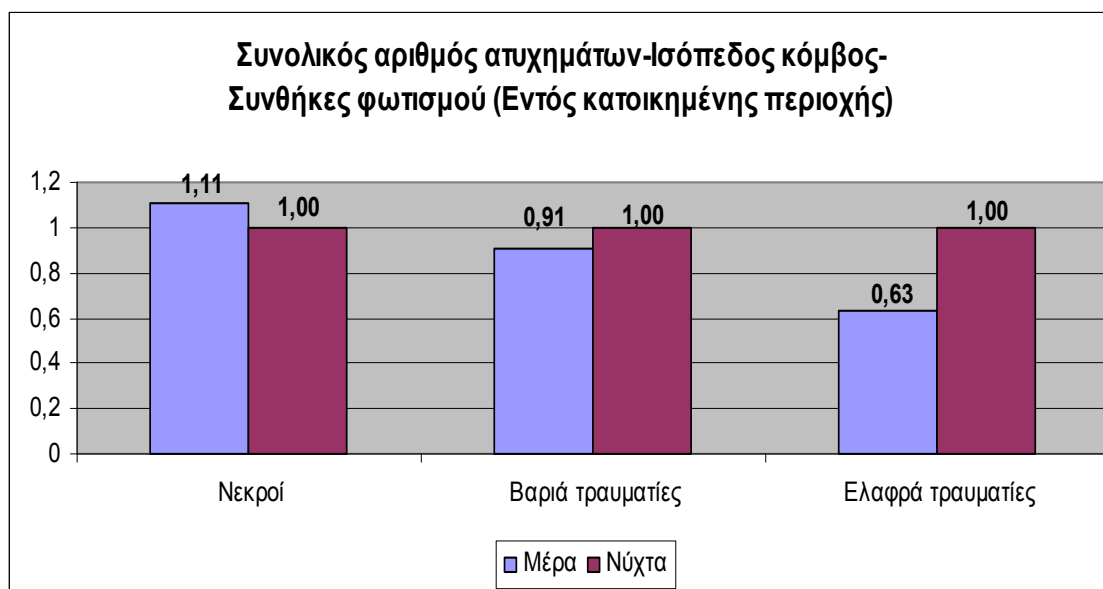
Από τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με την **ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι**, εντός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει (**Διάγραμμα 5.8**) ότι ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων μειώνεται με την ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας, όταν αυτό συμβεί εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα, για το **1^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς, με την ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με νεκρούς όταν υπάρχει κεντρικό στηθαίο ασφαλείας είναι 36% μικρότερη σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι λόγω της ύπαρξης του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας, μειώνεται η σφοδρότητα των

ατυχημάτων και άρα η σοβαρότητα τους, αποτρέπονται σε σημαντικό βαθμό τα ατυχήματα λόγω εισόδου στο αντίθετο ρεύμα, ενώ σε αρκετά ατυχήματα αποφεύγονται τελείως οι τραυματισμοί. Αναφορικά με το **2^ο Πρότυπο και το 3^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες ή ελαφρά τραυματίες, με την ύπαρξη κεντρικού στήθαιου ασφαλείας ή όχι, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με βαριά τραυματίες ή ελαφρά τραυματίες, όταν υπάρχει κεντρικό στήθαιο ασφαλείας είναι 25% μικρότερη σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στήθαιου ασφαλείας. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην μικρότερη σφοδρότητα των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες ή ελαφρά τραυματίες έναντι των ατυχημάτων με νεκρούς.



Διάγραμμα 5.8 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με την ύπαρξη ή όχι κεντρικού στήθαιου ασφαλείας, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής

Αναφορικά, με τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με τις **συνθήκες φωτισμού**, εντός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει (**Διάγραμμα 5.9**) διαπιστώνονται τα εξής: Όταν η σοβαρότητα του ατυχήματος είναι νεκρός (**1^ο Πρότυπο**), τότε η πιθανότητα θανατηφόρου ατυχήματος είναι 11% αυξημένη τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην αυξημένη ορατότητα των χρηστών της οδού, που προκαλεί πιθανή αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων, αλλά και στον μεγαλύτερο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Όσον αφορά το **2^ο και το 3^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά ή ελαφρά τραυματίες, με τις συνθήκες φωτισμού, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα ατυχήματος με βαριά ή ελαφρά τραυματία είναι 9% και 37% αντίστοιχα μικρότερη τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Το παραπάνω εύρημα πιθανώς εξηγείται λόγω της μειωμένης σοβαρότητας του ατυχήματος. Δηλαδή, οι συνθήκες φωτισμού επηρεάζουν λιγότερο με τη μείωση της σφοδρότητας του ατυχήματος.



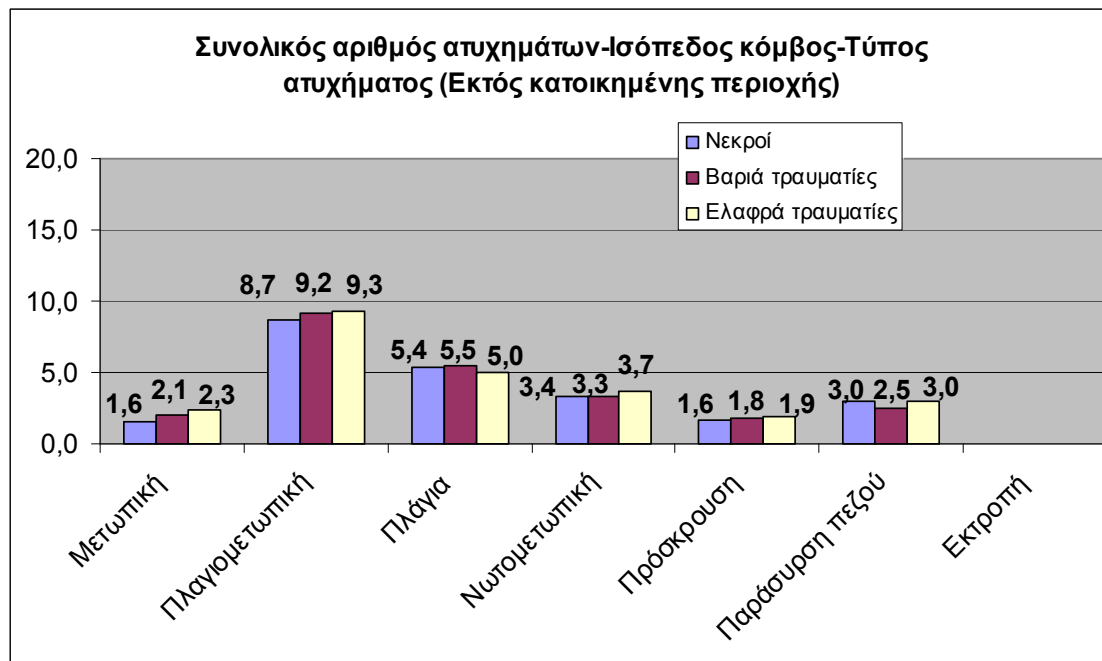
Διάγραμμα 5.9 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με τις συνθήκες φωτισμού, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής

Έως τώρα παρουσιάστηκαν οι συσχετίσεις ανά δύο σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων, εντός κατοικημένης περιοχής. Έπειτα παρουσιάζονται οι συσχετίσεις ανά δύο σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων, εκτός κατοικημένης περιοχής.

Από τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με τον **τύπο του ατυχήματος**, εκτός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει (**Διάγραμμα 5.10**) ότι η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα, ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος, είναι η υψηλότερη όταν ο τύπος ατυχήματος είναι η **πλαγιομετωπική σύγκρουση**, ακολουθούμενη από την **πλάγια σύγκρουση**. Πιο συγκεκριμένα, η πλαγιομετωπική σύγκρουση εμφανίζεται να έχει 8,67 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα σε σχέση με την εκτροπή από την οδό όταν η σοβαρότητα ατυχήματος είναι νεκρός, ενώ αντίστοιχα η πλάγια σύγκρουση 5,37 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα σε σχέση με την εκτροπή από την οδό για θανατηφόρα ατυχήματα (**4^ο Πρότυπο**). Αντιστοίχως, ακολουθούν η νωτομετωπική σύγκρουση, η παράσυρση πεζού, η μετωπική σύγκρουση και η πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ. Να σημειωθεί ότι η σειρά αυτή ισχύει για όλα τα πρότυπα. Πιθανώς, αυτό οφείλεται στην κίνηση των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις αλλά και στη δημιουργία ουράς οχημάτων, εντός ισόπεδου κόμβου, σε δευτερεύουσες οδούς προσπαθώντας να εισέλθουν στην κύρια οδό αυξάνοντας τις πιθανότητες νωτομετωπικής σύγκρουσης.

Επίσης, παρατηρείται σε όλα τα πρότυπα ότι η νωτομετωπική σύγκρουση έχει μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την παράσυρση πεζού, ενώ σε κατοικημένη περιοχή συνέβαινε το αντίθετο. Αυτό πιθανώς οφείλεται στον μειωμένο αριθμό κυκλοφορούντων πεζών σε μη κατοικημένη περιοχή. Στο **5^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες, με τον τύπο του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής), όλοι οι τύποι ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος σε

σχέση με το 4^ο Πρότυπο με εξαίρεση τη νωτομετωπική σύγκρουση και την παράσυρση πεζού, πιθανώς λόγω του γεγονότος ότι η εκτροπή από την οδό παρουσιάζει μικρότερη επιρροή όσο μειώνεται η σφοδρότητα του ατυχήματος. Όσον αφορά το **6^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες, με τον τύπο του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα ατυχήματος όλων των κατηγοριών του τύπου ατυχήματος εμφανίζεται μεγαλύτερη από όλα τα πρότυπα πιθανόν λόγω της μειωμένης σοβαρότητας των ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες σε σχέση με τους υπόλοιπους τραυματισμούς.



Διάγραμμα 5.10 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με τον τύπο του ατυχήματος, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής

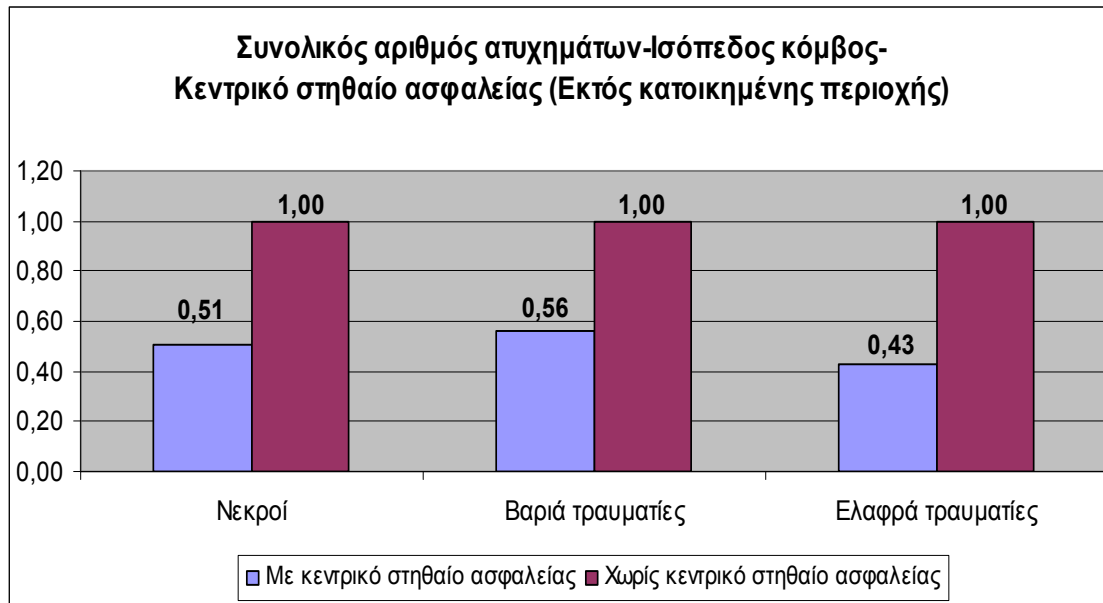
Από τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με την **ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι**, εκτός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό

συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει **(Διάγραμμα 5.11)** ότι ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων μειώνεται με την ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας, όταν αυτό συμβεί εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα, για το **4^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς, με την ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με νεκρούς όταν υπάρχει κεντρικό στηθαίο ασφαλείας είναι 49% μικρότερη σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι λόγω της ύπαρξης του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας, μειώνεται η σφοδρότητα των ατυχημάτων και άρα η σοβαρότητα τους, αποτρέπονται σε σημαντικό βαθμό τα ατυχήματα λόγω εισόδου στο αντίθετο ρεύμα, ενώ σε αρκετά ατυχήματα αποφεύγονται τελείως οι τραυματισμοί.

Αναφορικά με το **5^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με βαριά τραυματίες, με την ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με βαριά τραυματίες, όταν υπάρχει κεντρικό στηθαίο ασφαλείας είναι 44% μικρότερη σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην μικρότερη σφοδρότητα των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες έναντι των ατυχημάτων με νεκρούς.

Τέλος, όσον αφορά το **6^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες, με την ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας ή όχι, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εντός κατοικημένης περιοχής), παρατηρείται ότι η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, όταν υπάρχει κεντρικό στηθαίο ασφαλείας είναι 57% μικρότερη σε σχέση με την μη ύπαρξη κεντρικού στηθαίου ασφαλείας. Επίσης, παρατηρείται ότι η πιθανότητα ατυχήματος σε κεντρικό στηθαίο ασφαλείας σε σχέση με την μη

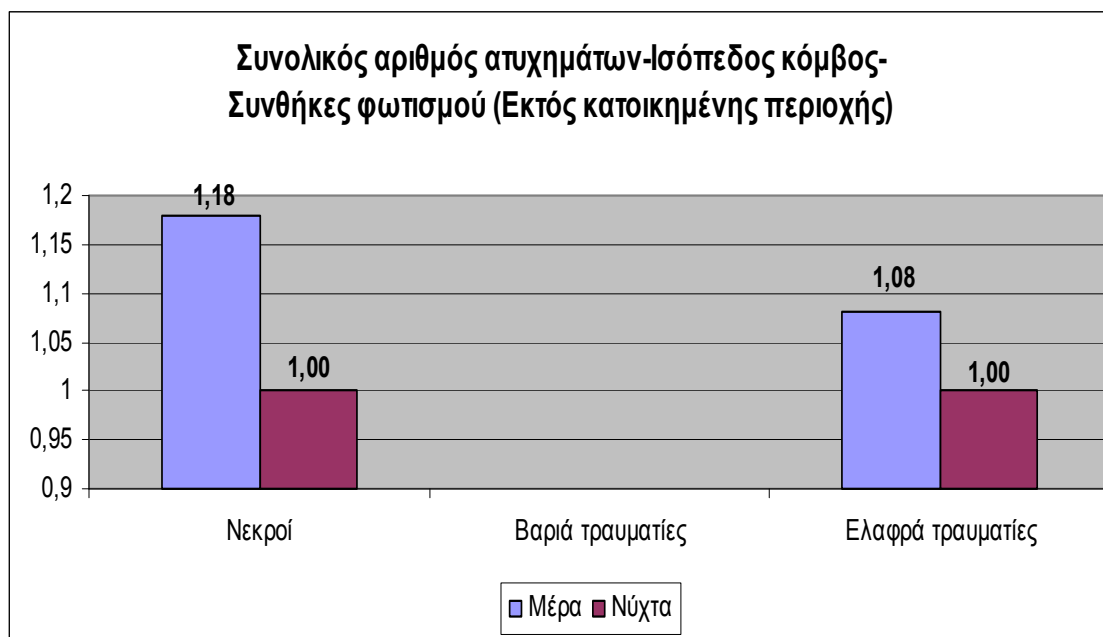
ύπαρξη του, είναι μικρότερη εκτός κατοικημένης περιοχής από ότι εντός κατοικημένης περιοχής, πιθανότατα λόγω της πιο εκτεταμένης ύπαρξης κεντρικού στηθαίου ασφαλείας εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής.



Διάγραμμα 5.11 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με την ύπαρξη ή όχι κεντρικού στηθαίου ασφαλείας, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής

Αναφορικά, με τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με τις **συνθήκες φωτισμού**, εκτός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει (**Διάγραμμα 5.12**) διαπιστώνονται τα εξής: Όταν η σοβαρότητα του ατυχήματος είναι νεκρός (**4^ο Πρότυπο**), τότε η πιθανότητα θανατηφόρου ατυχήματος είναι 18% αυξημένη τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην αυξημένη ορατότητα των χρηστών της οδού, που προκαλεί πιθανή αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων, στον μεγαλύτερο αριθμό κυκλοφορούντων οχημάτων τη μέρα σε

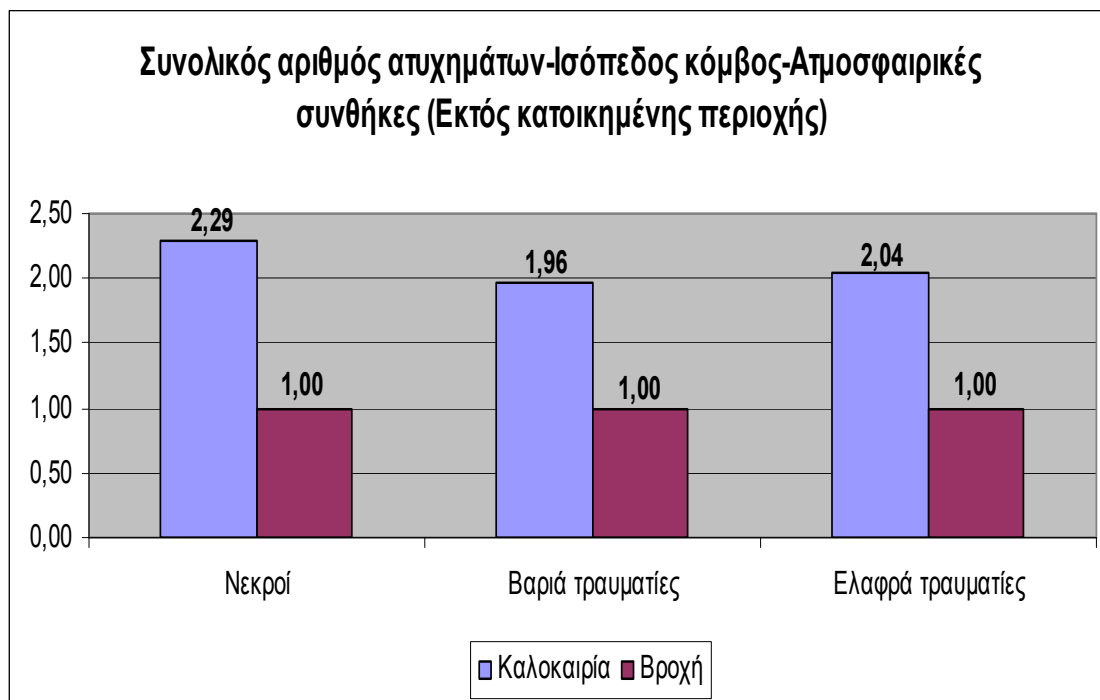
σχέση με τη νύχτα και ίσως στην απροθυμία των χρηστών των οδών να οδηγήσουν υπό δύσκολες συνθήκες (Νύχτα) στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Όσον αφορά το **5^ο Πρότυπο**, δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντικό. Αναφορικά με το **6^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες, με τις συνθήκες φωτισμού, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα ατυχήματος με βαριά ή ελαφρά τραυματία είναι 8% μεγαλύτερη τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Το παραπάνω εύρημα πιθανώς εξηγείται όπως στο 4^ο Πρότυπο και η μικρότερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με το 4^ο Πρότυπο, πιθανώς έχει την αιτία της στη μειωμένη σοβαρότητα του ατυχήματος. Τέλος, η πιθανότητα ατυχήματος τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα εμφανίζεται αυξημένη εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής, πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων των οχημάτων εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής.



Διάγραμμα 5.12 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με τις συνθήκες φωτισμού, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής

Τέλος, σχετικά με τη συσχέτιση του **συνολικού αριθμού ατυχημάτων** με τις **ατμοσφαιρικές συνθήκες**, εκτός κατοικημένης περιοχής, όταν αυτό συμβεί **εντός ισόπεδου κόμβου** σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου προκύπτει **(Διάγραμμα 5.13)** ότι ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων αυξάνεται με την καλοκαιρία σε σχέση με τη βροχή, όταν αυτό συμβεί εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου. Συγκεκριμένα, για το **4^ο Πρότυπο** (Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων με νεκρούς, με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής), η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με νεκρούς σε καλοκαιρία είναι 2,29 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη βροχή.

Αυτό πιθανόν οφείλεται στην αυξημένη ορατότητα των χρηστών της οδού, που προκαλεί πιθανή αύξηση της ταχύτητας των οχημάτων αλλά και στη θέληση πολλών χρηστών των οδών να μετακινούνται υπό καλοκαιρία και όχι υπό βροχή ιδιαίτερα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Έπειτα, όταν η σοβαρότητα του ατυχήματος είναι βαριά τραυματίας (**5^ο Πρότυπο**) ή ελαφρά τραυματίας (**6^ο Πρότυπο**), η πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα με βαριά ή ελαφρά τραυματίες σε καλοκαιρία είναι περίπου 2 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη βροχή. Το παραπάνω εύρημα πιθανώς εξηγείται λόγω της μειωμένης σφοδρότητας ενός ατυχήματος με βαριά ή ελαφρά τραυματίες σε σχέση με νεκρούς. Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι η πιθανότητα ατυχήματος σε καλοκαιρία σε σχέση με τη βροχή είναι διπλάσια εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής, πιθανόν λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων των οχημάτων εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής.



Διάγραμμα 5.13 Συσχέτιση συνολικού αριθμού ατυχημάτων, ανάλογα με τη σοβαρότητα του ατυχήματος, με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, εντός ισόπεδου κόμβου σε σχέση με εκτός ισόπεδου κόμβου και εκτός κατοικημένης περιοχής

5.10.4 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΑ ΔΥΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΡΙΘΜΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

- ✓ Όσον αφορά στον τύπο του ατυχήματος, παρατηρείται ότι ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής οι κατηγορίες τύπου ατυχήματος με τη μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου κατά φθίνουσα σειρά είναι: α) πλαγιομετωπική σύγκρουση, β) πλάγια σύγκρουση, γ) νωτομετωπική σύγκρουση και δ) παράσυρση πεζού. Εξαίρεση αποτελούν η νωτομετωπική σύγκρουση και η παράσυρση πεζού οι οποίες εναλλάσσονται ανάλογα με τον τύπο περιοχής. Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις πλησίον κόμβου.
- ✓ Όλες οι κατηγορίες του τύπου ατυχήματος έχουν σημαντικά αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου και ιδιαίτερα εντός κατοικημένης περιοχής. Αυτό είναι αναμενόμενο και οφείλεται στις χαμηλότερες ταχύτητες σε κόμβο συγκριτικά με εκτός κόμβου.
- ✓ Η ύπαρξη **κεντρικού στηθαίου ασφαλείας** σε σχέση με την μη ύπαρξη του, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, μειώνει την πιθανότητα ατυχήματος τουλάχιστον κατά 25% ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής, πιθανώς λόγω μείωσης της σφοδρότητας του ατυχήματος. Μεγαλύτερη μείωση της πιθανότητας ατυχήματος παρατηρείται εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής.
- ✓ Η χρήση οδού τη **μέρα** σε σχέση με τη νύχτα, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος ανεξαρτήτως

- σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής, λόγω υψηλότερης έκθεσης στον κίνδυνο (υψηλότερη κυκλοφορία) τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Εξαίρεση αποτελούν τα ατυχήματα με βαριά και ελαφρά τραυματίες όπου παρατηρείται μικρή μείωση της πιθανότητας ατυχήματος τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα εντός κατοικημένης περιοχής. Επίσης, η πιθανότητα ατυχήματος μειώνεται όσο μειώνεται η σφοδρότητα του ατυχήματος. Μεγαλύτερη αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος διαπιστώνεται σε μικρό βαθμό, εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής.
- ✓ Τέλος, η χρήση οδού σε **καλοκαιρία** σε σχέση με τη βροχή, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής, πιθανώς λόγω αυξημένων ταχυτήτων σε καλοκαιρία έναντι της βροχής, αλλά και της χαμηλότερης κυκλοφορίας σε βροχή. Διπλάσια αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος με νεκρούς, παρατηρείται εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με εντός κατοικημένης περιοχής, ενώ το αντίθετο σε μικρότερο βαθμό συμβαίνει στα ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ****6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής του **ισόπεδου κόμβου** στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων, μέσω της ανάπτυξης μακροσκοπικών προτύπων, με χρήση της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης.

Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν **δύο σειρές μαθηματικών προτύπων**: δώδεκα πρότυπα με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και έξι πρότυπα με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης. Όσον αφορά στα δώδεκα πρότυπα, κατηγοριοποιήθηκαν ανά τύπο περιοχής (κατοικημένη, μη κατοικημένη) και σοβαρότητα ατυχήματος (νεκρός, βαριά τραυματίας, ελαφρά τραυματίας), ενώ στη συνέχεια υποκατηγοριοποιήθηκαν και ανάλογα με την ύπαρξη ισόπεδου κόμβου ή όχι. Έπειτα, αναφορικά με τα υπόλοιπα έξι πρότυπα, κατηγοριοποιήθηκαν μόνο ανά τύπο περιοχής (κατοικημένη, μη κατοικημένη) και σοβαρότητα ατυχήματος (νεκρός, βαριά τραυματίας, ελαφρά τραυματίας).

Στα μαθηματικά πρότυπα εξετάστηκε ποιοτικά και ποσοτικά η **επιρροή** παραγόντων που αφορούν στα χαρακτηριστικά της **οδού** και του **ατυχήματος**. Αντίθετα, δεν επιλέχθηκαν μεταβλητές που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του εμπλεκόμενου προσώπου. Ο λογάριθμος του συνολικού

αριθμού των ατυχημάτων αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή όταν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και λαμβάνεται ως συνεχής μεταβλητή, ενώ ο συνολικός αριθμός των ατυχημάτων αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή όταν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης. Όλες οι παράμετροι, με τις οποίες συσχετίστηκε η εκάστοτε εξαρτημένη μεταβλητή, είναι διακριτές μεταβλητές.

Οι **παράμετροι** που επιλέχθηκαν να μελετηθούν με τη μέθοδο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι:

- Ο τύπος ατυχήματος
- Ο ελιγμός οχήματος
- Το κεντρικό στηθαίο ασφαλείας
- Η ανωφέρεια
- Η κατωφέρεια
- Οι συνθήκες φωτισμού
- Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες

Οι **παράμετροι** που επιλέχθηκαν να μελετηθούν με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης είναι:

- Το κεντρικό στηθαίο ασφαλείας
- Οι συνθήκες φωτισμού
- Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες
- Ο ισόπεδος κόμβος
- Ο τύπος ατυχήματος

Η συλλογή των στοιχείων έγινε μέσω του **Συστήματος Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων** (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α.), λογισμικό το οποίο έχει αναπτυχθεί από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. περιέχει στοιχεία οδικών ατυχημάτων που συνέβησαν σε ολόκληρο το οδικό δίκτυο της Ελλάδας για την περίοδο 1985-2009 στοιχεία τα οποία προέρχονται από την **Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία** (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), η ΕΛ.ΣΤΑΤ. οργανώνει και καταγράφει

συνολικά τα στοιχεία που συλλέγονται από τα **Δελτία Οδικών τροχαίων Ατυχημάτων** (Δ.Ο.Τ.Α.) τα οποία συμπληρώνει η Τροχαία μετά από κάθε οδικό ατύχημα. Η ανάκτηση των στοιχείων από τη βάση δεδομένων γίνεται μέσω της διατύπωσης ερωτημάτων και τα αποτελέσματα οργανώνονται σε πίνακες. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν σε ατυχήματα κατά την **περίοδο 1999-2007**. Τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η στατιστική ανάλυσή τους από το ειδικό στατιστικό λογισμικό.

Για τη στατιστική ανάλυση επιλέχθηκε μετά από σειρά δοκιμών, η μέθοδος της **λογαριθμοκανονικής** παλινδρόμησης καθώς τα ατυχήματα κάποιες φορές περιγράφονται από την κανονική κατανομή (Hojati 2011). Όμως, λόγω του γεγονότος ότι τα ατυχήματα περιγράφονται καλύτερα από την κατανομή Poisson (Chapman 1971, Zahavi 1962) επιλέχθηκε και η μέθοδος της **λογαριθμογραμμικής** παλινδρόμησης.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά πρότυπα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι στη λογαριθμοκανονική ανάλυση, η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε προτύπου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

Η σχετική επιρροή χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Ο υπολογισμός της βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα δώδεκα πρότυπα της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής ei^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των προτύπων. Από τον πίνακα 6.1, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως εκείνα που παρουσιάζονται στο επόμενο εδάφιο.

Ανεξάρτητες	Λογάριθμος συνολικού αριθμού ατυχημάτων																																															
Μεταβλητές	Εντός κατοικημένης περιοχής																								Εκτός κατοικημένης περιοχής																							
	με νεκρούς								με βαριά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες								με νεκρούς								με βαριά τραυματίες								με ελαφρά τραυματίες							
	Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου				Εκτός Κόμβου				Εντός Κόμβου			
	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e	βί	ti	e _i	e _e
Σταθερά	0.663	22,099	—	—	0.755	15,095	—	—	0.844	25,252	—	—	1.027	21,796	—	—	1.364	41,350	—	—	1.660	34,747	—	—	0.734	27,606	—	—	0.629	13,247	—	—	0.889	26,817	—	—	0.814	16,579	—	—	1.165	37,221	—	—	1.062	24,527	—	—
Μετωπική σύγκρουση	—	—	—	—	-0.159	-1.841	-0.032	-1.64	—	—	—	—	-0.192	-2.907	-0.044	-1.75	-0.101	-2.406	-0.017	-1.00	-0.398	-6.843	-0.063	-2.29	—	—	—	—	-0.127	-1.891	-0.049	-3.99	—	—	—	—	-0.232	-3.687	-0.091	-3.29	-0.093	-2.432	-0.018	-1.01	-0.257	-4.690	-0.069	-2.07
Πλάγια σύγκρουση	-0.147	-2.479	-0.025	-1.00	-0.200	-2.546	-0.044	-2.26	-0.192	-3.660	-0.033	-1.00	-0.217	-3.398	-0.051	-2.05	-0.180	-4.384	-0.031	-1.82	-0.309	-5.785	-0.062	-2.26	-0.285	-5.398	-0.041	-1.73	-0.328	-4.182	-0.081	-6.59	-0.360	-7.247	-0.056	-2.47	-0.362	-4.638	-0.078	-2.81	-0.267	-6.586	-0.042	-2.43	-0.345	-5.579	-0.065	-1.94
Νωτομετωπική σύγκρουση	-0.140	-2.591	-0.029	-1.18	-0.344	-4.620	-0.087	-4.51	-0.172	-3.456	-0.034	-1.02	-0.309	-5.008	-0.080	-3.20	—	—	—	—	-0.358	-6.746	-0.077	-2.78	-0.083	-2.132	-0.023	-1.00	-0.195	-2.810	-0.069	-5.63	-0.139	-3.477	-0.100	-4.41	-0.367	-5.726	-0.146	-5.30	-0.087	-2.589	-0.023	-1.34	-0.213	-4.237	-0.079	-2.39
Πρόσκρουση σε σταθ. όχημα/αντικειμ.	—	—	—	—	-0.178	-3.106	-0.088	-4.56	—	—	—	—	-0.284	-5.585	-0.123	-4.94	-0.113	-3.479	-0.036	-2.16	-0.529	-10.409	-0.133	-4.84	—	—	—	—	-0.273	-4.803	-0.181	-14.79	-0.131	-3.904	-0.148	-6.48	-0.340	-5.733	-0.181	-6.55	-0.156	-5.046	-0.053	-3.05	-0.344	-6.999	-0.134	-4.03
Παράσωση πεζού	0.158	-2.479	0.075	3.00	—	—	—	—	0.160	3.992	0.053	1.60	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.265	-5.149	-0.063	-2.27	—	—	—	—	-0.108	-1.726	-0.058	-4.73	-0.113	-2.554	-0.052	-2.29	-0.248	-3.556	-0.083	-2.99	-0.255	-5.966	-0.036	-2.06	-0.267	-4.182	-0.049	-1.46
Εκτροπή από την οδό	—	—	—	—	-0.266	-3.811	-0.079	-4.06	—	—	—	—	-0.309	-4.788	-0.070	-2.83	-0.169	-4.605	-0.038	-2.27	-0.578	-9.715	-0.085	-3.09	0.134	4.410	0.069	2.95	-0.134	-2.261	-0.077	-6.30	—	—	—	—	-0.284	-4.938	-0.151	-5.47	—	—	—	—	-0.244	-4.762	-0.081	-2.43
Άλλος τύπος ατυχ.	—	—	—	—	-0.282	-4.217	-0.093	-4.79	—	—	—	—	-0.334	-5.367	-0.084	-3.37	-0.245	-6.178	-0.046	-2.71	-0.588	-10.043	-0.093	-3.36	—	—	—	—	-0.224	-3.514	-0.101	-8.23	-0.141	-3.489	-0.102	-4.50	-0.389	-5.574	-0.118	-4.27	-0.244	-6.789	-0.053	-3.08	-0.417	-7.120	-0.094	-2.82
Κανονική πορεία	-0.069	-2.591	-0.040	-1.60	-0.165	-3.170	-0.104	-5.38	-0.129	-3.469	-0.066	-1.97	-0.236	-5.145	-0.126	-5.08	-0.201	-6.584	-0.080	-4.76	-0.288	-7.582	-0.107	-3.90	-0.149	-4.726	-0.073	-3.11	-0.178	-3.496	-0.121	-9.94	-0.154	-4.542	-0.089	-3.90	-0.197	-3.822	-0.103	-3.74	-0.256	-8.804	-0.097	-5.61	-0.311	-7.157	-0.122	-3.67
Είσοδος στο αντίθετο ρεύμα	-0.110	-2.901	-0.055	-2.21	-0.285	-4.167	-0.100	-5.16	-0.163	-4.219	-0.073	-2.20	-0.350	-6.522	-0.130	-5.24	-0.299	-9.010	-0.098	-5.83	-0.488	-11.115	-0.126	-4.56	—	—	—	—	-0.173	-3.518	-0.125	-10.26	-0.079	-2.432	-0.106	-4.65	-0.188	-3.809	-0.111	-4.02	-0.133	-4.562	-0.056	-3.25	-0.296	-7.169	-0.136	-4.09
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	—	—	—	—	-0.133	-2.631	-0.091	-4.70	-0.086	-2.415	-0.048	-1.45	-0.236	-4.979	-0.117	-4.71	-0.231	-7.341	-0.084	-5.02	-0.371	-9.022	-0.111	-4.05	-0.054	-1.863	-0.033	-1.40	-0.114	-2.416	-0.092	-7.55	-0.104	-3.267	-0.054	-2.35	-0.100	-2.104	-0.063	-2.27	-0.192	-6.775	-0.078	-4.52	-0.241	-6.019	-0.115	-3.47
Κεντρικό στήθαίο ασφαλείας	-0.389	-8.263	-0.113	-4.56	-0.368	-4.865	-0.081	-4.18	-0.469	-10.530	-0.119	-3.58	-0.519	-8.135	-0.110	-4.44	-0.666	-20.029	-0.178	-10.59	-0.732	-16.358	-0.161	-5.83	-0.350	-1.863	-0.196	-8.36	-0.320	-5.609	-0.130	-10.63	-0.399	-12.610	-0.179	-7.85	-0.405	-6.465	-0.114	-4.12	-0.447	-17.186	-0.199	-11.45	-0.524	-11.605	-0.168	-5.05
Ανωφέρεια ομαλή	-0.365	-8.961	-0.155	-6.21	-0.377	-6.322	-0.148	-7.61	-0.392	-10.290	-0.154	-4.61	-0.408	-8.374	-0.165	-6.65	-0.542	-17.508	-0.184	-10.97	-0.571	-14.095	-0.164	-5.95	-0.309	-9.241	-0.132	-5.64	-0.334	-6.567	-0.182	-14.86	-0.360	-11.033	-0.161	-7.07	-0.376	-7.272	-0.164	-5.94	-0.408	-14.472	-0.152	-8.75	-0.500	-11.699	-0.181	-5.43
Ανωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0.631	-6.750	-0.042	-1.67	-0.705	-3.441	-0.019	-1.00	-0.691	-8.423	-0.047	-1.42	-0.656	-4.597	-0.025	-1.00	-0.902	-17.283	-0.087	-5.17	-1.065	-13.717	-0.068	-2.48	-0.546	-7.908	-0.045	-1.91	-0.573	-2.419	-0.012	-1.00	-0.647	-10.773	-0.070	-3.09	-0.686	-5.221	-0.041	-1.47	-0.723	-14.435	-0.068	-3.94	-0.887	-7.360	-0.033	-1.00
Κατωφέρεια ομαλή	-0.312	-8.072	-0.147	-5.89	-0.387	-6.702	-0.165	-8.50	-0.383	-10.457	-0.165	-4.96	-0.481	-9.563	-0.184	-7.41	-0.525	-16.839	-0.174	-10.35	-0.550	-13.964	-0.168	-6.08	-0.308	-10.056	-0.169	-7.23	-0.241	-4.691	-0.126	-10.33	-0.298	-9.683	-0.147	-6.47	-0.391	-7.754	-0.185	-6.70	-0.377	-13.953	-0.157	-9.08	-0.442	-10.915	-0.179	-5.37
Κατωφέρεια με μεγάλη κλίση	-0.567	-7.880	-0.066	-2.64	-0.613	-4.637	-0.042	-2.17	-0.667	-10.344	-0.077	-2.31	-0.634	-6.748	-0.058	-2.32	-0.879	-17.492	-0.092	-5.50	-0.906	-13.229	-0.074	-2.70	-0.495	-9.203	-0.070	-3.01	-0.431	-2.848	-0.023	-1.88	-0.485	-9.557	-0.071	-3.13	-0.623	-4.142	-0.028	-1.00	-0.671	-15.753	-0.092	-5.32	-0.732	-7.179	-0.038	-1.14
Μέρα	0.159	5.056	0.138	5.55	0.199	4.655	0.199	10.25	0.195	6.378	0.138	4.15	0.141	3.725	0.117	4.69	0.352	13.442	0.179	10.66	0.344	10.550	0.177	6.42	0.213	8.098	0.184	7.88	0.220	5.902	0.317	25.96	0.252	9.670	0.203	8.94	0.254	7.024	0.301	10.89	0.353	15.090	0.220	12.66	0.328	10.607	0.289	8.67
Σούρουπο	-0.159	-3.424	-0.048	-1.92	-0.141	-2.111	-0.043	-2.24	-0.156	-3.558	-0.041	-1.24	-0.206	-3.616	-0.057	-2.30	-0.122	-3.436	-0.027	-1.59	-0.127	-2.863	-0.028	-1.00	-0.111	-2.942	-0.034	-1.44	-0.098	-1.804	-0.047	-3.86	-0.083	-2.176	-0.023	-1.00	—	—	—	—	-0.072	-2.230	-0.017	-1.00	—	—	—	—
Βροχή	-0.337	-9.398	-0.196	-7.86	-0.302	-5.379	-0.137	-7.05	-0.371	-11.097	-0.196	-5.88	-0.374	-8.181	-0.180	-7.25	-0.462	-16.733	-0.201	-11.95	-0.509	-14.283	-0.200	-7.25	-0.279	-10.029	-0.194	-8.28	-0.299	-7.135	-0.265	-21.70	-0.290	-10.628	-0.194	-8.51	-0.337	-8.040	-0.257	-9.29	-0.289	-11.982	-0.158	-9.13	-0.356	-10.579	-0.236	-7.10
Άλλες ατμ. συνθήκες	-0.432	-8.879	-0.115	-4.63	-0.414	-6.139	-0.122	-6.31	-0.481	-10.741	-0.126	-3.77	-0.461	-8.058	-0.126	-5.06	-0.646	-18.369	-0.153	-9.09	-0.672	-15.390	-0.156	-5.68	-0.425	-12.066	-0.158	-6.76	-0.330	-5.687	-0.134	-10.96	-0.422	-11.703	-0.135	-5.92	-0.452	-7.580	-0.144	-5.21	-0.510	-17.130	-0.159	-9.14	-0.487	-9.606	-0.115	-3.46
R ²	0,275				0,299				0,310				0,334				0,382				0,400				0,282				0,348				0,298				0,371				0,317				0,391			

Πίνακας 6.1 Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα δώδεκα πρότυπα της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης

Με τη μέθοδο της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης, εντοπίζεται το πιο **απλό πρότυπο**, το οποίο εξασφαλίζει καλή προσαρμογή στον πίνακα δεδομένων και ακολουθεί η επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Για την ορθότερη ερμηνεία εξετάστηκαν **οι συνδυασμοί ανά δύο** των παραμέτρων σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι εκτιμήσεις των παραμέτρων β_i που κρίθηκαν ότι είναι στατιστικά σημαντικοί και παρουσιάζονται στον πίνακα 6.2. Όμως, προκειμένου να εξαχθούν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης και να προκύψει η συσχέτιση των παραμέτρων που επηρεάζουν τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων, υπολογίστηκαν οι **λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (odds ratios)** με απολογαριθμοποίηση των εκτιμήσεων των παραμέτρων β_i .

Εξαρτημένη μεταβλητή: Συνολικός αριθμός ατυχημάτων		Συντελεστές β_i των μεταβλητών για τα 6 πρότυπα					
Πρότυπα		Ατυχήματα με νεκρούς εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με νεκρούς εκτός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με βαριά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής	Ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εκτός κατοικημένης περιοχής
Ανεξάρτητη μεταβλητή		1ο Πρότυπο	2ο Πρότυπο	3ο Πρότυπο	4ο Πρότυπο	5ο Πρότυπο	6ο Πρότυπο
Σταθερός όρος		3,018	3,077	6,246	4,885	4,748	5,758
Συνθήκες φωτισμού	Μέρα	–	,123	–,706	,148	,306	,553
	Νύχτα	–	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Ατμοσφαιρικές συνθήκες	Καλοκαιρία	2,533	2,706	,450	1,794	1,925	1,762
	Βροχή	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Τύπος ατυχήματος	Μετωπική σύγκρουση	–,461	–,133	–,089	–,478	–,666	–,708
	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	,666	1,327	2,268	–,127	–	,359
	Πλάγια σύγκρουση	–,776	–,276	1,370	–2,292	–1,947	–1,271
	Νωτομετωπική σύγκρουση	–,807	–,506	,948	–1,227	–1,136	–,530
	Πρόσκρουση σε σταθ.όχημα/αντικειμ.	,524	,418	,649	–,516	–,657	–,840
	Παράσυρση πεζού	1,045	1,068	1,784	–,735	–1,024	–1,406
	Εκτροπή από την οδό	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	Ναι	–3,461	–3,966	–4,054	–2,669	–3,067	–2,729
	Όχι	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a

Ισόπεδος κόμβος	Ναι	-,681	-,205	,221	-1,812	-1,435	-1,240
	Όχι	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a

Πίνακας 6.2 Τα τέσσερα πρότυπα με τη μέθοδο της λογαριθμογραφμικής ανάλυσης

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψαν αποτελέσματα σχετιζόμενα άμεσα με τον κύριο στόχο που τέθηκε στην αρχή. Στο υποκεφάλαιο αυτό, επιχειρείται να δοθεί μια απάντηση στα συνολικά ερωτήματα της έρευνας με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα **συμπεράσματα** που προέκυψαν συνοψίζονται ως εξής:

1. Οι **συχνότεροι τύποι ατυχημάτων** σε κόμβο κατά φθίνουσα σειρά είναι: 1) πλαγιομετωπική σύγκρουση, 2) παράσυρση πεζού, 3) πλάγια σύγκρουση, 4) πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο. Αυτό συμβαίνει πιθανώς λόγω κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις.
2. Από το σύνολο των ατυχημάτων, εκείνα που συμβαίνουν εκτός κόμβου είναι συνήθως **διπλάσια ή υπερδιπλάσια** από εκείνα που συμβαίνουν εντός κόμβου, σε όλους τους τύπους ατυχημάτων εκτός από την πλαγιομετωπική και την πλάγια σύγκρουση, πιθανώς λόγω μικρότερων αναπτυσσόμενων ταχυτήτων και υψηλότερου επιπέδου ελέγχου εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου.
3. **Τη μέρα**, τα περισσότερα ατυχήματα παρατηρούνται **εντός** ισόπεδου κόμβου, ενώ **τη νύχτα εκτός** ισόπεδου κόμβου, πιθανώς λόγω πολλών κυκλοφοριακών εμπλοκών και σημαντικού αριθμού κυκλοφορούντων πεζών.

Παρακάτω, παρατίθενται τα συμπεράσματα από τη **λογαριθμοκανονική** ανάλυση:

4. Οι μεταβλητές με τη σημαντικότερη επιρροή στα πρότυπα κατά **φθίνουσα σειρά** είναι: α) Βροχή, β) Μέρα, γ) Ανωφέρεια ομαλή, δ) Κατωφέρεια ομαλή, ε) Κεντρικό στηθαίο ασφαλείας. Πιθανή εξήγηση είναι η αυξημένη έκθεση στον κίνδυνο (αυξημένη κυκλοφορία) στις συγκεκριμένες συνθήκες.
5. Από τα αποτελέσματα της **επιρροής** των σημαντικότερων παραμέτρων με τη χρήση της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης προέκυψαν τα εξής:
 - ✓ Η επιρροή της **ανωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή ανωφέρεια έχει υπερδιπλάσια επιρροή εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου, πιθανόν λόγω μικρού αριθμού κόμβων με μεγάλη ανωφερική κλίση. Παραπλήσια είναι και η επιρροή της **κατωφέρειας με μεγάλη κλίση** σε σχέση με την ομαλή κατωφέρεια.
 - ✓ Η επιρροή της **μέρας** σε σχέση με το σούρουπο είναι αυξημένη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου σε ατυχήματα με νεκρούς, πιθανώς λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας τη μέρα.
 - ✓ Η επιρροή της **βροχής** σε σχέση με τις άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες, ανεξάρτητα της σοβαρότητας του ατυχήματος, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου από ότι εκτός κόμβου, εκτός κατοικημένης περιοχής, πιθανώς λόγω της αυξημένης προσοχής των χρηστών αλλά της απροθυμίας κάποιων χρηστών να οδηγήσουν υπό βροχή. Το αντίθετο συμβαίνει εντός κατοικημένης περιοχής.

- ✓ Τέλος, η επιρροή της **παράσυρσης πεζού** σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η οποία εξετάστηκε μόνο εκτός κατοικημένης περιοχής, είναι μεγαλύτερη εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, πιθανώς λόγω μεγαλύτερου αριθμού κυκλοφορούντων πεζών, σε ατυχήματα με βαριά τραυματίες, ενώ σε ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες η επιρροή της παράσυρσης πεζού σε σχέση με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη εκτός κόμβου σε σχέση με εντός κόμβου.

Ακολούθως, παρατίθενται τα συμπεράσματα από την **λογαριθμογραμμική** ανάλυση:

α) Από τα αποτελέσματα της συσχέτισης των παραμέτρων των τελικών προτύπων

6. Σε όλα τα πρότυπα παρατηρείται ότι η πιθανότητα για περισσότερα συνολικά ατυχήματα με νεκρούς είναι **μεγαλύτερη εκτός** ισόπεδου κόμβου από ότι **εντός** ισόπεδου κόμβου, πιθανώς λόγω υψηλότερων ταχυτήτων εκτός κόμβου, αλλά και των περισσότερων οχηματοχιλιομέτρων που διανύονται εκτός κόμβου. Εξαίρεση αποτελούν τα ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες εντός κατοικημένης περιοχής.
7. Ανεξαρτήτως του τύπου περιοχής, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα με νεκρούς, είναι μικρότερες από ότι να συμβεί ατύχημα με βαριά τραυματίες και ακόμα μικρότερες από το να συμβεί ατύχημα με ελαφρά τραυματίες, εντός ισόπεδου κόμβου. Συνεπώς, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα **αυξάνονται όσο μειώνεται η σοβαρότητα του ατυχήματος**.
8. Ανεξαρτήτως της σοβαρότητας του ατυχήματος, οι πιθανότητες να συμβεί ατύχημα **εντός** ισόπεδου κόμβου σε σχέση με **εκτός** ισόπεδου κόμβου είναι **σημαντικά μικρότερες** εκτός κατοικημένης περιοχής σε σχέση με

εντός κατοικημένης περιοχής, πιθανώς λόγω του ότι στο υπεραστικό οδικό δίκτυο υπάρχουν λιγότεροι κόμβοι από ότι στο αστικό δίκτυο.

β) Από τα αποτελέσματα της συσχέτισης των παραμέτρων ανά δύο των τελικών προτύπων

9. Όλες οι κατηγορίες του τύπου ατυχήματος έχουν σημαντικά **αυξημένη** πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την **εκτροπή από την οδό**, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου και ιδιαίτερα εντός κατοικημένης περιοχής. Αυτό είναι αναμενόμενο και οφείλεται στις χαμηλότερες ταχύτητες σε κόμβο συγκριτικά με εκτός κόμβου.
10. Από τα αποτελέσματα της **επιρροής** των σημαντικότερων παραμέτρων ανά δύο με την λογαριθμογραμμική ανάλυση προέκυψαν τα εξής:
 - ✓ Όσον αφορά στον τύπο του ατυχήματος, παρατηρείται ότι ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής οι **κατηγορίες** τύπου ατυχήματος με τη μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την εκτροπή από την οδό, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, κατά **φθίνουσα σειρά είναι**: α) πλαγιομετωπική σύγκρουση, β) πλάγια σύγκρουση, γ) νωτομετωπική σύγκρουση και δ) παράσυρση πεζού. Εξαίρεση αποτελούν η νωτομετωπική σύγκρουση και η παράσυρση πεζού οι οποίες εναλλάσσονται ανάλογα με τον τύπο περιοχής. Αυτό πιθανώς συμβαίνει λόγω της κίνησης των οχημάτων σε μη παράλληλες διευθύνσεις πλησίον κόμβου.
 - ✓ Η ύπαρξη **κεντρικού στηθαίου ασφαλείας** σε σχέση με την μη ύπαρξη του, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, μειώνει την πιθανότητα ατυχήματος τουλάχιστον κατά 25% ανεξαρτήτως

σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής, πιθανώς λόγω μείωσης της σφοδρότητας του ατυχήματος.

- ✓ Η χρήση οδού τη **μέρα** σε σχέση με τη νύχτα, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής, λόγω υψηλότερης έκθεσης στον κίνδυνο (υψηλότερη κυκλοφορία) τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα. Εξαιρέση αποτελούν τα ατυχήματα με βαριά και ελαφρά τραυματίες, όπου παρατηρείται μια μικρή μείωση της πιθανότητας ατυχήματος τη μέρα σε σχέση με τη νύχτα εντός κατοικημένης περιοχής.
- ✓ Τέλος, η χρήση οδού σε **καλοκαιρία** σε σχέση με τη βροχή, εντός κόμβου σε σχέση με εκτός κόμβου, αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος ανεξαρτήτως σοβαρότητας ατυχήματος και τύπου περιοχής, πιθανώς λόγω αυξημένων ταχυτήτων σε καλοκαιρία έναντι της βροχής, αλλά και της χαμηλότερης κυκλοφορίας σε βροχή.

11. Οι μέθοδοι της λογαριθμοκανονικής ανάλυσης (lognormal analysis) και της γενικής λογαριθμογραμμικής ανάλυσης (general loglinear analysis) είναι **κατάλληλες** για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό εκείνων των παραμέτρων που επηρεάζουν το συνολικό αριθμό οδικών ατυχημάτων όπως αυτός ορίστηκε να εξετασθεί.

12. Από τη μακροσκοπική ανάλυση της επιρροής του ισόπεδου κόμβου στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων και προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα και συμπεράσματα. **Υπό προϋποθέσεις** μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν σε συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες

προσαρμογές ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν σε άλλες περιπτώσεις με τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συνολικά συμπεράσματα που εξάχθηκαν κατά την εκπόνηση της Εργασίας αυτής, επιχειρείται η παράθεση μιας σειράς προτάσεων, οι οποίες ενδεχομένως να συμβάλουν στη βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας. Σημειώνεται ότι οι παρακάτω προτάσεις αποτελούν μέτρα βελτίωσης της οδικής ασφάλειας στους κόμβους, όχι απαραίτητα συνδεδεμένα με τα αποτελέσματα της Δ.Ε.

Για να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της οδικής ασφάλειας, τόσο σε επίπεδο πρόληψης όσο και σε επίπεδο καταστολής, χρειάζεται να δοθεί προσοχή και στους δύο βασικούς παράγοντες, στον χρήστη της οδού και στην πολιτεία ως υπεύθυνη για την διατύπωση και εφαρμογή της συγκοινωνιακής πολιτικής και τον έλεγχο όλου του συστήματος. Παρακάτω παρατίθενται μερικές **Προτάσεις** για την επίτευξη του στόχου.

1. Η **αποτελεσματική αστυνόμευση** των ταχυτήτων των οχημάτων στους κόμβους είναι απαραίτητη, με σκοπό αφενός τη μείωση ατυχημάτων με πεζούς και αφετέρου των ατυχημάτων με δύο ή περισσότερα οχήματα. Επίσης, στους κόμβους είναι αναγκαίοι οι **έλεγχοι** παράβασης φωτεινού σηματοδότη και σήματος STOP, έλεγχοι προσπεράσεων, προτεραιότητας στους πεζούς κλπ. Φυσικά, εκτός από τους κόμβους πρέπει να υπάρχει αστυνόμευση σε περιοχές με μικρό κυκλοφοριακό φόρτο όπου μπορούν να αναπτυχθούν υψηλές ταχύτητες με σκοπό τη μείωση της σοβαρότητας των ατυχημάτων.
2. Οι **πεζοί** και οι **ποδηλάτες** είναι οι πιο **ευάλωτες** κατηγορίες χρηστών. Συνεπώς όσον αφορά στην κίνηση των πεζών και των ποδηλατών σε

κόμβους θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας της κίνησης των πεζών και των ποδηλατών. Έτσι, θα πρέπει να προβλεφθεί η λιγότερη δυνατή εμπλοκή της κίνησης τους με εκείνη των οχημάτων με την κατασκευή πεζογεφυρών, ανισόπεδων ή μη διαβάσεων, πεζοδρομίων, ποδηλατοδρόμων, οι οποίοι να φωτίζονται τη νύχτα, δημιουργία οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης, χάραξης, κατασκευή ανεξάρτητων εγκαταστάσεων, δημιουργία προστατευμένης φάσης σηματοδότησης (σε σηματοδοτούμενους κόμβους) αλλά και μέτρα μείωσης της ταχύτητας των οχημάτων (τοπικές υπερυψώσεις, σαμαράκια, στένωση οδού κλπ.) στα σημεία με αυξημένη διέλευση πεζών, δηλαδή στους κόμβους εντός κατοικημένης περιοχής αλλά και στις προσεγγίσεις κόμβων ώστε τα οχήματα να μειώνουν την ταχύτητα τους

3. Επίσης, χρειάζεται σωστή χάραξη, κατασκευή και **διαμόρφωση** των νέων κόμβων, αλλά και επαρκής συντήρηση των υφιστάμενων κόμβων. Δηλαδή, κατάλληλη χάραξη και σωστή διαμόρφωση των κλίσεων και κυρίως των επικλίσεων των κόμβων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική αποστράγγιση, όπως και αποτελεσματικός σχεδιασμός του δικτύου αποστράγγισης (αγωγοί ομβρίων, οχετοί κ.λπ.). Επίσης, σε συνδυασμό με τα παραπάνω, η χρήση ασφάλτου παρασκευασμένης με μεθόδους που επιβάλλουν οι κανονισμοί και η ταυτόχρονη τοποθέτηση αντιολισθητικού ασφαλοτάπητα είναι βέβαιο ότι θα συμβάλλουν στη διαμόρφωση του «συγχωρητικού περιβάλλοντος της οδού», που αποτελεί βασικό ζητούμενο και προϋπόθεση για την οδική ασφάλεια.
4. Η βελτίωση της **ορατότητας στους κόμβους** είναι επίσης σημαντική. Συγκεκριμένα, σε κάθε σκέλος ενός κόμβου απαιτείται επαρκής διαθέσιμη απόσταση, η οποία θα επιτρέπει στους χρήστες της οδού να αντιλαμβάνονται εγκαίρως τα οχήματα που προσεγγίζουν και να αποφεύγουν τις συγκρούσεις. Η επιφάνεια στην οποία δεν πρέπει να

υπάρχει κανένα εμπόδιο ορατότητας καλείται **πεδίο ορατότητας** το οποίο πρέπει να είναι ελεύθερο, ώστε οι χρήστες της οδού να έχουν την απαιτούμενη ορατότητα για να πραγματοποιήσουν εγκαίρως τις απαραίτητες ενέργειες ώστε να διασχίσουν με ασφάλεια τον εκάστοτε κόμβο. Επιπλέον, για να βελτιωθεί η ορατότητα στον κόμβο πρέπει να βελτιωθεί η ορατότητα στα σημεία προσέγγισης, να βελτιωθεί η ορατότητα της σήμανσης και της σηματοδότησης (σε σηματοδοτούμενους κόμβους) και να υπάρχει επαρκής φωτισμός στους κόμβους ιδιαίτερα τις νυχτερινές ώρες. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν σε κάποια σημεία, πρέπει τουλάχιστον να βελτιωθεί η οριζόντια σήμανση με διαγράμμιση, με φωσφορίζουσες οριογραμμές και διαχωριστικές γραμμές στα σημεία αυτά.

5. **Η απαγόρευση της στάθμευσης** στις περιοχές προσέγγισης των κόμβων, είναι επίσης ένα αποτελεσματικό μέτρο. Με αυτό τον τρόπο, βελτιώνεται η ορατότητα και αυξάνεται το πεδίο ορατότητας αλλά και μειώνονται οι ελιγμοί στάθμευσης πλησίον των κόμβων που συνεισφέρουν σημαντικά σε κυκλοφοριακές καθυστερήσεις και ενδεχομένως αυξάνουν την πιθανότητα ατυχήματος. Ακόμα, μπορεί να υιοθετηθεί η απαγόρευση στάθμευσης για κάποιες συγκεκριμένες ώρες της ημέρας (πιθανότατα ώρες αιχμής) αλλά και για συγκεκριμένους τύπους οχημάτων.

6. Επιπλέον, χρήσιμη θα ήταν και η βελτιστοποίηση της **σηματοδότησης** (σε σηματοδοτούμενους κόμβους) αλλά και της διαρρύθμισης των κόμβων (σε μη σηματοδοτούμενους κόμβους) με τα εξής μέτρα:

- ✓ Δημιουργία αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής ή προστατευμένης φάσης αριστερής στροφής και διαχωρισμός δεξιάς στροφής. Επιπλέον, απαγόρευση ή περιορισμός ελιγμών αριστερής

στροφής για κάποιες ώρες της ημέρας (ώρες αιχμής) σε κόμβους με υψηλές συχνότητες ατυχημάτων από ελιγμούς στροφής.

- ✓ Βελτιστοποίηση χρόνου κίτρινης ένδειξης σηματοδότησης ώστε να αποφεύγονται τα ατυχήματα με οχήματα τα οποία συνεχίζουν την πορεία τους στον κόμβο αφού έχει τελειώσει μια φάση σηματοδότησης με αυτά που εισέρχονται στον κόμβο όταν αρχίζει μια άλλη φάση σηματοδότησης. Επιπλέον, χρήζει βελτιστοποίησης ο χρόνος πράσινης ένδειξης των πεζών, ο οποίος πρέπει να είναι επαρκής ώστε οι πεζοί να διασχίζουν με ασφάλεια τις διαβάσεις.
- ✓ Βελτιστοποίηση συντονισμένης σηματοδότησης, ειδικά σε κόμβους που βρίσκονται πολύ κοντά χωρικά. Με τον τρόπο αυτό, οι φάλαγγες των οχημάτων θα πραγματοποιούν λιγότερες στάσεις σε κόμβους, θα διατηρούν μια σταθερή ταχύτητα αλλά και θα μειωθούν τα ατυχήματα λόγω ελιγμών στροφής.
- ✓ Βελτίωση διαρρύθμισης της μεσαίας νησίδας, με χάραξη γραμμής καθοδήγησης για τα στρέφοντα οχήματα αλλά και κλείσιμο ανοιγμάτων μεσαίας νησίδας σε κόμβους με υψηλό δείκτη ατυχημάτων λόγω στρεφόντων οχημάτων.

7. Καθώς ο ανθρώπινος παράγοντας παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στα ατυχήματα πρέπει να επισημανθεί στο ευρύ κοινό το **πρόβλημα της οδικής ασφάλειας μέσω εκστρατειών ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης**. Οι εκστρατείες αυτές όσον αφορά στους πεζούς πρέπει να στοχεύουν σε συγκεκριμένες κυρίως ηλικιακές κατηγορίες (παιδιά κάτω των 15 ετών και τους γονείς τους, ηλικιωμένους άνω των 66 ετών) με σκοπό την επισήμανση των επικίνδυνων σημείων του οδικού δικτύου που χρησιμοποιούν, καθώς και των συνθηκών εκείνων του οδικού δικτύου που επηρεάζουν την οδική τους ασφάλεια. Όσον αφορά στους

χρήστες των οδών, πρέπει να πραγματοποιούνται σεμινάρια οδικής ασφάλειας που να στοχεύουν στη συμμόρφωσή τους με τον Κ.Ο.Κ.

Επιπλέον, φορείς όπως το Υπουργείο Μεταφορών, τα σχολεία (κυρίως με το μάθημα της κυκλοφοριακής αγωγής), οι δήμοι αλλά και τα ΜΜΕ με την καθολική τους απήχηση είναι οι πλέον κατάλληλοι για να ενημερώσουν, να υποστηρίξουν και να χρηματοδοτήσουν εκστρατείες ενημέρωσης και σεμινάρια οδικής ασφάλειας. Κατάλληλη ενημέρωση επίσης πρέπει να γίνει στους οδηγούς των βαρέων οχημάτων αλλά και των δικύκλων, όσον αφορά στους **κινδύνους** που απορρέουν από τη φύση των οχημάτων αυτών αλλά και του τρόπου κίνησής τους στο οδικό δίκτυο.

8. Τέλος, ένα άλλο χρήσιμο μέτρο, εξελιγμένο τεχνολογικά το οποίο όμως βρίσκεται σε **πειραματικό στάδιο** και ενδεχομένως να είναι αποτελεσματικό σε κόμβους μη σηματοδοτούμενους και με περιορισμένη ορατότητα, είναι το αυτόματο πληροφοριακό σύστημα σε πραγματικό χρόνο, το οποίο δίνει στοιχεία στο χρήστη της οδού για διαθέσιμο κενό προκειμένου να πραγματοποιήσει στροφή σε κόμβο ή να κάνει ελιγμό διάσχισης ενός κόμβου.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

1. Προκειμένου να είναι δυνατή η εφαρμογή των συμπερασμάτων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας σε τοπικό επίπεδο, χρήσιμο θα ήταν να πραγματοποιηθούν παρόμοιες έρευνες σε **μικρότερη χωρική κλίμακα** (Περιφέρεια, Νομαρχιακή ή ακόμα και Τοπική Αυτοδιοίκηση) λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής.
2. Οι επόμενες έρευνες θα μπορούσαν να επεκταθούν και στην **εξέταση άλλων παραμέτρων** που ενδεχομένως να επηρεάζουν την οδική ασφάλεια όπως ο τύπος οδού, το είδος του οχήματος, το φύλο του

- παθόντος, η ηλικία του παθόντος, η εθνικότητα του παθόντος, η κατανάλωση αλκοόλ, ο σκοπός της μετακίνησης, η μέρα και ώρα του ατυχήματος, η χρήση ζώνης ασφαλείας ή κράνους. Σημαντικό επίσης θα ήταν να συμπεριληφθούν στη μελέτη και άλλες παράμετροι, όπως **πραγματικά στοιχεία κυκλοφορίας** (κυκλοφοριακοί φόρτοι, οχηματοχιλιόμετρα, ταχύτητες κ.λπ.) που ενδεχομένως θα οδηγούσαν σε καλύτερη εξήγηση της επιρροής των διαφόρων παραμέτρων.
3. Επίσης, θα μπορούσε να γίνει στατιστική ανάλυση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν με **περισσότερες τιμές μεταβλητών** (πχ όλες οι κατηγορίες τύπου ατυχήματος) καθώς επίσης και η μελέτη **μεγαλύτερης τάξης αλληλεπιδράσεων** (περισσότερων των ανά δύο) των μεταβλητών μεταξύ τους, στη λογαριθμογραμμική ανάλυση, που θα επέτρεπε την εξαγωγή ακόμη πιο ειδικών συμπερασμάτων.
 4. Η χρήση της Λογαριθμοκανονικής ανάλυσης (lognormal analysis), καθώς και της Γενικής Λογαριθμογραμμικής ανάλυσης (general loglinear analysis), θεωρήθηκαν ως οι καταλληλότερες μεθοδολογίες για τη στατιστική ανάλυση, θα μπορούσε όμως σε επόμενη έρευνα να γίνει χρήση και **άλλων στατιστικών μεθόδων** (αρνητική διωνυμική, Logit, Probit) αλλά και της **πολλαπλής ανάλυσης μεταβλητών** (multilevel analysis).
 5. Ακόμα, θα παρουσίαζε ενδιαφέρον, η μελέτη της επιρροής του ισόπεδου κόμβου με **πειραματικές μεθόδους**. Μια μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα είναι η μέθοδος **«πριν και μετά»**, κατά την οποία καταγράφονται οι αριθμοί των ατυχημάτων και των παθόντων πριν και μετά την βελτίωση της διαρρύθμισης ή της κατασκευής ενός ισόπεδου κόμβου ή την υιοθέτηση αντιμέτρων και στην συνέχεια συγκρίνονται, για να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την επιρροή των παραπάνω ενεργειών στην οδική ασφάλεια.

6. Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση για την μελέτη της επιρροής του ισόπεδου κόμβου, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με την **χρήση του προσομοιωτή οδήγησης** (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί έρευνα σε συγκεκριμένες συνθήκες κυκλοφορίας και υπό την επίδραση συγκεκριμένων καιρικών συνθηκών για παράδειγμα υπό βροχή σε υπεραστικό περιβάλλον. Το σημαντικότερο, όμως είναι η δυνατότητα διερεύνησης της **συμπεριφοράς** του χρήστη της οδού και πιο συγκεκριμένα της πιθανής μεταβολής της ταχύτητας του όταν προσεγγίζει ισόπεδο κόμβο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abdel-Aty, M., Keller, J., 2005. Exploring the overall and specific crash severity levels at signalized intersections. *Accid. Anal. Prev.* 37 (3), 417- 425.
2. Antoniou C., Yannis G., Evgenikos P., Knowles J., Broughton J., Kirk A., 2011. A critical assessment of intersection safety across Europe, *Proceedings of the 1st International Conference on Access Management*, Athens.
3. CARE, 2010: EU road database or national publications, *Road accidents statistics in Europe*.
4. Chapman R.A., 1971. Number of accidents per Day and Times between Accidents. *Traffic Engineering and Control*. 12 (2), 82-84.
5. Clarke D., Forsyth R., Wright R., 1998. Behavioural factors in accidents at road junctions: The use of a genetic algorithm to extract descriptive rules from police case files. *Accid. Anal. Prev.* 30 (2), 223-234.
6. European Road Safety Observatory, 2010, www.erso.eu.
7. European Transport Safety Council, 2011: 5th Road Safety PIN Report, ETSC, Brussels.
8. Federal Highway Administration, 2004, Safety Program, Intersection Safety, Signalized Intersections: NCHRP Report 500: Volume 12: A Guide for Reducing Collisions at Signalized Intersections, Washington D.C.
9. Federal Highway Administration, 2003, Safety Program, Intersection Safety, Unsignalized Intersections: NCHRP Report 500: Volume 5: A Guide for Reducing Collisions at Unsignalized Intersections, Washington D.C.
10. Frith W.J., Derby N.M., 1987. Intersection control by Stop and Give way signs-The conclusions of Polus. *Accid. Anal. Prev.* 19 (3), 237-241.

11. Golias J.C., 1992. Establishing relationships between accidents and flows at urban priority road junctions. *Accid. Anal. Prev.* 24 (6), 689-694.
12. Haleem K., Abdel-Aty M., Mackie K., 2010. Using a reliability process to reduce uncertainty in predicting crashes at unsignalized intersections. *Accid. Anal. Prev.* 42, 654-666.
13. Helai H., Chor C.H., Haque M.M., 2008. Severity of driver injury and vehicle damage in traffic crashes at intersections: A Bayesian hierarchical analysis. *Accid. Anal. Prev.* 40, 45-54.
14. Hojati T.A., Charles P., Ferreira L., Bin Kabit M.R., 2011. An analysis of traffic incidents on an Australian urban road network. *Australian Transport Research Forum Proceedings*, Adelaide, Australia. Publication website: www.patrec.org/atrf.aspx.
15. Kanellaidis G., 1996. Human factors in highway geometric design. *Journal of Transportation Engineering*. 122 (1), 59-66.
16. Kim D.G., Lee Y., Washington S.P., Choi K., 2007. Modelling crash outcome probabilities at rural intersections: Application of hierarchical binomial logistic models. *Accid. Anal. Prev.* 39 (1), 125-134.
17. Kulmala R., 1994. Measuring the safety effect of road measures at junctions. *Accid. Anal. Prev.* 26 (6), 781-794.
18. Mountain L., Fawaz B., Jarret D., 1996. Accident prediction models for roads with minor junctions. *Accid. Anal. Prev.* 28 (6), 695-707.
19. National Technical University of Athens, 2010: Road Safety Observatory, Traffic Safety Basic Facts 2010, Junctions, www.nrso.ntua.gr.
20. Oh J., Washington S., Choi K., 2004. Development of accident prediction models for rural highway intersections. *Transport. Res. Record* 1840, 41-49.
21. Persaud B., Lord D., Palmisano J., 2002. Calibration and transferability of accident prediction models for urban intersections. *Transport. Res. Record* 1784, 57-64.
22. Polus A., 1985. Driver behaviour and accident records at unsignalized urban intersections. *Accid. Anal. Prev.* 17 (1), 25-32.

23. Quddus M.A., Chin H.C., 2002. Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections. *Accid. Anal. Prev.* 35 (2), 253-259.
24. Washington S.P., Karlaftis M.G., Mannering F.L., 2003. *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*. Chapman and Hall/ CRC Press, Boca Raton, FL.
25. Wong S.C., Sze N.N., Li Y.C., 2007. Contributory factors to traffic crashes at signalized intersections in Hong Kong. *Accid. Anal. Prev.* 39, 1107-1113.
26. World Bank, Road & Highways 2009: Road Safety, www.worldbank.org.
27. Yannis G., 2007. Road Safety in Greece, *Journal of IATSS*. 31 (2), 110-112.
28. Yannis G., Papadimitriou E., Evgenikos P., 2011 Effectiveness of road safety measures at junctions, *Proceedings of the 1st International Conference on Access Management*, Athens,.
29. Ye X., Pendyala R.M., Washington S.P., Konduri K., Oh J., 2009. A simultaneous equations model of crash frequency by collision type for rural intersections. *Accid. Anal. Prev.* 47 (3), 443-452.
30. Zahavi Y., 1962. The problem of Accident Distribution. *Traffic Quarterly*. 16 (4), 540-548.
31. Γκόλιας Ι.Κ., 2007. Σημειώσεις για χρήση στατιστικών κατανομών στην περιγραφή της κυκλοφοριακής ροής. Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής Ε.Μ.Π., Αθήνα.
32. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο., 2001. Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδιασμού για τη Βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2001-2005, Αθήνα.
33. Θεοφιλάτος Α., 2009. Διερεύνηση του ελάχιστου διαστήματος από το όχημα που αποδέχεται ο πεζός για να διασχίσει αστική οδό εκτός διασταυρώσεων. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής Ε.Μ.Π., Αθήνα.
34. Κανελλαΐδης Γ., Καλτσούνης Α., Γλαρός Γ., Δραγομάνοβιτς Α., 2008. Σημειώσεις Ειδικών Κεφαλαίων Οδοποιίας. Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής Ε.Μ.Π., Αθήνα

- 35.Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., 1999 Εισαγωγή στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστική, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα.
- 36.Κρητικού Σ., 2010 Ανάπτυξη μακροσκοπικών προτύπων σοβαρότητας οδικών ατυχημάτων ενός ή περισσότερων οχημάτων. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 37.Μιτζάλης Ν., 2010. Διερεύνηση της επιρροής του φωτισμού στη συχνότητα και τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- 38.Σταθόπουλος Α., Καρλαύτης Μ., 2008. Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- 39.Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., 1986. Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη.
- 40.Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γκόλιας Ι.Κ., 1994. Οδική Ασφάλεια, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- 41.Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γκόλιας Ι.Κ., Πιτσιάβα – Λατινοπούλου Μ.Χ., 2009. Κυκλοφοριακή Τεχνική, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- 42.Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Πιτσιάβα – Λατινοπούλου Μ.Χ., Τσαμπούλας Δ.Α. 1997. Διαχείριση Κυκλοφορίας, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- 43.Χρήστου Γ.Κ., 2002. Εισαγωγή στην Οικονομετρία (τόμοι Α και Β), Εκδόσεις Δαρδανός Ο.Ε./ Gutenberg, Αθήνα.