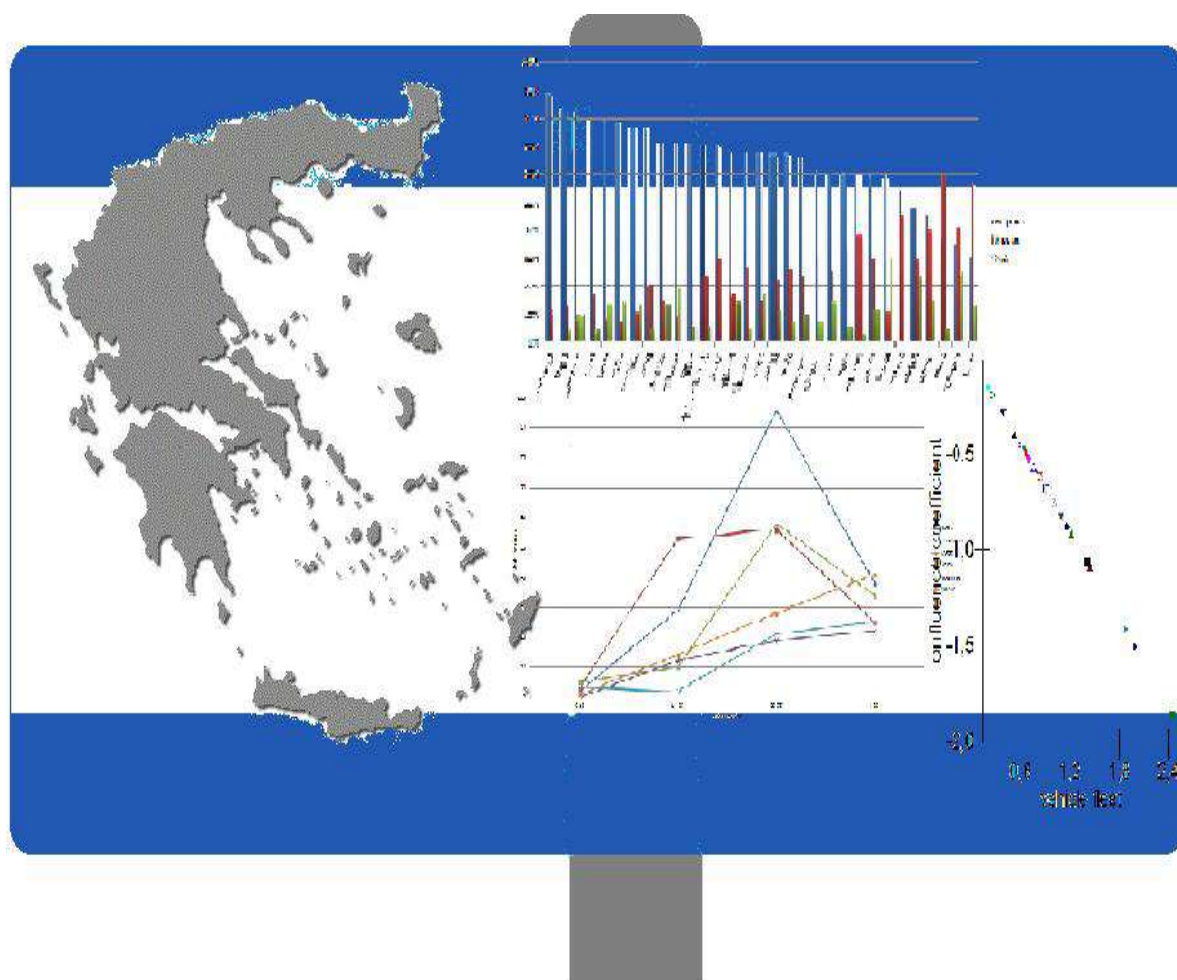




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΛΕΙΣ



ΣΠΑΝΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα στο σημείο αυτό να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Γιαννή, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, τόσο για την επιλογή του θέματος όσο και για την πολύτιμη καθοδήγησή του και την πολύ δημιουργική συνεργασία κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Παράλληλα ευχαριστώ τον κ. Ι. Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και την κ. Ε. Βλαχογιάννη, Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για τις εύστοχες και χρήσιμες παρατηρήσεις τους πάνω στη Διπλωματική Εργασία.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την κ. Ε. Παπαδημητρίου, Διδάκτορα Πολιτικό Μηχανικό Ε.Μ.Π., για τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις της σε σημαντικά ζητήματα της Διπλωματικής Εργασίας και κυρίως κατά το στάδιο της στατιστικής ανάλυσης.

Ακόμη, ευχαριστώ τον κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Υποψήφιο Διδάκτορα, για τη βοήθεια σε θέματα που αφορούσαν τη χρήση της βάσης δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ του ΕΜΠ.

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

Αθήνα, Μάρτιος 2013
Δημήτριος Σπανάκης

ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

Δημήτριος Σπανάκης

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

ΣΥΝΟΨΗ:

Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η πολυεπίπεδη διερεύνηση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων στις ελληνικές πόλεις. Για την ανάλυση αναπτύχθηκε βάση δεδομένων με τα στοιχεία οδικών ατυχημάτων της ΕΛ.ΣΤΑΤ σε 30 ελληνικές πόλεις της περιόδου 2006-2010, η οποία συμπληρώθηκε με δημογραφικά στοιχεία για τις πόλεις, όπως ο πληθυσμός, ο στόλος οχημάτων και το κατά κεφαλήν εισόδημα. Αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν ειδικά στατιστικά πρότυπα απλής και πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson. Η επιλογή της πολυεπίπεδης μοντελοποίησης κρίθηκε απαραίτητη καθώς οδήγησε στην εξαγωγή περισσότερων ολοκληρωμένων συμπερασμάτων. Από τα αποτελέσματα συνάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την επιρροή των παραμέτρων που εξετάστηκαν στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών στις ελληνικές πόλεις, όπως η ύπαρξη διαχωριστικής νησίδας, η λειτουργία τεχνητού νυχτερινού φωτισμού, ο τύπος ατυχήματος, ο τύπος οχήματος, η ηλικία των παθόντων και ο στόλος των οχημάτων. Από το δεύτερο επίπεδο ανάλυσης βρέθηκε ότι υπάρχει σημαντική διακύμανση της επιρροής του στόλου των οχημάτων κάθε πόλης στον αριθμό των παθόντων στα οδικά ατυχήματα, η οποία και ποσοτικοποιήθηκε.

Λέξεις-Κλειδιά: Πολυεπίπεδη ανάλυση, πολυεπίπεδη μοντελοποίηση Poisson, ατυχήματα εντός πόλεως, χαρακτηριστικά ατυχημάτων, Ατυχήματα στην Ελλάδα

MULTILEVEL INVESTIGATION OF ROAD ACCIDENTS CHARACTERISTICS IN GREEK CITIES

Dimitrios Spanakis

Supervisor: George Yannis, Associate Professor NTUA

ABSTRACT:

The aim of this Diploma Thesis is the multilevel investigation of road accidents characteristics in Greek cities. For this analysis, a database was developed with road accident data from the Hellenic Statistical Authority in 30 Greek cities for the period 2006-2010, which has been complemented with cities demographic data: population, vehicle fleet, and per capita income. Simple and multilevel, statistical Poisson models were developed and applied. The choice of multilevel modeling was judged necessary, because it led to the extraction of more complete conclusions. From the results, useful conclusions are deduced for the impact of some of the examined parameters in the number of fatalities, serious and slight injuries in Greek cities, such as existence of median, operation of technical night lighting, accident type, vehicle type, casualty age and vehicle fleet. From the second level analysis it was found that there is significant variation of the impact of the vehicle fleet of each city to the number of casualties in road accidents, which was quantified.

Keywords: Multilevel analysis, Multilevel Poisson model, accidents in urban areas, accident characteristics, accidents in Greece

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **πολυεπίπεδη διερεύνηση** των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων στις ελληνικές πόλεις.

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προέκυψε ότι τα καταλληλότερα **δεδομένα** για την περαιτέρω ανάλυση, είναι εκείνα που **συλλέγονται** από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛ. ΣΤΑΤ.), μέσω των Δελτίων Οδικών Ατυχημάτων (**Δ.Ο.Τ.Α.**), καθώς επίσης και ορισμένα δημογραφικά στοιχεία για κάθε πόλη που συλλέχθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ.. Αποφασίστηκε να εξεταστούν οι αριθμοί των νεκρών των βαριά και ελαφρά τραυματιών, των πόλεων με πληθυσμό πάνω από 30.000 κατοίκους στην περίοδο 2006-2010. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν αφορούσαν τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος του ατυχήματος, των συμμετεχόντων, του οχήματος, και των πόλεων.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών, μετά από σειρά δοκιμών για την εύρεση των καταλληλότερων προτύπων, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν τα **τελικά μαθηματικά πρότυπα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζομένων παραμέτρων και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Η σχετική επιρροή προσδιορίστηκε μέσω του συντελεστή βί της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται ο συντελεστής επιρροής το σφάλμα και ο παράγοντας t των ανεξάρτητων μεταβλητών στα πρότυπα του αριθμού των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Από τον παρακάτω πίνακα, 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 αυτά που παρουσιάζονται παρακάτω.

1. Τα δεδομένα για τη διερεύνηση που χρησιμοποιήθηκαν, παρουσιάζουν ιεραρχική δομή και ένθετες δομές δεδομένων, καθώς κάποιες παράμετροι αναφέρονται στο επίπεδο των χαρακτηριστικών των νεκρών (ομοίως βαριά και ελαφρά τραυματιών) σε οδικά ατυχήματα, ενώ οι υπόλοιπες στο επίπεδο των πόλεων. Γι' αυτό το λόγο, είναι απαραίτητη η **χρήση πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson**, διότι αν αγνοηθεί η δομή αυτή των δεδομένων, πιθανώς κάποια αποτελέσματα να θεωρηθούν εσφαλμένως σωστά, καθώς στη πραγματικότητα θα οφείλονται στην τυχαιότητα των δεδομένων χωρίς να αποτυπώνουν τις διακυμάνσεις λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών των πόλεων.
2. Τα χαρακτηριστικά των πόλεων διαφοροποιούν και επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών των βαριά και ελαφρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα, ο οποίος μεταβάλλεται σημαντικά στις πόλεις, όπως αποδείχθηκε από το **πρότυπο δευτέρου επιπέδου των πόλεων**.
3. Παρατηρήθηκε από την ανάλυση της επιρροής του στόλου των οχημάτων ανά πόλη, ότι υπάρχει **σημαντική διακύμανση της επιρροής του στόλου των οχημάτων** στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα, στο επίπεδο των πόλεων, που ως χαρακτηριστικό της πόλης, εξηγεί σε μεγάλο βαθμό τη διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι πόλεις στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών.
4. Από το πολυεπίπεδο πρότυπο των ελαφρά τραυματιών προέκυψε στατιστικά σημαντική η τυχαία επιρροή (random effect) της ηλικίας 16-25, που σημαίνει ότι η επιρροή της υπομεταβλητής, "ηλικία 16-25", στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών διαφοροποιείται ανάλογα τα χαρακτηριστικά των πόλεων. Επιπλέον, βρέθηκε ότι οι **ηλικίες 16-25 και 26-55** αυξάνουν σημαντικά τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.
5. **Σειρά άλλων χαρακτηριστικών του ατυχήματος** βρέθηκαν επίσης να επηρεάζουν τον αριθμό των παθόντων στα οδικά ατυχήματα στις ελληνικές πόλεις. Η έλλειψη τεχνητού νυχτερινού φωτισμού αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών, ενώ η ύπαρξη κεντρικής νησίδας μειώνει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών και των βαριά τραυματιών. Η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα ή σε σταθερό αντικείμενο όπως και η μετωπική σύγκρουση αυξάνουν τον αριθμό των νεκρών. Η παράσυρση πεζού δεν επηρεάζει τον αριθμό των νεκρών διότι δεν είναι τόσο συχνός τύπος ατυχήματος στις ελληνικές πόλεις. Τέλος, η εμπλοκή επιβατικού οχήματος στο ατύχημα αυξάνει τον αριθμό των νεκρών σε σχέση με τα δίκυκλα ή άλλα οχήματα. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει λόγω του μεγάλου αριθμού επιβατικών που κυκλοφορούν στις ελληνικές πόλεις.

6. Η **αύξηση του αριθμού των κυκλοφορούντων** οχημάτων στις πόλεις, οδηγεί σε μείωση του αριθμού των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην αύξηση των κυκλοφοριακών φόρτων και στη συνεπαγόμενη ελάττωση της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας.
7. Στις πόλεις Χανιά, Κοζάνη, Κέρκυρα, Κόρινθος, Πύργος, Ρέθυμνο Τρίπολη, Γιαννιτσά (**κυρίως μικρότερες πόλεις**) συμβαίνουν συχνότερα ατυχήματα με αριθμό νεκρών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο. Αντίθετα στις πόλεις Πάτρα, Λάρισα, Βόλος, Ιωάννινα, Κατερίνη, Δράμα, Ξάνθη, Αλεξανδρούπολη συμβαίνουν λιγότερο συχνά ατυχήματα με αριθμό νεκρών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο. Στις παραπάνω πόλεις ο στόλος οχημάτων επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών.
8. Στην Πάτρα και στη Λάρισα (**μεγαλύτερες πόλεις**) συμβαίνουν λιγότερο συχνά ατυχήματα με αριθμό βαριά τραυματιών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο. Σε αυτές τις πόλεις ο στόλος οχημάτων επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών. Οι υπόλοιπες πόλεις δεν διαφέρουν σημαντικά από το Ηράκλειο όσον αφορά στην επιρροή στον αριθμό των βαριά τραυματιών.
9. Το Ηράκλειο οι Σέρρες και τα Γιαννιτσά (**πόλεις μεσαίου μεγέθους**) παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό ελαφρά τραυματιών συγκριτικά με τις άλλες πόλεις που παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά όσον αφορά στον αριθμό ελαφρά τραυματιών. Η μεταβολή του στόλου επηρεάζει λιγότερο αυτές τις πόλεις όσον αφορά στην επιρροή στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.
10. Η μεταβλητές φύλο παθόντα, καιρικές συνθήκες, κατάσταση οδοστρώματος και είδος ρύθμισης της κυκλοφορίας **δεν βρέθηκε να επηρεάζουν** τους αριθμούς των νεκρών, των βαριά και των ελαφρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα.
11. Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, η χρήση της πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson καθώς και τα εξαχθέντα αποτελέσματα αυτής της Διπλωματικής Εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και **σε άλλες περιοχές και σε άλλα κράτη**.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	4
1.3 ΜΕΘΟΔΟΣ.....	5
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	9
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	9
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	9
2.2.1 Οδική ασφάλεια στην Νέα Υόρκη και στο Λος Άντζελες: σε σύγκριση με τις άλλες πόλεις των Η.Π.Α.....	9
2.2.2 Οδική ασφάλεια σε δύο Ευρωπαϊκές μεγαλουπόλεις: Λονδίνο και Παρίσι	11
 3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	15
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	15
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ-ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	17
3.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ	17
3.4.1 Κανονική Κατανομή	17
3.4.2 Κατανομή Poisson	18
3.4.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή	18
3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	19
3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση	19
3.5.2 Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση	21
3.5.3 Παλινδρόμηση Poisson	22

3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	23
3.6.1 Μέτρα καλής εφαρμογής παλινδρόμησης Poisson	25
3.7 ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	27
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	31
4.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	31
4.1.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....	31
4.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	32
4.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ-ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	36
4.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ.....	68
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	71
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	71
5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	71
5.2.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	73
5.2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	77
5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	79
5.3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΝΕΚΡΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΕΩΣ.....	80
5.3.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 1 (ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ).....	80
5.3.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 2 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	83
5.3.1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 3 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	86
5.3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΕΩΣ.....	88
5.3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 1 (ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ).....	88

5.3.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 2 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	90
5.3.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 3 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	92
5.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΕΩΣ.....	95
5.3.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 1 (ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ).....	95
5.3.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 2 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	97
5.3.3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 3 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	99
5.3.3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 4 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ).....	101
5.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	104
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	107
6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	109
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	111
6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	111
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	113

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

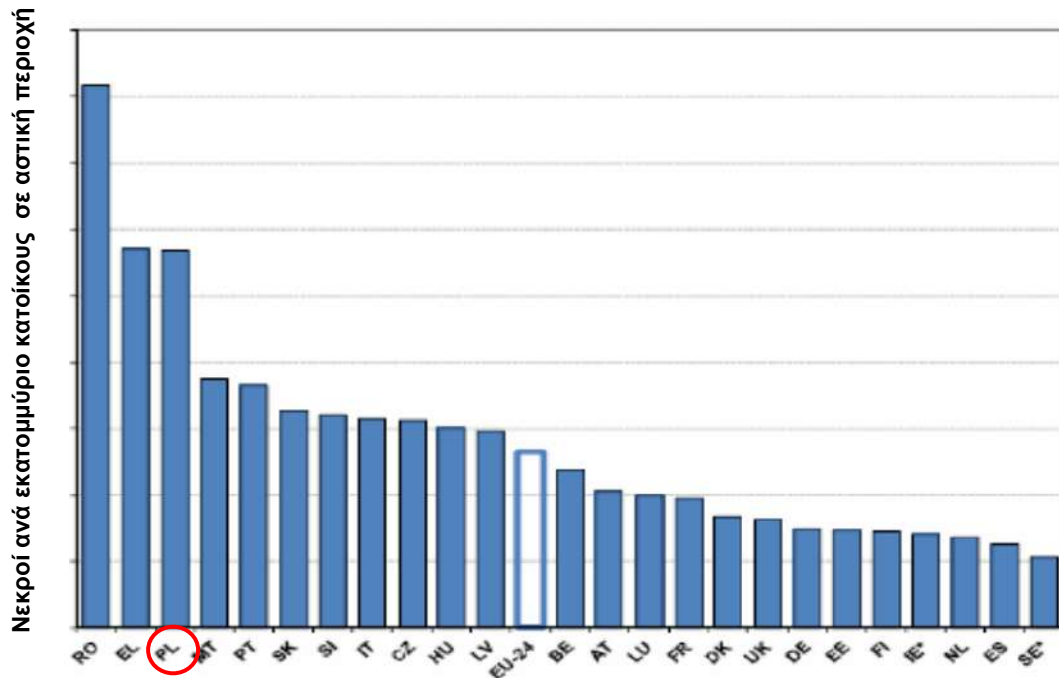
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Τα τελευταία χρόνια η **οδική ασφάλεια** αποτελεί ένα θέμα μείζονος σημασίας με ιδιαίτερες επιπτώσεις τόσο στην οικονομική όσο και στην κοινωνική ζωή. 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 βαρύτατες κοινωνικές συνέπειες οι οποίες εκφράζονται με την απώλεια πολλών συνανθρώπων και το βαρύτατο τραυματισμό άλλων σε **οδικά ατυχήματα**. Είναι ιδιαίτερο σημαντικό για τη χώρα μας το γεγονός ότι ενώ στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες οι δείκτες της οδικής ασφάλειας τα τελευταία είκοσι χρόνια μειώνονται, στη χώρα μας μειώνονται με χαμηλότερους ρυθμούς, παρ' όλα τα κατά περιόδους μέτρα που λαμβάνουν οι αρμόδιες Αρχές. Αυτό μπορεί να φάνει και στον παρακάτω πίνακα.

Χώρες	Νεκροί ανά 100.000 κατοίκους					Νεκροί ανά δισεκατομμύριο οχηματοχιλ.				
	1970	1980	1990	2000	2010	1970	1980	1990	2000	2010
Argentina ^a	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-	-
Australia	30.4	22.3	13.7	9.5	6.1	49.3	28.2	14.4	9.3	6.1
Austria	34.5	26.5	20.3	12.2	6.6	109	56.3	27.9	15.0	-
Belgium	31.8	24.3	19.9	14.4	8.8 ^b	104.6	50	28.1	16.4	9.6 ^b
Cambodia ^a	-	-	-	3.4	12.7	-	-	-	-	-
Canada	23.8	22.7	14.9	9.4	6.6 ^b	-	-	-	9.3	6.5 ^b
Czech Republic	20.2	12.2	12.5	14.5	7.6	-	53.9	48.3	36.7	16.2
Denmark	24.6	13.5	12.4	9.3	4.6	50.5	25	17.3	10.7	5.6
Finland	22.9	11.6	13.1	7.7	5.1	-	20.6	16.3	8.5	5.1
France	32.6	25.4	19.8	13.7	6.4	90.4	44	25.7	15.1	7.1
Germany	27.3	19.3	14.0	9.1	4.5	-	37.3	20	11.3	5.2
Greece	12.5	15	20.2	18.7	11.1	-	-	-	-	-
Hungary	15.8	15.2	23.4	12.0	7.4	-	-	-	-	-
Iceland	9.8	11	9.5	11.5	2.5	-	26.5	14.9	13.8	2.6
Ireland	18.3	16.6	13.6	11.0	4.7	44.3	28.4	19.2	12.6	4.5
Israel	17.1	10.8	8.7	7.1	4.6	87.9	38.8	22.4	12.4	7.1
Italy	20.5	16.3	12.6	12.4	6.8	-	-	-	-	-
Japan	21	9.7	11.8	8.2	4.5	96.4	29.3	23.2	13.4	7.7 ^b
Korea	11.0	17.0	33.1	21.8	11.3	-	-	-	49.5	18.7
Lithuania ^a	-	-	26.9	17.3	9.2	-	-	-	-	-
Luxemburg	-	27.0	18.8	17.5	6.4	-	-	-	-	-
Malaysia ^a	-	-	22.7	25.9	23.8	-	-	-	26.3	16.2
Netherlands	24.6	14.2	9.2	6.8	3.6	-	26.7	14.2	8.5	5.0 ^b
New Zealand	23	18.8	21.4	12.1	8.6	-	-	-	13.6	9.4
Norway	14.6	8.9	7.8	7.6	4.2	41.7	19.3	12	10.5	4.9
Poland	10.6	16.8	19.2	16.3	10.2	-	-	-	-	-
Portugal	20.6	30.6	31.2	20.0	8.8	-	-	-	-	-
Serbia ^a	-	-	-	-	9.0	-	-	-	-	-
Slovenia	35.8	29.2	25.9	15.8	6.7	166.7	96.1	65.1	26.7	7.7
Spain	16.0	17.7	23.2	14.5	5.4	-	-	-	-	-
Sweden	16.3	10.2	9.1	6.7	2.8	35.3	16.4	12.0	8.5	3.2
Switzerland	26.6	19.2	13.9	8.3	4.2	56.5	30.9	18.6	10.6	5.3
United Kingdom	14.0	11.0	9.4	6.1	3.1	37.4 ^c	21.9 ^c	12.7 ^c	7.3 ^c	3.7 ^c
United States	25.7	22.5	17.9	15.3	10.6	29.5	20.9	12.9	9.5	6.8

Πίνακας 1.1: Νεκροί ανά 100.000 κατοίκους / ανά δισεκατομμύριο οχηματοχιλιόμετρα 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 (Πηγή: IRTAD, 2011)

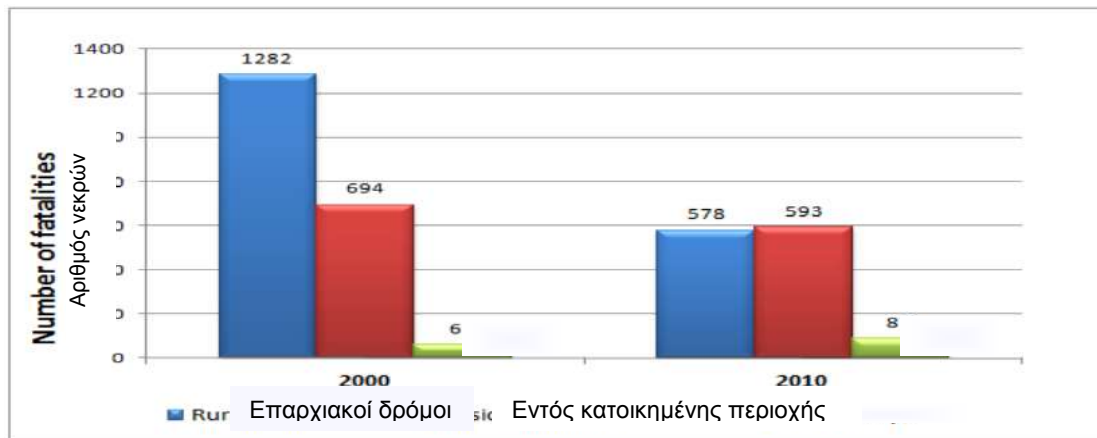
Το πρόβλημα γίνεται περισσότερο κατανοητό αν γίνει κατάταξη των λόγων του αριθμού των νεκρών σε αστική περιοχή προς των αριθμό των κατοίκων του κάθε κράτους-μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης (διάγραμμα 1.1). Παρατηρείται ότι η Ελλάδα κατέχει τη δεύτερη υψηλότερη θέση, αποτέλεσμα που καθιστά απαραίτητη τη λήψη μέτρων.



Διάγραμμα 1.1: Κατάταξη νεκρών σε αστική περιοχή στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Στις ελληνικές πόλεις, το 2011, προκλήθηκαν 13.631 οδικά ατυχήματα με συνολικά 17.895 παθόντες από τους οποίους 1.091 ήταν νεκροί, 1.675 βαριά τραυματίες και 15.129 ελαφρά τραυματίες.

Επιπροσθέτως πρέπει να τονιστεί ότι παρά τη πρόοδο των τελευταίων ετών στη χώρα μας, τα ατυχήματα **εντός κατοικημένης περιοχής** παραμένουν σε χαμηλό ρυθμό μείωσης όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1.2 (IRTAD, Greece). Το 2011 στην Ελλάδα εντός πόλεως, στα ατυχήματα που προκλήθηκαν, το ποσοστό των νεκρών είναι 4% (593), των βαριά τραυματιών 7% (1045) και των ελαφρά τραυματιών 89% (13540).



Διάγραμμα 1.2: Αριθμός νεκρών σε επαρχιακούς δρόμους και εντός κατοικημένης περιοχής για τα έτη 2000 και 2010

Για την αντιμετώπιση των οδικών ατυχημάτων, από τη δεκαετία του 1980, η πλειοψηφία των προγραμμάτων οδικής ασφάλειας στα περισσότερα ευρωπαϊκά κράτη έχει μετασχηματιστεί σε **ολοκληρωμένα στρατηγικά σχέδια**, για τη βελτίωση της ασφάλειας με βάση τη γνώση από το παρελθόν. Εξαιτίας της διεθνούς διάστασης του προβλήματος των οδικών ατυχημάτων αναπτύσσονται κοινές δράσεις και στρατηγικές μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών. Έτσι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε το νέο **Σχέδιο Οδικής ασφάλειας** για την περίοδο 2011-2020, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του Τρίτου Σχεδίου Δράσης (2001-2010) και διαπιστώνοντας ότι, παρά την πρόοδο που επιτεύχθηκε, είναι απαραίτητο οι προσπάθειες να συνεχιστούν και να εντατικοποιηθούν. Ο στόχος που τίθεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι η μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα κατά 50% από το 2011 έως το 2020. Ο στρατηγικός σχεδιασμός οδικής ασφάλειας διασφαλίζει ότι **το σύστημα της οδικής ασφάλειας εξετάζεται συνολικά**. Επίσης συνεισφέρει στη συνολική ανάδειξη του προβλήματος των οδικών ατυχημάτων και της μεγάλης αναγκαιότητας για την αντιμετώπισή του.

Οι στόχοι αυτοί έχουν μεγάλο βαθμό δυσκολίας εξαιτίας της πολύπλοκης φύσης του προβλήματος. Οι **παράγοντες** που επηρεάζουν την πρόκληση ενός ατυχήματος είναι με σειρά σπουδαιότητας:

- Η συμπεριφορά του χρήστη της οδού
- Η οδός και το περιβάλλον της
- Το όχημα

Στις περισσότερες περιπτώσεις δύο ή και τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στην πρόκληση οδικών ατυχημάτων. Η πολυπλοκότητα και η έλλειψη λεπτομερούς καταγραφής των συνθηκών ενός ατυχήματος είναι λόγοι που δεν επιτρέπουν τον ακριβή καθορισμό της συμμετοχής κάθε παράγοντα. Από μελέτες έχει προκύψει ότι ο ανθρώπινος παράγοντας, μόνος ή με συμμετοχή και άλλων παραγόντων ευθύνεται για το 95% των ατυχημάτων, η οδός για το 28% και το όχημα για το 8,5%.

Οι συνήθεις παράγοντες πρόκλησης των ατυχημάτων που σχετίζονται με την **οδό και του περιβάλλον της** είναι:

- Ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Η ανεπάρκεια των γεωμετρικών χαρακτηριστικών πρέπει πάντοτε να εξετάζεται ως συνάρτηση της κατηγορίας της οδού. Μερικά από αυτά είναι; Λωρίδες κυκλοφορίας και ερείσματα με ανεπαρκή πλάτη, ακατάλληλες οριζόντιες ακτίνες, ελλιπής ή λανθασμένη οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση, πλημμελής εξοπλισμός ασφάλισης, κακή διαμόρφωση κόμβων κ.α.
- Ελλιπής συντήρηση και μειωμένη πρόσφυση οδοστρωμάτων
- Κακή μελέτη, οργάνωση και κατασκευή παρόδιων στοιχείων (στύλοι, τάφροι αποστράγγισης καταστρώματος, τεχνικά πρηνή επιχωμάτων και ορυγμάτων κ.α.)

Ο αριθμός των ατυχημάτων που οφείλονται σε μηχανική βλάβη του **οχήματος** ή ανεπαρκή συντήρηση είναι σχετικά μικρότερος.

Συνεπώς για να μειωθεί ο αριθμός και η σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη ανάλυση των συνθηκών των ατυχημάτων που έχουν συμβεί ως σήμερα και να παρθούν κατάλληλα και αποτελεσματικά μέτρα.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο στόχος αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **πολυεπίπεδη διερεύνηση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων στις πόλεις της Ελλάδας.**

Πιο συγκεκριμένα θα μελετηθεί η επιρροή στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφριά τραυματιών, των χαρακτηριστικών του οδηγού (ηλικία, φύλο), των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος της οδού (καιρικές συνθήκες, συνθήκες φωτισμού, κατάσταση οδοστρώματος κ.α.) και των χαρακτηριστικών του οχήματος, που ανήκουν στο πρώτο επίπεδο ανάλυσης, και κάποια χαρακτηριστικά της πόλης (πληθυσμός, στόλος οχημάτων, κατά κεφαλήν εισόδημα), που ανήκουν στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης, στις τριάντα μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας.

Προκειμένου να γίνει η ποσοτικοποίηση της επιρροής αυτής, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Άρα, επιμέρους στόχος της Διπλωματικής εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς την σχέση μεταξύ των εξεταζόμενων παραμέτρων. Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης θα

αποτυπώνουν επαρκώς τη σχέση μεταξύ του αριθμού των νεκρών και τραυματιών συναρτήσει των διάφορων παραγόντων από τους οποίους επηρεάζεται, στις πόλεις της Ελλάδας.

Εκτιμάται ότι με το πέρας της Διπλωματικής Εργασίας, τα αποτελέσματα θα βοηθήσουν στον προσδιορισμό τόσο του τρόπου όσο και του βαθμού επιρροής των εξεταζόμενων παραγόντων στα οδικά ατυχήματα. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν εκτιμάται ότι θα βοηθήσουν στη λήψη μέτρων για μείωση των ατυχημάτων καθώς και χρήσιμα δεδομένα για μελλοντικές μελέτες και έρευνες.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που παρατίθεται παρακάτω.

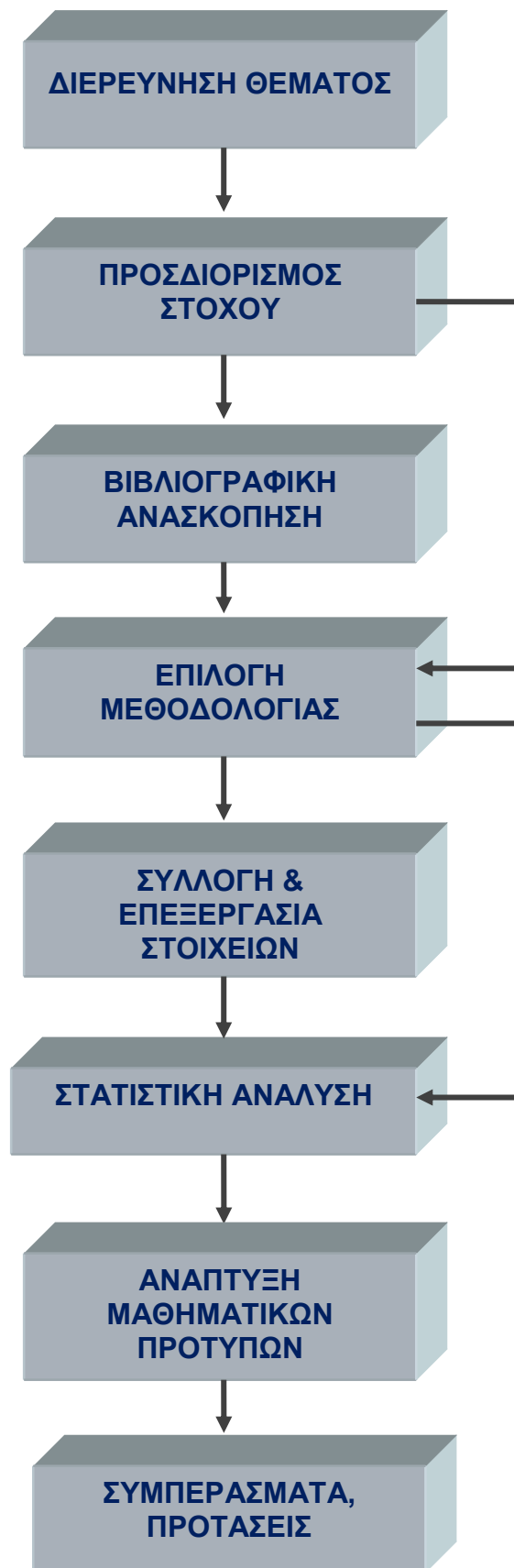
Καταρχήν, καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξεταστεί στη συγκεκριμένη εργασία όπως και ο **επιδιωκόμενος στόχος**. Για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση**, βρέθηκαν υφιστάμενες έρευνες σχετικές με το θέμα της εν λόγω Διπλωματικής εργασίας στην Ελλάδα και διεθνώς.

Το επόμενο βήμα αφορούσε στη **συλλογή στοιχείων**. Η λήψη στοιχείων έγινε από τη βάση δεδομένων Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α. (Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων) του τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής ΕΜΠ, όπου συλλέχθηκαν τα στοιχεία των ατυχημάτων για τις εξεταζόμενες πόλεις της Ελλάδας καθώς επίσης και από τη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. (Ελληνική Στατιστική Αρχή) για ορισμένα χαρακτηριστικά των πόλεων όπως ο πληθυσμός, ο στόλος των οχημάτων, και η οικονομική δύναμη της κάθε πόλης.

Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής στοιχείων έγινε η περαιτέρω επεξεργασία τους ώστε να είναι έτοιμα για ανάλυση. Ακολούθησε η **επιλογή της μεθοδολογίας στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων** και η εισαγωγή της ειδικής βάσης δεδομένων που διαμορφώθηκε στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Ακολούθησε η **ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων** και η εφαρμογή τους. Από τις μαθηματικές σχέσεις που προέκυψαν πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής των εξεταζόμενων παραγόντων στον αριθμό των νεκρών, των ελαφρά και βαριά τραυματιών. Οι σχέσεις αυτές συνέβαλλαν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για την αντιμετώπιση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται, για καλύτερη και συντομότερη κατανόηση, τα διαδοχικά στάδια της εργασίας υπό μορφή διαγράμματος ροής.



Διάγραμμα 1.3: Σχηματική απεικόνιση των βημάτων της διπλωματικής εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας μέσω της συνοπτικής αναφοράς στο περιεχόμενο των κεφαλαίων της.

1^ο κεφάλαιο: Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μια γενικότερη **εισαγωγή** που αποσκοπεί να εισαχτεί ο αναγνώστης στο πλαίσιο του αντικειμένου. Γίνεται αναφορά στο πρόβλημα της οδικής ασφάλειας και της σημαντικότητας του, καθώς δίνονται και κάποια στατιστικά στοιχεία που αναδεικνύουν το μέγεθος του προβλήματος τόσο σε διεθνές επίπεδο, όσο και στη χώρα μας. Στη συνέχεια γίνεται σύγκλιση στο θέμα της Διπλωματικής Εργασίας και θίγονται τους παράγοντες που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο στόχος της συγκεκριμένης έρευνας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνησή της. Κλείνοντας παρουσιάζεται τη δομή της Διπλωματικής Εργασίας περιληπτικά ανά κεφάλαιο.

2^ο κεφάλαιο: Σε αυτό το κεφάλαιο δίνεται έμφαση **στη βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Περιγράφονται συνοπτικά τα αποτελέσματα από παρόμοιες έρευνες που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των οδικών ατυχημάτων. Στο τέλος συγκεντρώνονται οι σχετικές μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν σε αυτές της έρευνες και αξιολογούνται τα αποτελέσματα τους ώστε να διαχωριστούν εκείνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπόνηση της εργασίας.

3^ο κεφάλαιο: Αναφέρεται στο **θεωρητικό υπόβαθρο**, όπου αναλύεται η επιλεγμένη μεθοδολογία και περιγράφεται η οικογένεια στην οποία ανήκει. Στην αρχή παρουσιάζονται βασικές στατιστικές και μαθηματικές έννοιες και στη συνέχεια αναλύονται οι προϋποθέσεις εφαρμογής και τα επιμέρους στοιχεία της γραμμικής και της λογαριθμικής παλινδρόμησης. Εν συνεχεία, περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης προτύπου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται. Τέλος, γίνεται αναφορά στα βήματα που πραγματοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

4^ο κεφάλαιο: Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται τη **συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων**. Εκ πρώτης, επιλέχθηκαν οι πόλεις που θα εξεταστούν και οι μεταβλητές που θεωρήθηκαν ότι έχουν επίδραση στην οδική ασφάλεια. Στη συνέχεια διατυπώθηκαν τα κατάλληλα ερωτήματα (queries) στη βάση δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ του ΕΜΠ από όπου προήλθαν οι αρχικοί πίνακες δεδομένων. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η απαιτούμενη επεξεργασία των δεδομένων μέχρι την οριστική μορφή του πίνακα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο εισαγωγής της βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Επισημαίνονται επίσης τα

κρίσιμα σημεία στη λειτουργία του λογισμικού και παρατίθενται οι διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης της επεξεργασίας των στοιχείων.

5^ο κεφάλαιο: Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την **αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε** ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου. Παρουσιάζονται, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Γίνεται αναφορά στο σύνολο των διαδοχικών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν. Τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την ευκολότερη κατανόηση τους.

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

7^ο κεφάλαιο: Στο κεφάλαιο αυτό 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.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνει αποτελέσματα που προέκυψαν από έρευνες συναφείς τόσο με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας όσο και με τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που σχετίζονται με την επιρροή των διάφορων παραμέτρων των οδικών ατυχημάτων στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Εκτός από τη συνοπτική παράθεση των αποτελεσμάτων των ερευνών, γίνεται αναφορά και στις μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή των κατάλληλων προτύπων. Επισημαίνεται ότι οι έρευνες που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκαν στο εξωτερικό, ενώ δεν εντοπίστηκε καμία παρόμοια έρευνα στην Ελλάδα. Τέλος, με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προσδιορίστηκε το ακριβές αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας και επιχειρήθηκε να επιλεγεί η καταλληλότερη μεθοδολογία.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

2.2.1 ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗ ΝΕΑ ΥΟΡΚΗ ΚΑΙ ΣΤΟ ΛΟΣ ΑΝΤΖΕΛΕΣ: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΟΥΠΟΛΕΩΝ ΜΕ ΤΟ ΕΘΝΟΣ

Σε αυτή τη μελέτη εξετάσθηκε η οδική ασφάλεια στη Νέα Υόρκη και στο Λος Άντζελες σε σύγκριση με την οδική ασφάλεια των ΗΠΑ. Πραγματοποιήθηκαν τρεις αναλύσεις. Στην πρώτη εξετάστηκαν οι κατανομές επιλεγμένων δημογραφικών μεταβλητών της Νέας Υόρκης και του Λος Άντζελες και συγκρίθηκαν με τις κατανομές των ΗΠΑ, όπως επίσης και των αντίστοιχων πολιτειών (Νέας Υόρκης και Καλιφόρνια). Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από το U.S Census Bureau (2012a), εκτός από αυτά που σχετιζόταν με μετακίνηση για δουλειά, τα οποία συλλέχθηκαν από το U.S Census Bureau (2012b, 2012c, 2012d). Στη δεύτερη ανάλυση εξετάστηκαν όλα τα ατυχήματα με νεκρό παθόντα κατά τη περίοδο 2002 έως 2009. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από το Fatal Analysis Reporting System (NHTSA, 2012a). Ομοίως πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των εξεταζόμενων μεγαλουπόλεων με τις ΗΠΑ και των αντίστοιχων πολιτειών τους. Στην τρίτη ανάλυση συμπεριλήφθηκαν όλα τα ατυχήματα που συνέβησαν την εξεταζόμενη περίοδο, ανεξάρτητα τη κατάσταση των παθόντων, με τα στοιχεία να συλλέγονται από την κάθε Πολιτεία και για το σύνολο των ΗΠΑ από το General Estimates System (NHTSA, 2012b).

Οι αναλύσεις αυτές αποσκοπούσαν στην εξαγωγή συμπερασμάτων για διάφορα ερωτήματα όπως τότε και πού συνέβησαν αυτά τα ατυχήματα, τη φύση των οδικών ατυχημάτων τις καιρικές συνθήκες, τις συνθήκες φωτισμού που επικρατούσαν, τα εμπλεκόμενα πρόσωπα, καθώς και τις ενέργειες του οδηγού. Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα σύνολα των ατυχημάτων που εξετάστηκαν:

Ανάλυση	Νέα Υόρκη	Λος Άντζελες	ΗΠΑ	Πολιτεία της Ν.Υ.	Καλιφόρνια
Θανατηφόρα ατυχήματα	2.366	2.086	295.781	10.312	28.361
Όλα τα ατυχήματα	647.546	449.498	48.218.016	2.354.520	4.054.652

Πίνακας 2.1: Αριθμός ατυχημάτων που εξετάστηκαν στην ανάλυση των θανατηφόρων ατυχημάτων και στην ανάλυση των όλων ατυχημάτων

Τα **αποτελέσματα της έρευνας** ήταν τα εξής:

- Πρότυπο των θανατηφόρων ατυχημάτων και πρότυπο όλων ατυχημάτων

Σχετικά με τις **καιρικές συνθήκες** τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι στο Λος Άντζελες συμβαίνουν λιγότερα ατυχήματα, και θανατηφόρα και χωρίς νεκρό, κατά τη διάρκεια βροχής και χιονόπτωσης, ενώ στη Νέα Υόρκη είναι περισσότερα κατά τη διάρκεια της βροχής.

Όσον αφορά στην **κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος**, στο Λος Άντζελες παρατηρήθηκαν λιγότερα ατυχήματα με παθόντες και θανατηφόρα ατυχήματα τόσο σε βρεγμένους οδούς όσο και σε οδούς με χιόνι, ενώ στην Νέα Υόρκη τα οδικά ατυχήματα και με νεκρούς και με παθόντες ήταν περισσότερα σε βρεγμένους οδούς.

Σχετικά με τις **συνθήκες φωτισμού**, τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν πως στο σκοτάδι σε οδούς χωρίς φωτισμό συμβαίνουν λιγότερα ατυχήματα, ενώ σε φωτισμένες οδούς τα οδικά ατυχήματα και με παθόντες και με νεκρούς αυξάνονται. Τα δύο τελευταία μοντέλα δείχνουν ότι τα ατυχήματα στο σκοτάδι σε οδούς χωρίς φωτισμό είναι πιο σοβαρά.

Μελετώντας κάποια **χαρακτηριστικά του χρήστη της οδού αλλά και του οδηγού** προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα: Παρατηρούνται περισσότεροι θάνατοι πεζών και δικυκλιστών, ειδικά στη Νέα Υόρκη. Περισσότεροι Άνδρες οδηγοί εμπλέκονται σε οδικά ατυχήματα με παθόντες και με νεκρούς, ειδικά στην Νέα Υόρκη. Όσον αφορά στην ηλικία του οδηγού, συμβαίνουν περισσότερα ατυχήματα και κυρίως θανατηφόρα ατυχήματα που αφορούν τους οδηγούς ηλικίας 25-34 ετών. Περισσότερα ατυχήματα, όχι θανατηφόρα, αφορούν τους οδηγούς 35-55 ετών. Τα μοντέλα της ανάλυσης δείχνουν ότι γενικώς οι οδηγοί 35-55 ετών τείνουν να εμπλέκονται σε λιγότερο σοβαρά ατυχήματα.

Ολοκληρώνοντας την μελέτη παρατηρείται ότι τα οδικά ατυχήματα με παθόντες αλλά και τα θανατηφόρα ατυχήματα τόσο στην Νέα Υόρκη όσο και

στο Λος Άντζελες, **τείνουν να διαφέρουν σε αρκετά σημεία** από τα τυπικά ατυχήματα στο σύνολο των ΗΠΑ.

2.2.2 ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΔΥΟ ΜΕΓΑΛΟΥΠΟΛΕΙΣ: ΛΟΝΔΙΝΟ ΚΑΙ ΠΑΡΙΣΙ

Στη παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε διερεύνηση στα πρότυπα των ατυχημάτων στη μεγαλουπόλεις, Λονδίνο και Παρίσι, σε σύγκριση με τα πρότυπα ολόκληρου του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γαλλίας, αντίστοιχα. Εξετάστηκαν και τα θανατηφόρα ατυχήματα και το σύνολο των ατυχημάτων ανεξάρτητα την κατάσταση των παθόντων.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε αποτελούνταν από τρεις αναλύσεις.

Στην πρώτη ανάλυση εξετάστηκαν οι κατανομές επιλεγμένων δημογραφικών μεταβλητών για το Λονδίνο και το Παρίσι, οι οποίες συγκρίθηκαν με τις κατανομές του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γαλλίας αντίστοιχα. Τα στοιχεία για το Ηνωμένο Βασίλειο συλλέχτηκαν από τα Department for Business, Innovation and Skills (BIS, 2012), Department for Communities and Local Government (DCLG, 2012a-2012d), Department for Work and Pensions (DWP 2012), Office for National Statistics (ONS, 2012a, 2012c-2012f), και από το Transport for London (TfL, 2011). Για τη Γαλλία, τα στοιχεία συλλέχθηκαν από το Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE, 2012a-2012g).

Στη δεύτερη ανάλυση συμπεριλήφθηκαν όλα τα ατυχήματα που είχαν ένα τραυματισμό στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά την περίοδο 2005 -2011, με τη χρήση αναλυτικών στοιχείων από το Department of Transport (DfT, 2012). Εδώ συγκρίθηκε η πόλη του Λονδίνου με ολόκληρο το Ηνωμένο Βασίλειο, με διάφορες μεταβλητές σχετικές με τα ατυχήματα τα οχήματα, και τους παθόντες που συμμετείχαν.

Στη τρίτη ανάλυση εξετάστηκαν τα θανατηφόρα ατυχήματα κατά τη περίοδο 2007-2011 με τη χρήση στοιχείων από το ONISR (ONISR, 2012). Εδώ η σύγκριση πραγματοποιήθηκε ανάμεσα στο Παρίσι και τη Γαλλία. Ομοίως συμπεριληφθήκαν και εξετάστηκαν μεταβλητές σχετικές με τα ατυχήματα, τα οχήματα, και τους νεκρούς.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ο συνολικός αριθμός των ατυχημάτων ανά εξεταζόμενη πόλη ή χώρα:

Ανάλυση	2005-2011		2007-2011	
	Λονδίνο	Ηνωμένο Βασίλειο	Παρίσι	Γαλλία
Συνολικά ατυχήματα	81.149	1.210.044	78.770	360.386
Νεκροί	521	17.830	700	21.123
Τραυματίες	93.159	1.625.020	91.667	453.645

Πίνακας 2.2: Αριθμός ατυχημάτων, νεκρών και τραυματιών που εξετάστηκαν στις αναλύσεις

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν είναι τα εξής:

- Πρότυπα των θανατηφόρων ατυχημάτων και των συνολικών ατυχημάτων στο Ηνωμένο Βασίλειο και το Λονδίνο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που συγκρίνουν το Λονδίνο με το Ηνωμένο Βασίλειο. Περιλαμβάνονται συγκρίσεις, τόσο των θανατηφόρων ατυχημάτων όσο και των ατυχημάτων στο σύνολό τους.

Όσον αφορά τον **τύπο οχήματος** προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα: Στα περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα, αλλά και συνολικά ατυχήματα εμπλέκονται ποδηλάτα, μοτοσυκλέτες, λεωφορεία και παρόμοια οχήματα, ενώ τα οδικά ατυχήματα που εμπλέκονται αυτοκίνητα ή ταξί είναι λιγότερα.

Τα αποτελέσματα που αφορούν τον **χρήστη οδού**, έδειξαν ότι είναι περισσότερα τα ατυχήματα με παθόντες και νεκρούς με θύματα πεζούς ή ποδηλάτες και λιγότερα με θύματα επιβάτες αυτοκινήτων, ταξί, φορτηγών, ή οχημάτων για εμπορευματικές μεταφορές. Τα ατυχήματα με παθόντες αυξάνονται για τους χρήστες μοτοσυκλετών και για επιβάτες λεωφορείου (ή παρόμοιου οχήματος), αλλά με καμία ουσιαστική διαφορά στα θανατηφόρα ατυχήματα, που δείχνει ότι αυτά τα ατυχήματα τείνουν να είναι λιγότερο σοβαρά.

Η ανάλυση για τα **χαρακτηριστικά του οδηγού** έδειξε ότι άνδρες εμπλέκονται περισσότερο σε ατυχήματα, και στα θανατηφόρα και στα συνολικά. Επίσης τα θανατηφόρα ατυχήματα εμφανίζονται περισσότερο παθόντες ηλικίας 26 έως 45 ετών. Οι ηλικίες 16-20 και πάνω από 65 εμπλέκονται σε λιγότερα ατυχήματα συνολικά και θανατηφόρα.

Σχετικά με το **φύλο του θύματος** έδειξε πως τα ατυχήματα με παθόντα άντρα ήταν περισσότερα από τα θανατηφόρα ατυχήματα, ενώ για τις γυναίκες το αντίστροφο. Οι δύο αυτές τάσεις δείχνουν ότι οι συγκρούσεις που αφορούν άνδρες θύματα είναι λιγότερο σοβαρές από ό, τι στο υπόλοιπο Ηνωμένο

Βασίλειο. Όσον αφορά στην **ηλικία του θύματος** τα αποτελέσματα έδειξαν πως συνέβησαν λιγότερα ατυχήματα με παθόντες, αλλά περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα με θύματα ηλικίας από 0 έως 10 ετών και 56 και άνω, υποδεικνύοντας ότι τα ατυχήματα που αφορούν αυτές τις ηλικίες τείνουν να είναι πιο σοβαρά, ενώ τα ατυχήματα τόσο με παθόντες όσο και με νεκρούς με θύματα ηλικίας από 11 έως 20 ετών ήταν λιγότερα. Περισσότερα ήταν τα οδικά ατυχήματα με παθόντες καθώς και θανατηφόρα ατυχήματα με θύματα ηλικίας από 26 έως 45 ετών.

Εξετάζοντας τις **καιρικές συνθήκες** προέκυψε ότι τα περισσότερα συνολικά ατυχήματα συνέβησαν υπό καλοκαιρία και λιγότερα κατά τη διάρκεια βροχής, χιονόπτωσης και ομίχλης.

Σχετικά με τη **κατάσταση του οδοστρώματος** τα θανατηφόρα ατυχήματα αλλά και τα συνολικά, ήταν περισσότερα σε στεγνούς δρόμους και λιγότερα σε βρεγμένους, χιονισμένους και παγωμένους δρόμους.

Μια άλλη μεταβλητή της μελέτης ήταν οι **συνθήκες φωτισμού**. Τα περισσότερα θανατηφόρα αλλά και συνολικά ατυχήματα έγιναν σε φωτισμένους δρόμους και λιγότερα σε οδούς χωρίς φωτισμό. Αυτά πιθανόν οφείλονται στο γεγονός ότι το Λονδίνο είναι περισσότερο φωτισμένο σε σχέση με το υπόλοιπο Ηνωμένο Βασίλειο.

- Πρότυπα των θανατηφόρων ατυχημάτων στο Παρίσι και στη Γαλλία.

Οι αναλύσεις των ατυχημάτων που συγκρίνουν το Παρίσι με το σύνολο της Γαλλίας παρουσιάζονται παρακάτω. Η συγκεκριμένη ανάλυση αφορά στα θανατηφόρα οδικά ατυχήματα μόνο. (Αναλυτικά στοιχεία για οδικά ατυχήματα με παθόντες δεν ήταν διαθέσιμα).

Αρχικά, εξετάζοντας τον **χρήστη οδού** παρατηρούνται περισσότεροι θάνατοι πεζών, μοτοσικλετιστών καθώς και αναβατών μοτοποδηλάτων και λιγότεροι θάνατοι επιβατών οχημάτων και ποδηλάτων. Όσον αφορά στην **ηλικία** οι λιγότεροι θάνατοι παρατηρήθηκαν στις ηλικίες από 18 έως 24 ετών.

Μία άλλη μεταβλητή που εξετάστηκε ήταν τα **πρόσθετα μέτρα θανατηφόρου ατυχήματος**, όπου παρατηρήθηκαν περισσότεροι θάνατοι που εμπλέκονται μηχανοκίνητα δίκυκλα και / ή μοτοσικλέτες (περίπου διπλάσια από το ποσοστό για τη Γαλλία), πεζοί και χρήστες του οδικού δικτύου 75 ετών και άνω. Οι νέοι οδηγοί θεωρούνται λιγότερο υπεύθυνοι για θανατηφόρα ατυχήματα και τα θανατηφόρα ατυχήματα με οδηγούς ή πεζούς που έχουν καταναλώσει αλκοόλ ήταν λιγότερα.

Από τις παραπάνω επισημάνσεις παρατηρείται ότι **τα ατυχήματα με παθόντες και θανατηφόρα ατυχήματα σε Λονδίνο και Παρίσι διαφέρουν**

σε αρκετά σημεία από τις συγκρούσεις στο σύνολο της αντίστοιχης χώρας.

Σύγκριση των ευρωπαϊκών και αμερικάνικων μεγαλουπόλεων που εξετάστηκαν

Στη παρακάτω λίστα συνοψίζονται ομοιότητες και διαφορές για τις τέσσερις μεγαλουπόλεις.

Ομοιότητες

- Τα περισσότερα ατυχήματα και νεκροί είναι πεζοί και ποδηλάτες
- Τα περισσότερα ατυχήματα και νεκροί είναι άντρες οδηγοί
- Στα περισσότερα ατυχήματα εμπλέκονται παθόντες ηλικίας 25-45 ετών
- Λιγότερα ατυχήματα κατά τη διάρκεια της νύχτας σε οδούς χωρίς φωτισμό, αλλά περισσότερα κατά τη διάρκεια της νύχτας σε φωτισμένες οδούς, κυρίως λόγω των περισσότερων φωτισμένων οδών εντός των μεγαλουπόλεων
- Λιγότερα ατυχήματα κατά τη διάρκεια της βροχής σε βρεγμένους δρόμους (εκτός της πόλη της Νέας Υόρκης) και λιγότερα ατυχήματα κατά τη διάρκεια χιονιού και σε παγωμένο οδόστρωμα

Διαφορές

- Λιγότερα θανατηφόρα ατυχήματα που εμπλέκονται ποδήλατα στο Παρίσι, με το αντίθετο αποτέλεσμα στις άλλες τρεις μεγαλουπόλεις.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο του **θεωρητικού υποβάθρου** παρουσιάζεται η θεωρία, πάνω στην οποία βασίστηκε η στατιστική ανάλυση των στοιχείων της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη περιγραφή βασικών εννοιών της επιστήμης της στατιστικής. Εν συνεχεία παρατίθενται οι βασικότερες στατιστικές κατανομές που εφαρμόζονται στην οδική ασφάλεια. Αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του προτύπου και παρουσιάζονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι και τα κριτήρια αποδοχής του προτύπου.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 ο οποίος ορίζεται ως: $\rho = (\sigma_{XY} / \sigma_X) * (1/\sigma_Y)$

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 :

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

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 Κανονική Κατανομή

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

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

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

3.4.2 Κατανομή Poisson

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

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

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

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

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

Η κατανομή Poisson είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη 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 την 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).

3.4.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Μία άλλη πολύ σημαντική κατανομή που χρησιμοποιείται στην οδική ασφάλεια είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η χρήση της κατανομής αυτής ενδείκνυται για περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί σε φαινόμενα που εμφανίζουν περιοδικές μεταβολές (όπως 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:

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

όπου $X=0, 1, 2, \dots$

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

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

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

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού προτύπου 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 προτύπου 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: $y_i = \alpha + \beta \cdot x_i + \epsilon_i$

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 μια 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 $E(Y|X = x_i) = \alpha + \beta x_i$.

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

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

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

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

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

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 πρότυπο. 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.

Προκειμένου το πρότυπο να μπορεί να προσεγγίσει την επιρροή των ανεξαρτήτων μεταβλητών στην εξαρτημένη με όσο το δυνατόν πιο ορθό και αξιόπιστο τρόπο, θα πρέπει να πληρούνται (και φυσικά να γίνεται έλεγχος κάθε φορά) οι παρακάτω τέσσερις υποθέσεις:

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

3.5.2 Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση

Μέσω της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης (lognormal regression) δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός προτύπου που συσχετίζει δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι γραμμική. Στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οι συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζονται από την ανάλυση της παλινδρόμησης με βάση την αρχή των ελαχίστων τετραγώνων.

Η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση βασίζεται στην υπόθεση ότι 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. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο αυτή είναι η εξής:

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

όπου y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης, $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$ οι εξαρτημένες μεταβλητές και ε_i το σφάλμα παλινδρόμησης.

3.5.3 Παλινδρόμηση Poisson

Η παλινδρόμηση Poisson είναι ίσως η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την ανάπτυξη προτύπων που αφορούν διακριτά και ανεξάρτητα μεταξύ τους δεδομένα. Για να γίνει κατανοητή η παρουσίαση της μεθοδολογίας που θα περιγραφεί χρησιμοποιείται ένα παράδειγμα, αυτό των οδικών ατυχημάτων που προκύπτουν σε ένα σύνολο οδικών τμημάτων σε μια πόλη για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Θεωρώντας ότι τα οδικά ατυχήματα είναι σπάνια γεγονότα ανεξάρτητα μεταξύ τους μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι

ακολουθούν την κατανομή Poisson, με άλλα λόγια η πιθανότητα να εμφανιστούν y_i ατυχήματα δίδεται από τον τύπο:

$$P(y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} * \lambda_i^{y_i}}{y_i!}$$

όπου:

$P(y_i)$ =η πιθανότητα να εμφανιστούν y_i ατυχήματα στην εξεταζόμενη περιοχή στη χρονική περίοδο αναφοράς,

λ_i =ο μέσος όρος της κατανομής Poisson δηλαδή ο αναμενόμενος αριθμός ατυχημάτων στην εξεταζόμενη περιοχή.

Η σχέση αυτή μπορεί να μετασχηματιστεί έτσι ώστε για ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης να είναι γνωστός ο αριθμός των ατυχημάτων που μπορούν να συμβούν στην περιοχή ελέγχου. Έτσι η πιθανότητα $\Pi(x)$ να συμβούν σε μια θέση το πολύ x ατυχήματα δίδεται από τη σχέση:

$$\Pi(x) = \sum_{z=0}^{z=x} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^z}{z!}$$

Η μέθοδος της παλινδρόμησης Poisson στοχεύει στον υπολογισμό της παραμέτρου λ της κατανομής Poisson, μέσω της οποίας γίνεται δυνατός ο υπολογισμός της πιθανότητας να συμβεί ορισμένος αριθμός ατυχημάτων στην εξεταζόμενη περιοχή. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται μια σειρά μεταβλητών, οι οποίες θεωρείται ότι επηρεάζουν το φαινόμενο εμφάνισης ατυχημάτων. Οι μεταβλητές αυτές μπορεί να είναι γεωμετρικά χαρακτηριστικά, κυκλοφοριακές παράμετροι, χαρακτηριστικά σηματοδότησης, καιρικές συνθήκες, χαρακτηριστικά οχημάτων, χαρακτηριστικά χρηστών και άλλες.

Οι μεταβλητές αυτές μπορεί να εισάγονται στο πρότυπο με διάφορες μορφές ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν ώστε να απεικονίζεται σωστά η επιρροή τους στο μέσο όρο λ . Οι μεταβλητές μπορούν να είναι συνεχείς ή διακριτές, ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στις διακριτές ανεξάρτητες μεταβλητές ώστε να αναγνωρισθεί εάν αυτές είναι κατηγορικές ή κλιμακωτές. Για παράδειγμα, η αντιμετώπιση μιας μεταβλητής ως σειριακής (ordinal) χρειάζεται προσοχή καθώς τα διάφορα επίπεδα της μπορεί να μην είναι ξεκάθαρα ενώ η αντιμετώπιση μιας σειριακής μεταβλητής ως απλή ονομαστική (nominal) θα στερήσει από το πρότυπο μεγάλη επεξηγηματική ικανότητα.

Ο υπολογισμός της παραμέτρου λ πραγματοποιείται με τη χρήση του απλού λογαριθμοκανονικού προτύπου και η σχέση μπορεί να εκφρασθεί μαθηματικά ως εξής:

$$\lambda_i = \text{EXP}([\beta][X_i]) \quad \text{ή ισοδύναμα} \quad \ln(\lambda_i) = [\beta][X_i]$$

όπου το X_i είναι ένα διάνυσμα επεξηγηματικών(ανεξάρτητων) μεταβλητών και το β είναι το διάνυσμα των εκτιμώμενων παραμέτρων, μίας για κάθε μεταβλητή. Το λ_i στην πραγματικότητα δίνει τον αριθμό των γεγονότων(οδικά ατυχήματα) τα οποία αναμένεται να συμβούν στην εξεταζόμενη χρονική

περίοδο. Η εκτίμηση του διανύσματος των παραμέτρων β πραγματοποιείται με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας, με τη συνάρτηση πιθανοφάνειας να δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\text{EXP}[-\text{EXP}([\beta][X_i])] * [\text{EXP}([\beta][X_i])]^{y_i}}{y_i!}$$

Ο λογάριθμος της παραπάνω συνάρτησης είναι πιο εύκολος στο χειρισμό και για το λόγο αυτό πολλές φορές χρησιμοποιείται έναντι της ίδιας της συνάρτησης:

$$LL([\beta]) = \sum_{i=1}^n [-\text{EXP}([\beta][X_i]) + y_i[\beta][X_i] - \text{LN}(y_i!)]$$

Οι παράμετροι που προκύπτουν από τη διαδικασία της μεθόδου μέγιστης πιθανοφάνειας χρησιμοποιούνται για να εξαχθούν συμπεράσματα για τα άγνωστα χαρακτηριστικά του πληθυσμού τα οποία θεωρείται ότι επηρεάζουν τη διαδικασία εμφάνισης των γεγονότων. Η μέθοδος αυτή παράγει παραμέτρους οι οποίες είναι συνεπείς και αποτελεσματικές.

3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Οι βασικές προϋποθέσεις που εξετάζονται πριν την ανάπτυξη ενός προτύπου 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 πρότυπο εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

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

Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των πρόσημων 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. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η ταχύτητα διαδρομής αποτελεί την ανεξάρτητη και οι χρονικοί διαχωρισμοί την εξαρτημένη μεταβλητή του προτύπου θα πρέπει ο συντελεστής β_i της ταχύτητας να έχει αρνητικό πρόσημο. 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 πρόκειται για την ελαστικότητα (elasticity).

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

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

Η **στατιστική εμπιστοσύνη του γραμμικού προτύπου** 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 πρότυπο. Ο συντελεστής εκφράζεται με τη σχέση:

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

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

Βάσει της ανωτέρω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο 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.

3.6.1 Μέτρα καλής εφαρμογής παλινδρόμησης Poisson

Για την αξιολόγηση ενός προτύπου παλινδρόμησης Poisson χρησιμοποιείται μια **σειρά μέτρων αξιολόγησης της εφαρμογής του στα δεδομένα**, κάποια από τα οποία παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες με εκείνα που παρουσιάστηκαν για τη μέθοδο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Τα μέτρα αυτά αφορούν είτε στον υπολογισμό δεικτών, είτε στη διεξαγωγή στατιστικών ελέγχων. 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 λογικά 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.

Κατά την ανάπτυξη ενός προτύπου ένας από τους βασικότερους κανόνες είναι να περιγράφει 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.

Ο στατιστικός έλεγχος των λόγων πιθανοφάνειας χρησιμοποιείται για τη σύγκριση μεταξύ δύο ανταγωνιζόμενων προτύπων, σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Παρέχει στοιχεία με τα οποία γίνεται δυνατό να φανεί αν το συνολικό πρότυπο παρέχει αρκετά μεγαλύτερη (σε δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης) επεξηγηματική ικανότητα σε σχέση με το απομειωμένο που μπορεί να έχει από μια μεταβλητή λιγότερη έως και καθόλου μεταβλητές αφήνοντας μόνο το σταθερό όρο β_0 . Ο στατιστικός έλεγχος στηρίζεται στην κατανομή χ^2 και πραγματοποιείται υπολογίζοντας την παρακάτω μεταβλητή :

$$x^2 = -2[LL(\beta_R) - LL(\beta_U)],$$

όπου $LL(\beta_R)$ είναι ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας για το απομειωμένο πρότυπο(όπου το R υποδηλώνει «περιορισμένο», restricted) και $LL(\beta_U)$ ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας για το συνολικό πρότυπο(όπου το U υποδηλώνει «απεριόριστο», unrestricted). Η μεταβλητή X^2 που υπολογίστηκε ακολουθεί την κατανομή χ^2 με βαθμούς ελευθερίας ίσους με τη διαφορά του αριθμού των παραμέτρων που χρησιμοποιεί το συνολικό και το περιορισμένο πρότυπο.

Το άθροισμα των αποκλίσεων μεταξύ των παρατηρούμενων και των προβλεπόμενων από το πρότυπο τιμών G^2 αποτελεί έναν ακόμη δείκτη καλής

εφαρμογής του προτύπου. Το μέγεθος αυτό ισούται με μηδέν για ένα πρότυπο με τέλεια εφαρμογή. Όμως η τιμή αυτή μόνο θεωρητικά μπορεί να επιτευχθεί και αποτελεί ένα κατώτατο όριο, καθώς η προβλεπόμενη από το πρότυπο τιμή του λ είναι συνεχής ενώ η πραγματική τιμή της είναι ακέραια, συνεπώς η διαφορά τους πρακτικά δεν μπορεί πρακτικά να είναι μηδέν. Η χαμηλή τιμή του G^2 μπορεί να παράσχει μια ένδειξη για την επιτυχία του προτύπου και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$G^2 = 2 \sum_{i=1}^n y_i \text{LN} \left(\frac{y_i}{\hat{\lambda}_i} \right)$$

Ο στατιστικός δείκτης R^2 που παρουσιάστηκε για την απλή γραμμική παλινδρόμηση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παλινδρόμηση Poisson καθώς ο υπολογισμός των σταθερών όρων β γίνεται με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας και όχι με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Εναλλακτικά υπολογίζεται ένας αντίστοιχος δείκτης ο οποίος βασίζεται σε ανηγμένες διαφορές (standardized residuals), ο δείκτης R_p^2 . Το εύρος τιμών του δείκτη είναι το ίδιο με εκείνο του κλασσικού δείκτη R^2 δηλαδή από μηδέν έως ένα, με τις υψηλότερες τιμές να υποδηλώνουν καλύτερη προσαρμογή του προτύπου στα δεδομένα. Ο δείκτης δίδεται από τη σχέση:

$$R_p^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{y_i - \hat{\lambda}_i}{\sqrt{\hat{\lambda}_i}} \right]^2}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{y_i - \bar{y}}{\sqrt{\bar{y}}} \right]^2}.$$

Στις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν και παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο ο συντελεστής συσχέτισης εξετάζεται πάντοτε σε συνδυασμό με όλες τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν ενώ οι τιμές του κυμάνθηκαν πάντοτε σε υψηλά επίπεδα της τάξης του 0,8 και άνω. Ένα ακόμα μέτρο καλής εφαρμογής το οποίο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της συνολικής εφαρμογής του προτύπου είναι ο στατιστικός δείκτης ρ^2 . Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται :

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)}$$

όπου $LL(\beta)$ είναι ο λογάριθμος της συνάρτησης μέγιστης πιθανοφάνειας για ένα πρότυπο με όλες τις μεταβλητές (unrestricted model) ενώ $LL(0)$ είναι η ίδια συνάρτηση για το πρότυπο χρησιμοποιώντας ως επεξηγηματικό παράγοντα μόνο τον σταθερό όρο β_0 και θέτοντας όλα τα υπόλοιπα β_i ίσα με μηδέν. Για ένα πρότυπο με άψογη εφαρμογή ο δείκτης ρ^2 έχει την τιμή ένα, καθώς η συνάρτηση πιθανοφάνειας για ένα τέτοιο πρότυπο είναι ίση με ένα (όλα τα εναλλακτικά πιθανά αποτελέσματα θα προβλεπόταν από το πρότυπο με πιθανότητα ίση με 1) και συνεπώς ο λογάριθμος της συνάρτησης ισούται με μηδέν. Έτσι όσο πιο κοντά στην τιμή ένα βρίσκεται ο στατιστικός δείκτης ρ^2 , τόσο περισσότερη διακύμανση στις παρατηρήσεις εξηγεί το πρότυπο.

3.7 ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (MULTILEVEL ANALYSIS)

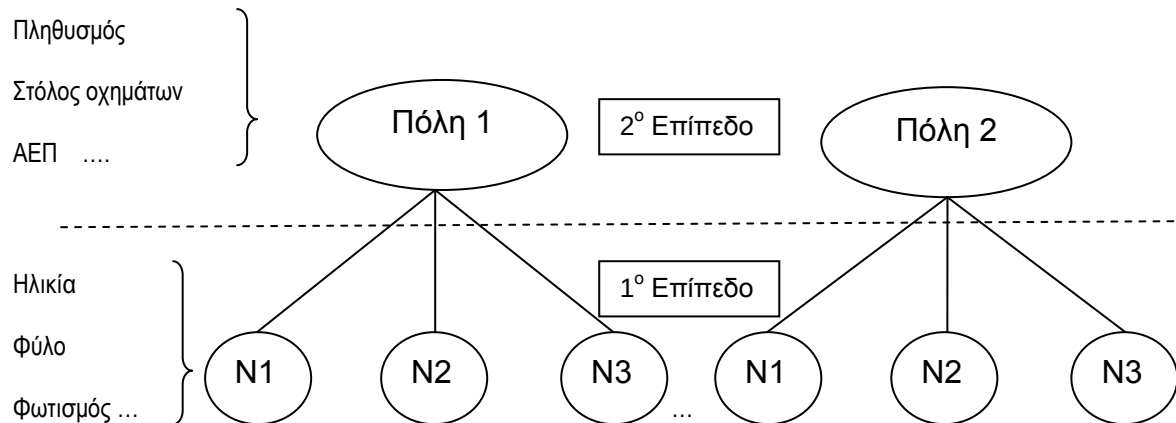
Υπάρχουν πολλοί ορισμοί και εγχειρίδια για την πολυεπίπεδη ανάλυση, όμως οι ορισμοί αυτοί μοιράζονται μία έννοια, **την ιδέα των ιεραρχιών ή των δεδομένων με ένθετη δομή**. Υπάρχουν μεταβλητές που περιγράφουν αυτά τα άτομα, αλλά υπάρχουν και σύνολα στα οποία ομαδοποιούνται τα άτομα και μεταβλητές που περιγράφουν αυτά τα μεγαλύτερα σύνολα (Raudenbush and Bryk, 2002).

Τα πολυεπίπεδα μοντέλα έχουν αναπτυχθεί ως επί το πλείστον σε εκπαιδευτική και κοινωνική έρευνα (π.χ., Aitkin & Longford, 1986, Kreft, 1994, Kreft et al., 1995), όπου τα αντικείμενα αυτών των ερευνών είναι ιεραρχικά δομημένα (π.χ.: οι μαθητές στις τάξεις, τάξεις στα σχολεία, εργαζόμενοι σε τμήματα, τμήματα των επιχειρήσεων, υπόπτων στα δικαστήρια, απογόνους εντός των οικογενειών). Ωστόσο, δομικά ίδιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται συνήθως και σε άλλους κλάδους. Στην επιστήμη της βιοϊατρικής αυτά τα μοντέλα που συχνά αναφέρονται ως μοντέλα mixed-effects ή random-effects (Bates & Pinheiro, 1995) χρησιμοποιούνται μεταξύ των άλλων για την ανάλυση καμπύλης ανάπτυξης (Lindsey, 1993), αναλύσεις επιβίωσης (Sargent, 1998), και επιδημιολογικές αναλύσεις (Diez-Roux, 2002, Carrière & Bouyer, 2002). Στην οικονομετρία είναι τα ίδια μοντέλα που είναι γνωστά ως random-coefficient regression models (π.χ. Longford, 1993), χρησιμοποιούνται για ανάλυση των αλλαγών κινδύνου-απόδοσης (Lee, et al, 2006). Παρά το γεγονός ότι τα πρώτα πολυεπίπεδα μοντέλα αφορούν γραμμικά μοντέλα, έχουν επεκταθεί για τη χρήση των διακριτών δεδομένων και δεδομένων από μετρήσεις (Lee & Nelder, 2001) και μη γραμμικές αναλύσεις (Pinheiro & Bates, 1995).

Αν και τα πολυεπίπεδα μοντέλα είναι ευρέως διαδεδομένα σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους, **είναι σχετικά νέα στον τομέα της έρευνας της οδικής ασφάλειας** και εφαρμόζονται μόνο σε ένα μικρό αριθμού μελετών. Αυτός ο τομέας είναι ακόμη πιο σχετικός διότι ένθετες δομές δεδομένων είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση σε αυτόν τον τομέα. Στους ελέγχους, όπως μετρήσεις ταχύτητας, έλεγχος της ζώνης ασφαλείας, ή τους ελέγχους αλκοόλ, τα αυτοκίνητα είναι ένθετα μέσα στις τοποθεσίες μετρήσεων.

Τα ατυχήματα και ο αριθμός των θυμάτων είναι ιεραρχικά δομημένες δομές ανάλογα με τη χωρικές ή διοικητικές μονάδες, όπως νομούς και περιφέρειες. Το ίδιο ισχύει και για τη στατιστική περιγραφή των δραστηριοτήτων επιβολής του νόμου, όπως ο αριθμός των παραβάσεων ταχύτητας ή οι έλεγχοι αλκοόλ.

Τα ατυχήματα δείχνουν μια ιεραρχική δομή, επειδή είναι οι οδηγοί και οι επιβάτες είναι ένθετοι στα οχήματα, τα οχήματα στα ατυχήματα, τα ατυχήματα στις περιοχές (Jones και Jørgensen, 2003). Επιπλέον, τα πολυεπίπεδα μοντέλα μπορούν να εφαρμοστούν σε επανειλημμένες μετρήσεις, για παράδειγμα παραστάσεις οδήγησης, όπου τα αποτελέσματα απόδοσης είναι ένθετα μέσα στα άτομα που τα παρήγαγαν (Burns et al. 1999).



Όσον αφορά στις **εξισώσεις των πολυεπίπεδων μοντέλων** ένα κλασσικό γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης για ένα μεγάλο δείγμα δεδομένων μπορεί να επεκταθεί για να αντιπροσωπεύει τα πολλαπλά επίπεδα των δεδομένων. Η μορφή του **απλού μοντέλου στην γραμμική παλινδρόμηση** είναι η εξής:

$$y_i = \beta_0 + \beta_i \cdot x_i + e_i$$

όπου αναφέρεται αναλυτικά και παραπάνω.

Στις αναλύσεις των πολυεπίπεδων μοντέλων, τα οποία αποτελούν προέκταση του μοντέλου της γραμμικής παλινδρόμησης αναλύονται τα δεδομένα σε διαφορετικά επίπεδα. Οι εξισώσεις είναι οι εξής:

Πρώτο επίπεδο: Στο πρώτο επίπεδο της ανάλυσης η εξίσωση είναι η ακόλουθη:

$$y_i = \beta_{0j} + \beta_{1j} \cdot x_{1ij} + \beta_{2j} \cdot x_{2ij} + \dots + \beta_{qj} \cdot x_{qij} + e_{ij}$$

όπου y η προβλεπόμενη τιμή για την εξαρτημένη μεταβλητή, β είναι οι παράμετροι στο πρώτο επίπεδο της ανάλυσης (σταθερές ή προβλεπτικές κλίσεις), x_{qij} η ανεξάρτητη μεταβλητή q (όπου $q = 1, 2, 3, \dots$) για το άτομο i που ανήκει στην ομάδα j και τέλος, e_{ij} είναι τα σφάλματα των ατόμων i που ανήκουν στην ομάδα j «γύρω» από την εξαρτημένη μεταβλητή στο πρώτο επίπεδο της ανάλυσης (δηλαδή οι αποστάσεις τους από την εξαρτημένη μεταβλητή).

Δεύτερο επίπεδο: Στο δεύτερο επίπεδο της ανάλυσης η εξίσωση είναι η ακόλουθη, όπου οι συντελεστές του πρώτου επιπέδου (σταθερές και προβλεπτικές κλίσεις) γίνονται εξαρτημένες μεταβλητές και αναλύονται

περεταίρω (π.χ. προβλέπονται από άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές του δεύτερου επιπέδου):

$$\beta_{qj} = \gamma_{q0} + \gamma_{q1} * W_{1j} + \gamma_{q2} * W_{2j} + \dots + \gamma_{qk} * W_{kj} + u_{qj}$$

όπου γ_q είναι οι συντελεστές του δεύτερου επιπέδου (σταθερές και προβλεπτικές κλίσεις) των μεταβλητών του δεύτερου επιπέδου (όπου $k = 1, 2, 3, \dots$), w_{kj} είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές του δεύτερου επιπέδου και u_{qj} είναι το σφάλμα γύρω από την εξαρτημένη μεταβλητή στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης. Ο δείκτης q εκφράζει τους συντελεστές, σταθερές και κλίσεις. Ο δείκτης j την ομάδα, και ο k τον αριθμό αυτών των συντελεστών (π.χ. 1,2,3). Για παράδειγμα ο συντελεστής $\gamma_{q2} * W_{2j}$ εκφράζει την προβλεπτική κλίση γ της 2^{ης} ανεξάρτητης μεταβλητής w η οποία εκφράζει χαρακτηριστικό της τάξης j .

Η μορφή του **πολυεπίπεδου μοντέλου της Poisson** είναι η εξής:

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) &= \log(E_{ij}) + \beta_{0j} + \beta_{1j} * x_j + e_j \\ \beta_{0j} &= \beta_0 + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \beta_1 + u_{1j} \end{aligned}$$

όπου το E_{ij} αντιπροσωπεύει τον αναμενόμενο αριθμό των περιπτώσεων για κάθε επίπεδο.

Η κατανομή Poisson χρησιμοποιείται για να μοντελοποιηθεί η τυχαία διακύμανση των παραμέτρων του χαμηλότερου επιπέδου σε υψηλότερα επίπεδα όπου υποτίθεται ότι είναι πολυμεταβλητή κανονική (Rasbash et al., 2000).

Μια αποτελεσματική διαδικασία εκτίμησης για αυτό το μη-γραμμικό μοντέλο είναι η προγνωστική οιονεί πιθανότητας (Langford et al., 1998). Ωστόσο, μία παράμετρος διασποράς στο χαμηλότερο επίπεδο μπορεί να εκτιμηθεί, έτσι ώστε:

$$\text{var}(\pi_{ij}) = \alpha \pi_{ij}$$

Εάν $\alpha = 1$, τότε η διακύμανση ακολουθεί την κατανομή Poisson, εάν $\alpha > 1$ τότε υπάρχει extra-Poisson διακύμανση, και αν $\alpha < 1$ το μοντέλο είναι με διασπορά όπως μπορεί να συμβεί όταν πολλές από τις μετρήσεις είναι μηδέν. Ωστόσο, αρκετά συχνά υπάρχουν θεωρητικοί λόγοι να υποθέσουμε την extra-Poisson διακύμανση στα στοιχεία (Dean, 1992 Hauer, 2001). Για παράδειγμα, αυτή είναι η περίπτωση όταν τα ατυχήματα προέρχονται από πολύ ετερογενείς πληθυσμούς. Αυτή η κατάσταση μπορεί να περιγραφεί περαιτέρω με μια αρνητική διωνυμική κατανομή.

Αν αγνοηθεί μια ιεραρχική δομή προκύπτουν δύο κατηγορίες προβλημάτων: **στατιστικά προβλήματα και εννοιολογικά προβλήματα**. Το πρώτο είδος προβλημάτων έχει αναφερθεί προηγουμένως. Λόγω της εξάρτησης των παρατηρήσεων με τις ιεραρχικές δομές δεδομένων, υπάρχει ο κίνδυνος να

υποτιμηθούν τα τυπικά σφάλματα και ως εκ τούτου να θεωρηθεί ως σημαντικό ένα αποτέλεσμα που στην πραγματικότητα οφείλεται στην τύχη (Rasbash et al., 2004). Τα εννοιολογικά προβλήματα των αποτελεσμάτων οφείλονται στην ύπαρξη μεταβλητών που επηρεάζουν διαφορετικά επίπεδα στην ιεραρχία των δεδομένων και στις πιθανές αλληλεπιδράσεις τους. Οι μεταβλητές που σχετίζονται με υψηλότερα επίπεδα τάξης αναφέρονται επίσης ως συναφείς πληροφορίες.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η μελέτη των θυμάτων των οδικών ατυχημάτων, εξαιτίας της πολυπλοκότητάς του, μπορεί να προσεγγιστεί με διαφορετικούς τρόπους και μεθοδολογίες. Γι' αυτό η ανάλυση των οδικών ατυχημάτων πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και να αποφεύγεται η σύγκριση απόλυτων αριθμών ή απλών ποσοστών. Για να επιτευχθεί σωστά η ανάλυση απαιτείται η κατάλληλη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων, που αποτελεί και το επόμενο βήμα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Για τη συλλογή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ (Σύστημα Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων) του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του ΕΜΠ με τα εξατομικευμένα στοιχεία οδικών ατυχημάτων που συμπληρώνονται στο ΔΟΤΑ από την Τροχαία και κωδικοποιούνται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ), πραγματοποιώντας έτσι μια μακροσκοπική ανάλυση των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν την ασφάλεια του οδικού δικτύου της χώρας και του βαθμού επιρροής τους.

Για την εκπόνηση της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκαν εξατομικευμένα στοιχεία, από τη βάση δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ, όλων των οδικών ατυχημάτων με παθόντες, νεκρούς βαριά, ή ελαφρά τραυματίες, στις τριάντα μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας με εξαίρεση την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη που παρουσιάζουν ιδιαίτερη συμπεριφορά, κατά τη περίοδο 2006-2010.

4.1.1 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

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

Στο **ΔΟΤΑ περιλαμβάνονται** πληροφορίες που περιγράφουν όλες τις παραμέτρους του ατυχήματος καθώς και τις συνθήκες που επικρατούσαν όταν συνέβη αυτό. Αναλυτικότερα, περιλαμβάνει πληροφορίες που σχετίζονται με το χρόνο που συνέβη το ατύχημα(έτος, μήνα, ημέρα, ώρα), τον τόπο του ατυχήματος(κατοικημένη ή μη κατοικημένη περιοχή, είδος και τύπος οδού), τον τύπο του ατυχήματος (μετωπική, πλαγιομετωπική κλπ), τους συμμετέχοντες στο ατύχημα (αριθμός παθόντων), τις ανθρώπινες

απώλειες (νεκροί, βαριά ή ελαφριά τραυματίες), το είδος του ελιγμού που προκάλεσε το ατύχημα (προσπέρασμα, αλλαγή λωρίδας, κλπ), τις καιρικές συνθήκες (βροχή, καλοκαιρία κλπ), το είδος και την κατάσταση του οδοστρώματος (άσφαλτος με πάγο), την ύπαρξη σηματοδότησης-σηματορύθμισης και τέλος κάποια συμπληρωματικά στοιχεία που αφορούν την ηλικία, υπηκοότητα των παθόντων, την ηλικία των οχημάτων, τις κατηγορίες των διπλωμάτων, και τη γενική χρήση εξοπλισμού ασφαλείας όπως οι ζώνες ασφαλείας και το κράνος.

Το ΔΟΤΑ δηλαδή αποτελεί ένα δελτίο καταγραφής πληροφοριών σχετικά με τα οδικά ατυχήματα και αντίγραφό του παρατίθεται στο παράτημα. Το πρώτο ΔΟΤΑ διαμορφώθηκε το 1963, ενώ εκείνο που ισχύει μέχρι και σήμερα, έχει διαμορφωθεί και εφαρμόζεται από το 1996. Έτσι από τις αρχές του 1996 έχει τεθεί σε εφαρμογή το νέο, αναμορφωμένο ΔΟΤΑ που καταρτίστηκε με τη συνεργασία σειράς αρμοδίων φορέων και υπηρεσιών και αναμένεται να έχει σημαντική συμβολή στη διερεύνηση των αιτιών των οδικών ατυχημάτων.

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

4.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το ΔΟΤΑ 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 πρωτογενείς βάσεις δεδομένων όπου κάθε μεταβλητή παίρνει αριθμητικές ή αλφαριθμητικές τιμές.

Έτσι δημιουργείται μια βάση με λεπτομερή εξατομικευμένα στοιχεία που αποτελεί τη βάση δεδομένων της διπλωματικής εργασίας.

Στη συνέχεια αναφέρονται επιγραμματικά οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο ΔΟΤΑ και οι οποίες εισάγονται κωδικοποιημένες στη βάση δεδομένων της ΕΛ.ΣΤΑΤ:

1. Τόπος ατυχήματος
2. Είδος Οδού

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

Τα στοιχεία αυτά, υφίστανται μια δευτερογενή επεξεργασία-κωδικοποίηση, με βάση την οποία όλες οι μεταβλητές κατηγοριοποιούνται σε τέσσερα επιμέρους αρχεία. Το πρώτο αρχείο αφορά στα στοιχεία του ατυχήματος (Accident table), το δεύτερο αρχείο έχει να κάνει με τα στοιχεία του οχήματος (Vehicle table), το τρίτο αρχείο αναφέρεται στις πληροφορίες για τα εμπλεκόμενα πρόσωπα (Person table), και το τελευταίο αρχείο αποτελείται από δεδομένα σχετικά με τον εξοπλισμό ασφαλείας του οχήματος (Safety Equipment table). Κάθε ένα από τα ατυχήματα περιγράφεται από μια εγγραφή (Record), η οποία αποτελείται από κάποια πεδία (Fields) που αντιστοιχούν στις μεταβλητές του ΔΟΤΑ που κωδικογραφούνται στην ΕΛ.ΣΤΑΤ. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η βάση δεδομένων αναφέρεται σε στοιχεία οδικών ατυχημάτων από το 2006 έως το 2010 σε κατοικημένη περιοχή (Πίνακας 4.1).

ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 2006-2010
Δήμος του ατυχήματος (εξεταζόμενες πόλεις)
Κεντρική νησίδα 1. Ναι 2. Όχι 3. Άγνωστο
Συνθήκες φωτισμού 1. Μέρα 2. Νύχτα 3. Σούρουπο
Νυχτερινός φωτισμός 1. Άγνωστο 2. Τεχνητός φωτισμός αμυδρός 3. Τεχνητός φωτισμός επαρκής 4. Τεχνητός φωτισμός σβηστός 5. Χωρίς εγκατάσταση φωτισμού
Ατμοσφαιρικές συνθήκες (2) 1. Καλοκαιρία 2. Βροχή 3. Άλλες
Συνθήκες οδοστρώματος (2) 1. Κανονική 2. Υγρή 3. Άλλη
Τύπος ατυχήματος (3) 1. Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο 2. Πλαγιομετωπική σύγκρουση 3. Πλάγια σύγκρουση 4. Παράσυρση πεζού 5. Νωτομετωπική σύγκρουση 6. Μετωπική σύγκρουση 7. Εκτροπή από οδό 8. Άλλος
Ρύθμιση κυκλοφορίας (2) 1. Φωτεινός σηματοδότης 2. Σήμα STOP 3. Δεν υπήρχε έλεγχος 4. Άλλη
Φύλλο του συμμετέχοντα 1. Άρρεν 2. Θήλυ 3. Άγνωστο
Ηλικία του συμμετέχοντα
Είδος χρήσης οχήματος (3) 1. Φορτηγό 2. Ποδήλατο 3. Λεωφορείο 4. Επιβατικό 5. Δίκυκλο μέχρι 49 κε

6. Δίκυκλο 50 κε και άνω 7. Άλλος 8. Άγνωστο
Εξάρτημα ασφαλείας 1. Στήριγμα κεφαλής 2. ζώνες ασφαλείας 3. ABS 4. Κανένα 5. Άγνωστο
Δίπλωμα οδήγησης 1. Ελληνικό δίπλωμα 2. Ξένο δίπλωμα 3. Χωρίς δίπλωμα 4. Άγνωστο
Νεκροί
Βαριά τραυματίες
Ελαφρά τραυματίες

Πίνακας 4.1: Εξαγόμενες παράμετροι από ΣΑΝΤΡΑ

Οι πόλεις επιλέχθηκαν με κριτήριο τον πληθυσμό τους. Θα μελετηθούν όλες οι πόλεις με πληθυσμό μεγαλύτερο από 30.000 κατοίκους. Εξαιρούνται οι δύο μεγάλες πόλεις, Αθήνα, Θεσσαλονίκη, καθώς παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες και πρέπει να μελετηθούν χωριστά από τις άλλες πόλεις (πίνακας 4.2).

Για τη συλλογή των στοιχείων των ατυχημάτων από τη βάση δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα ερωτήματα (queries), στα οποία ο χρήστης μπορεί να συμπεριλάβει όσες παραμέτρους θεωρεί σημαντικές. Στη συγκεκριμένη εργασία δημιουργήθηκαν τρία ερωτήματα και τρεις αρχικοί πίνακες (master tables), ένας για κάθε κατηγορία της κατάστασης των συμμετεχόντων, νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες.

Πόλεις			
1) ΠΑΤΡΑ	9) ΤΡΙΚΑΛΑ	17) ΚΟΜΟΤΗΝΗ	25) ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ
2) ΗΡΑΚΛΕΙΟ	10) ΣΕΡΡΕΣ	18) ΞΑΝΘΗ	26) ΠΥΡΓΟΣ
3) ΛΑΡΙΣΑ	11) ΑΓΡΙΝΙΟ	19) ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	27) ΡΕΘΥΜΝΟ
4) ΒΟΛΟΣ	12) ΚΑΤΕΡΙΝΗ	20) ΚΟΖΑΝΗ	28) ΤΡΙΠΟΛΗ
5) ΙΩΑΝΝΙΝΑ	13) ΔΡΑΜΑ	21) ΒΕΡΟΙΑ	29) ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ
6) ΚΑΒΑΛΑ	14) ΧΑΝΙΑ	22) ΚΕΡΚΥΡΑ	30) ΑΜΑΛΙΑΔΑ
7) ΛΑΜΙΑ	15) ΧΑΛΚΙΔΑ	23) ΚΑΡΔΙΤΣΑ	
8) ΚΑΛΑΜΑΤΑ	16) ΡΟΔΟΣ	24) ΚΟΡΙΝΘΟΣ	

Πίνακας 4.2: Εξεταζόμενες πόλεις

4.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ-ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν κάποιοι συγκεντρωτικοί πίνακες για κάθε παράμετρο για να πραγματοποιηθεί μια πρώτη σύγκριση σε πρώτο στάδιο ανάμεσα στις εξεταζόμενες πόλεις και στο σύνολό τους.

Ο πίνακας 4.3 που ακολουθεί αναφέρεται στην ύπαρξη **κεντρικής νησίδας**. Παρατηρούνται μεγάλα ποσοστά τόσο στους νεκρούς όσο και στους βαριά και ελαφρά τραυματίες **όταν δεν υπάρχει διαχωριστική νησίδα** ανάμεσα στα δύο ρεύματα κυκλοφορίας της τάξης του 80% στους νεκρούς και του 72% στους βαριά και ελαφρά τραυματίες, με μικρή απόκλιση μεταξύ των πόλεων.

Πόλη ατυχήματος	Κεντρική νησίδα						
	Πλήθος				Ποσοστά		
	Άγνωστο	Ναί	Όχι	Άθροισμα	Άγνωστο	Ναί	Όχι
ΑΓΡΙΝΙΟ	8	15	35	58	13,8%	25,9%	60,3%
ΤΡΙΠΟΛΗ		7	33	40	0,0%	17,5%	82,5%
ΠΑΤΡΑ	7	34	124	165	4,2%	20,6%	75,2%
ΔΡΑΜΑ			69	69	0,0%	0,0%	100,0%
ΡΟΔΟΣ	14	7	48	69	20,3%	10,1%	69,6%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ			67	68	0,0%	0,0%	98,5%
ΧΑΛΚΙΔΑ	4	2	59	65	6,2%	3,1%	90,8%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	2		64	66	3,0%	0,0%	97,0%
ΠΥΡΓΟΣ	2	1	67	70	2,9%	1,4%	95,7%
ΒΕΡΟΙΑ		7	53	60	0,0%	11,7%	88,3%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	12	41	83	136	8,8%	30,1%	61,0%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	2	7	42	51	3,9%	13,7%	82,4%
ΚΑΒΑΛΑ	3	15	66	84	3,6%	17,9%	78,6%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	5	7	58	70	7,1%	10,0%	82,9%
ΚΕΡΚΥΡΑ	10	8	28	46	21,7%	17,4%	60,9%
ΚΟΖΑΝΗ	1	1	18	20	5,0%	5,0%	90,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ		2	34	36	0,0%	5,6%	94,4%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	4	14	99	117	3,4%	12,0%	84,6%
ΛΑΡΙΣΑ	3	27	77	107	2,8%	25,2%	72,0%
ΒΟΛΟΣ		26	27	53	0,0%	49,1%	50,9%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	2	23	54	79	2,5%	29,1%	68,4%
ΞΑΝΘΗ	2	7	47	56	3,6%	12,5%	83,9%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ			56	56	0,0%	0,0%	100,0%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	10		36	46	21,7%	0,0%	78,3%
ΡΕΘΥΜΝΟ	5		40	45	11,1%	0,0%	88,9%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	1	14	52	67	1,5%	20,9%	77,6%
ΣΕΡΡΕΣ	3	5	41	49	6,1%	10,2%	83,7%
ΤΡΙΚΑΛΑ	3	9	44	56	5,4%	16,1%	78,6%
ΛΑΜΙΑ	6	17	94	117	5,1%	14,5%	80,3%
ΧΑΝΙΑ	5	3	15	23	21,7%	13,0%	65,2%
Γενικό άθροισμα	114	300	1630	2044	6%	15%	80%

Πίνακας 4.3.α : Αριθμός νεκρών ανάλογα με την ύπαρξη κεντρικής νησίδας στον τόπο του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	Κεντρική νησίδα						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Άγνωστο	Ναί	Όχι	Άθροισμα	Άγνωστο	Ναί	Όχι
ΑΓΡΙΝΙΟ	2	4	40	46	4%	9%	87%
ΤΡΙΠΟΛΗ	7	12	35	54	13%	22%	65%
ΠΑΤΡΑ	37	73	144	254	15%	29%	57%
ΔΡΑΜΑ	6	5	59	70	9%	7%	84%
ΡΟΔΟΣ	28	19	62	109	26%	17%	57%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	6	3	51	60	10%	5%	85%
ΧΑΛΚΙΔΑ	9	10	76	95	9%	11%	80%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	8		34	42	19%	0%	81%
ΠΥΡΓΟΣ	5	3	77	85	6%	4%	91%
ΒΕΡΟΙΑ	1	16	62	79	1%	20%	78%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	3	73	92	168	2%	43%	55%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	1	6	28	35	3%	17%	80%
ΚΑΒΑΛΑ	8	27	101	136	6%	20%	74%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	6	3	40	49	12%	6%	82%
ΚΕΡΚΥΡΑ	5	11	22	38	13%	29%	58%
ΚΟΖΑΝΗ	4	7	43	54	7%	13%	80%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	2	4	21	27	7%	15%	78%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	2	10	83	95	2%	11%	87%
ΛΑΡΙΣΑ	18	49	129	196	9%	25%	66%
ΒΟΛΟΣ	12	14	32	58	21%	24%	55%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	16	20	56	92	17%	22%	61%
ΞΑΝΘΗ	29	9	112	150	19%	6%	75%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	1	1	26	28	4%	4%	93%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	1	1	45	47	2%	2%	96%
ΡΕΘΥΜΝΟ	4		37	41	10%	0%	90%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	4	7	80	91	4%	8%	88%
ΣΕΡΡΕΣ	6	4	35	45	13%	9%	78%
ΤΡΙΚΑΛΑ	5	6	37	48	10%	13%	77%
ΛΑΜΙΑ	11	26	156	193	6%	13%	81%
ΧΑΝΙΑ	32		35	67	48%	0%	52%
Γενικό άθροισμα	279	423	1850	2552	11%	17%	72%

Πίνακας 4.3.β : Αριθμός βαριά τραυματιών ανάλογα με την ύπαρξη κεντρικής νησίδας στον τόπο του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	Κεντρική νησίδα						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Άγνωστο	Ναί	Όχι	Άθροισμα	Άγνωστο	Ναί	Όχι
ΑΓΡΙΝΙΟ	114	61	388	563	20,2%	10,8%	68,9%
ΤΡΙΠΟΛΗ	54	255	486	795	6,8%	32,1%	61,1%
ΠΑΤΡΑ	198	268	625	1091	18,1%	24,6%	57,3%
ΔΡΑΜΑ	79	44	856	979	8,1%	4,5%	87,4%
ΡΟΔΟΣ	112	93	336	541	20,7%	17,2%	62,1%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	33	9	241	283	11,7%	3,2%	85,2%
ΧΑΛΚΙΔΑ	130	78	739	947	13,7%	8,2%	78,0%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	33	1	213	247	13,4%	0,4%	86,2%
ΠΥΡΓΟΣ	50	45	401	496	10,1%	9,1%	80,8%
ΒΕΡΟΙΑ	16	113	409	538	3,0%	21,0%	76,0%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	33	160	219	412	8,0%	38,8%	53,2%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	11	67	125	203	5,4%	33,0%	61,6%
ΚΑΒΑΛΑ	40	124	499	663	6,0%	18,7%	75,3%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	51	41	218	310	16,5%	13,2%	70,3%
ΚΕΡΚΥΡΑ	53	165	256	474	11,2%	34,8%	54,0%
ΚΟΖΑΝΗ	67	34	188	289	23,2%	11,8%	65,1%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	18	9	176	203	8,9%	4,4%	86,7%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	65	105	901	1071	6,1%	9,8%	84,1%
ΛΑΡΙΣΑ	44	112	224	380	11,6%	29,5%	58,9%
ΒΟΛΟΣ	52	77	131	260	20,0%	29,6%	50,4%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	49	101	287	437	11,2%	23,1%	65,7%
ΞΑΝΘΗ	79	39	452	570	13,9%	6,8%	79,3%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	2	17	120	139	1,4%	12,2%	86,3%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	17	3	99	119	14,3%	2,5%	83,2%
ΡΕΘΥΜΝΟ	35	19	316	370	9,5%	5,1%	85,4%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	61	110	450	621	9,8%	17,7%	72,5%
ΣΕΡΡΕΣ	7	15	65	87	8,0%	17,2%	74,7%
ΤΡΙΚΑΛΑ	35	63	267	365	9,6%	17,3%	73,2%
ΛΑΜΙΑ	207	253	1222	1682	12,3%	15,0%	72,7%
ΧΑΝΙΑ	114	13	124	251	45,4%	5,2%	49,4%
Γενικό άθροισμα	1859	2494	11033	15386	12%	16%	72%

Πίνακας 4.3.γ : Αριθμός ελαφρά τραυματιών ανάλογα με την ύπαρξη κεντρικής νησίδας στον τόπο του ατυχήματος

Στο Πίνακα 4.4 αναφέρονται ο αριθμός των παθόντων σύμφωνα με τις **συνθήκες φωτισμού** που επικρατούσαν όταν έγινε το ατύχημα. Παρατηρείται μια **αυξημένη τιμή του αριθμού των νεκρών και των βαριά τραυματιών έναντι των ελαφρά κατά τη διάρκεια της νύχτας** που υποδεικνύει τη μεγαλύτερη σοβαρότητα ενός ατυχήματος τη νύχτα. Επίσης τα μεγαλύτερα ποσοστά νεκρών κατά τη διάρκεια της νύχτας καταγράφονται στη Κοζάνη 80% όπως επίσης στην Κατερίνη, 69,6% και στα Χανιά 60,9%. Αντίστοιχα υψηλά ποσοστά στους βαριά τραυματίες παρουσιάζουν τα Ιωάννινα με 77%, το Αγρίνιο με 65%, και οι Σέρρες με 64%. Στους ελαφρά τραυματίες ξεχωρίζουν τα Ιωάννινα με ποσοστό 60,6% αρκετά μεγαλύτερο από τις

υπόλοιπες πόλεις. Οι υπόλοιπες πόλεις δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη διαφορά ανάμεσα στη μέρα με τη νύχτα όπως επίσης και κατά το σούρουπο τα ποσοστά είναι πολύ μικρά.

Πόλη ατυχήματος	συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο	Άθροισμα	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο
ΑΓΡΙΝΙΟ	29	27	2	58	50,0%	46,6%	3,4%
ΤΡΙΠΟΛΗ	22	18		40	55,0%	45,0%	0,0%
ΠΑΤΡΑ	91	71	3	165	55,2%	43,0%	1,8%
ΔΡΑΜΑ	28	37	4	69	40,6%	53,6%	5,8%
ΡΟΔΟΣ	36	30	3	69	52,2%	43,5%	4,3%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	41	19	8	68	60,3%	27,9%	11,8%
ΧΑΛΚΙΔΑ	30	34	1	65	46,2%	52,3%	1,5%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	25	38	3	66	37,9%	57,6%	4,5%
ΠΥΡΓΟΣ	38	30	2	70	54,3%	42,9%	2,9%
ΒΕΡΟΙΑ	39	19	2	60	65,0%	31,7%	3,3%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	41	78	17	136	30,1%	57,4%	12,5%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	27	23	1	51	52,9%	45,1%	2,0%
ΚΑΒΑΛΑ	56	28		84	66,7%	33,3%	0,0%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	42	27	1	70	60,0%	38,6%	1,4%
ΚΕΡΚΥΡΑ	24	22		46	52,2%	47,8%	0,0%
ΚΟΖΑΝΗ	4	16		20	20,0%	80,0%	0,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	18	14	4	36	50,0%	38,9%	11,1%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	66	46	5	117	56,4%	39,3%	4,3%
ΛΑΡΙΣΑ	45	48	14	107	42,1%	44,9%	13,1%
ΒΟΛΟΣ	34	15	4	53	64,2%	28,3%	7,5%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	43	36		79	54,4%	45,6%	0,0%
ΞΑΝΘΗ	29	23	4	56	51,8%	41,1%	7,1%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	38	17	1	56	67,9%	30,4%	1,8%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	12	32	2	46	26,1%	69,6%	4,3%
ΡΕΘΥΜΝΟ	18	22	5	45	40,0%	48,9%	11,1%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	43	24		67	64,2%	35,8%	0,0%
ΣΕΡΡΕΣ	21	26	2	49	42,9%	53,1%	4,1%
ΤΡΙΚΑΛΑ	26	28	2	56	46,4%	50,0%	3,6%
ΛΑΜΙΑ	79	36	2	117	67,5%	30,8%	1,7%
ΧΑΝΙΑ	9	14		23	39,1%	60,9%	0,0%
Γενικό άθροισμα	1054	898	92	2044	51,6%	43,9%	4,5%

Πίνακας 4.4.α : Αριθμός νεκρών ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο	Άθροισμα	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο
ΑΓΡΙΝΙΟ	15	30	1	46	33%	65%	2%
ΤΡΙΠΟΛΗ	36	18		54	67%	33%	0%
ΠΑΤΡΑ	142	97	15	254	56%	38%	6%
ΔΡΑΜΑ	46	19	5	70	66%	27%	7%
ΡΟΔΟΣ	44	61	4	109	40%	56%	4%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	29	30	1	60	48%	50%	2%
ΧΑΛΚΙΔΑ	53	34	8	95	56%	36%	8%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	18	24		42	43%	57%	0%
ΠΥΡΓΟΣ	44	38	3	85	52%	45%	4%
ΒΕΡΟΙΑ	45	31	3	79	57%	39%	4%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	69	83	16	168	41%	49%	10%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	8	27		35	23%	77%	0%
ΚΑΒΑΛΑ	79	53	4	136	58%	39%	3%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	30	18	1	49	61%	37%	2%
ΚΕΡΚΥΡΑ	18	19	1	38	47%	50%	3%
ΚΟΖΑΝΗ	33	15	6	54	61%	28%	11%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	10	16	1	27	37%	59%	4%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	51	38	6	95	54%	40%	6%
ΛΑΡΙΣΑ	83	90	23	196	42%	46%	12%
ΒΟΛΟΣ	21	34	3	58	36%	59%	5%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	57	33	2	92	62%	36%	2%
ΞΑΝΘΗ	64	74	12	150	43%	49%	8%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	14	13	1	28	50%	46%	4%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	25	20	2	47	53%	43%	4%
ΡΕΘΥΜΝΟ	19	20	2	41	46%	49%	5%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	52	37	2	91	57%	41%	2%
ΣΕΡΡΕΣ	13	29	3	45	29%	64%	7%
ΤΡΙΚΑΛΑ	20	21	7	48	42%	44%	15%
ΛΑΜΙΑ	126	65	2	193	65%	34%	1%
ΧΑΝΙΑ	35	26	6	67	52%	39%	9%
Γενικό άθροισμα	1299	1113	140	2552	51%	44%	5%

Πίνακας 4.4.β : Αριθμός βαριά τραυματιών ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο	Άθροισμα	Μέρα	Νύχτα	Σούρουπο
ΑΓΡΙΝΙΟ	332	212	19	563	59,0%	37,7%	3,4%
ΤΡΙΠΟΛΗ	503	262	30	795	63,3%	33,0%	3,8%
ΠΑΤΡΑ	590	431	70	1091	54,1%	39,5%	6,4%
ΔΡΑΜΑ	519	398	62	979	53,0%	40,7%	6,3%
ΡΟΔΟΣ	309	214	18	541	57,1%	39,6%	3,3%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	178	91	14	283	62,9%	32,2%	4,9%
ΧΑΛΚΙΔΑ	521	376	50	947	55,0%	39,7%	5,3%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	149	91	7	247	60,3%	36,8%	2,8%
ΠΥΡΓΟΣ	340	131	25	496	68,5%	26,4%	5,0%
ΒΕΡΟΙΑ	331	173	34	538	61,5%	32,2%	6,3%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	244	150	18	412	59,2%	36,4%	4,4%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	72	123	8	203	35,5%	60,6%	3,9%
ΚΑΒΑΛΑ	435	191	37	663	65,6%	28,8%	5,6%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	175	107	28	310	56,5%	34,5%	9,0%
ΚΕΡΚΥΡΑ	279	180	15	474	58,9%	38,0%	3,2%
ΚΟΖΑΝΗ	138	122	29	289	47,8%	42,2%	10,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	125	68	10	203	61,6%	33,5%	4,9%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	658	341	72	1071	61,4%	31,8%	6,7%
ΛΑΡΙΣΑ	206	141	33	380	54,2%	37,1%	8,7%
ΒΟΛΟΣ	140	105	15	260	53,8%	40,4%	5,8%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	247	159	31	437	56,5%	36,4%	7,1%
ΞΑΝΘΗ	326	220	24	570	57,2%	38,6%	4,2%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	76	63		139	54,7%	45,3%	0,0%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	63	41	15	119	52,9%	34,5%	12,6%
ΡΕΘΥΜΝΟ	201	130	39	370	54,3%	35,1%	10,5%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	320	284	17	621	51,5%	45,7%	2,7%
ΣΕΡΡΕΣ	54	26	7	87	62,1%	29,9%	8,0%
ΤΡΙΚΑΛΑ	211	135	19	365	57,8%	37,0%	5,2%
ΛΑΜΙΑ	1087	482	113	1682	64,6%	28,7%	6,7%
ΧΑΝΙΑ	130	97	24	251	51,8%	38,6%	9,6%
Γενικό άθροισμα	8959	5544	883	15386	58,2%	36,0%	5,7%

Πίνακας 4.4.γ : Αριθμός ελαφρά τραυματιών ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

Στο πίνακα 4.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όσον αφορά στο **νυχτερινό φωτισμό**. Σχετικά με τη παράμετρο αυτή υπάρχουν ελλειπή στοιχεία καθώς τα περισσότερα ατυχήματα είναι άγνωστη η κατάσταση φωτισμού. Επίσης το ποσοστό των ατυχημάτων είναι μειωμένο όταν δεν υπάρχει εγκατάσταση φωτισμού καθώς τα τμήματα του οδικού δικτύου εντός κατοικημένης περιοχής χωρίς φωτισμό είναι λίγα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πόλη ατυχήματος	νυχτερινός φωτισμός										
	Πλήθος						Ποσοστό				
	Άγνωστο	αμυδρός	επαρκής	σβηστός	εγκατάσταση	Άθροισμα	Άγνωστο	αμυδρός	επαρκής	σβηστός	εγκατάσταση
ΑΓΡΙΝΙΟ	31	5	15		7	58	53,4%	8,6%	25,9%	0,0%	12,1%
ΤΡΙΠΟΛΗ	22	4	4		10	40	55,0%	10,0%	10,0%	0,0%	25,0%
ΠΑΤΡΑ	94	3	52	4	12	165	57,0%	1,8%	31,5%	2,4%	7,3%
ΔΡΑΜΑ	32	6	13	2	16	69	46,4%	8,7%	18,8%	2,9%	23,2%
ΡΟΔΟΣ	39	3	22	1	4	69	56,5%	4,3%	31,9%	1,4%	5,8%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	49		6	4	9	68	72,1%	0,0%	8,8%	5,9%	13,2%
ΧΑΛΚΙΔΑ	31	16	16		2	65	47,7%	24,6%	24,6%	0,0%	3,1%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	28	4	6		28	66	42,4%	6,1%	9,1%	0,0%	42,4%
ΠΥΡΓΟΣ	40	8	11	2	9	70	57,1%	11,4%	15,7%	2,9%	12,9%
ΒΕΡΟΙΑ	41	4	3		12	60	68,3%	6,7%	5,0%	0,0%	20,0%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	58	10	42		26	136	42,6%	7,4%	30,9%	0,0%	19,1%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	28	8	9	4	2	51	54,9%	15,7%	17,6%	7,8%	3,9%
ΚΑΒΑΛΑ	56	3	14	2	9	84	66,7%	3,6%	16,7%	2,4%	10,7%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	43	5	7	3	12	70	61,4%	7,1%	10,0%	4,3%	17,1%
ΚΕΡΚΥΡΑ	24	6	13	1	2	46	52,2%	13,0%	28,3%	2,2%	4,3%
ΚΟΖΑΝΗ	4		5		11	20	20,0%	0,0%	25,0%	0,0%	55,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	22	4	1		9	36	61,1%	11,1%	2,8%	0,0%	25,0%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	71	8	11	2	25	117	60,7%	6,8%	9,4%	1,7%	21,4%
ΛΑΡΙΣΑ	59	6	36		6	107	55,1%	5,6%	33,6%	0,0%	5,6%
ΒΟΛΟΣ	38		15			53	71,7%	0,0%	28,3%	0,0%	0,0%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	43	10	17		9	79	54,4%	12,7%	21,5%	0,0%	11,4%
ΞΑΝΘΗ	33	4	12		7	56	58,9%	7,1%	21,4%	0,0%	12,5%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	39		9	2	6	56	69,6%	0,0%	16,1%	3,6%	10,7%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	14	3	16	1	12	46	30,4%	6,5%	34,8%	2,2%	26,1%
ΡΕΘΥΜΝΟ	23	2	5		15	45	51,1%	4,4%	11,1%	0,0%	33,3%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	43	2	5		17	67	64,2%	3,0%	7,5%	0,0%	25,4%
ΣΕΡΡΕΣ	23	7	14		5	49	46,9%	14,3%	28,6%	0,0%	10,2%
ΤΡΙΚΑΛΑ	28	5	12	3	8	56	50,0%	8,9%	21,4%	5,4%	14,3%
ΛΑΜΙΑ	81	5	19		12	117	69,2%	4,3%	16,2%	0,0%	10,3%
ΧΑΝΙΑ	9	5	6	3		23	39,1%	21,7%	26,1%	13,0%	0,0%
Γενικό άθροισμα	1146	146	416	34	302	2044	56,1%	7,1%	20,4%	1,7%	14,8%

Πίνακας 4.5.α: Αριθμός νεκρών ανάλογα με τις νυχτερινές συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	νυχτερινός φωτισμός										
	Πλήθος						Ποσοστό				
	Άγνωστο	αμυδρός	επαρκής	σβηστός	Χωρίς	Άθροισμα	Άγνωστο	αμυδρός	επαρκής	σβηστός	Χωρίς
ΑΓΡΙΝΙΟ	16	7	15	3	5	46	35%	15%	33%	7%	11%
ΤΡΙΠΟΛΗ	36	5	7			54	67%	9%	13%	0%	11%
ΠΑΤΡΑ	157	17	75	1	4	254	62%	7%	30%	0%	2%
ΔΡΑΜΑ	51	2	9	2	6	70	73%	3%	13%	3%	9%
ΡΟΔΟΣ	48	5	56			109	44%	5%	51%	0%	0%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	30	4	17		9	60	50%	7%	28%	0%	15%
ΧΑΛΚΙΔΑ	61	16	14	1	3	95	64%	17%	15%	1%	3%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	18	1	7		16	42	43%	2%	17%	0%	38%
ΠΥΡΓΟΣ	47	13	14		11	85	55%	15%	16%	0%	13%
ΒΕΡΟΙΑ	48		19	3	9	79	61%	0%	24%	4%	11%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	85	20	47	3	13	168	51%	12%	28%	2%	8%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	8	9	10	2	6	35	23%	26%	29%	6%	17%
ΚΑΒΑΛΑ	83	7	28	3	15	136	61%	5%	21%	2%	11%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	31	1	13	3	1	49	63%	2%	27%	6%	2%
ΚΕΡΚΥΡΑ	19	13	6			38	50%	34%	16%	0%	0%
ΚΟΖΑΝΗ	39	7	2		6	54	72%	13%	4%	0%	11%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	11	8	6		2	27	41%	30%	22%	0%	7%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	57	2	20	7	9	95	60%	2%	21%	7%	9%
ΛΑΡΙΣΑ	106	22	55	2	11	196	54%	11%	28%	1%	6%
ΒΟΛΟΣ	24	8	25	1		58	41%	14%	43%	2%	0%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	59	7	22		4	92	64%	8%	24%	0%	4%
ΞΑΝΘΗ	76	6	53	5	10	150	51%	4%	35%	3%	7%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	15		7	2	4	28	54%	0%	25%	7%	14%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	27	5	10		5	47	57%	11%	21%	0%	11%
ΡΕΘΥΜΝΟ	21	2	14		4	41	51%	5%	34%	0%	10%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	54	7	20		10	91	59%	8%	22%	0%	11%
ΣΕΡΡΕΣ	16	5	20	2	2	45	36%	11%	44%	4%	4%
ΤΡΙΚΑΛΑ	27	9	9		3	48	56%	19%	19%	0%	6%
ΛΑΜΙΑ	128	12	41		12	193	66%	6%	21%	0%	6%
ΧΑΝΙΑ	41	6	17	1	2	67	61%	9%	25%	1%	3%
Γενικό άθροισμα	1439	226	658	41	188	2552	56%	9%	26%	2%	7%

Πίνακας 4.5.β: Αριθμός βαριά τραυματιών ανάλογα με τις νυχτερινές συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πόλη ατυχήματος	νυχτερινός φωτισμός										
	Πλήθος						Ποσοστό				
	Άγνωστο	αμυδρός	επαρκής	σβηστός	Χωρίς	Άθροισμα	Άγνωστο	αμυδρός	επαρκής	σβηστός	Χωρίς
ΑΓΡΙΝΙΟ	351	36	133	6	37	563	62,3%	6,4%	23,6%	1,1%	6,6%
ΤΡΙΠΟΛΗ	533	91	91	32	48	795	67,0%	11,4%	11,4%	4,0%	6,0%
ΠΑΤΡΑ	660	40	348	22	21	1091	60,5%	3,7%	31,9%	2,0%	1,9%
ΔΡΑΜΑ	581	71	201	50	76	979	59,3%	7,3%	20,5%	5,1%	7,8%
ΡΟΔΟΣ	327	23	172	3	16	541	60,4%	4,3%	31,8%	0,6%	3,0%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	192	23	53	7	8	283	67,8%	8,1%	18,7%	2,5%	2,8%
ΧΑΛΚΙΔΑ	571	170	173	28	5	947	60,3%	18,0%	18,3%	3,0%	0,5%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	156	8	54		29	247	63,2%	3,2%	21,9%	0,0%	11,7%
ΠΥΡΓΟΣ	365	37	57	9	28	496	73,6%	7,5%	11,5%	1,8%	5,6%
ΒΕΡΟΙΑ	365	13	128	5	27	538	67,8%	2,4%	23,8%	0,9%	5,0%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	262	30	103		17	412	63,6%	7,3%	25,0%	0,0%	4,1%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	80	29	82	6	6	203	39,4%	14,3%	40,4%	3,0%	3,0%
ΚΑΒΑΛΑ	472	28	132	7	24	663	71,2%	4,2%	19,9%	1,1%	3,6%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	203	3	66	8	30	310	65,5%	1,0%	21,3%	2,6%	9,7%
ΚΕΡΚΥΡΑ	294	47	128	3	2	474	62,0%	9,9%	27,0%	0,6%	0,4%
ΚΟΖΑΝΗ	167	7	89		26	289	57,8%	2,4%	30,8%	0,0%	9,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	135	20	20		28	203	66,5%	9,9%	9,9%	0,0%	13,8%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	730	18	203	10	110	1071	68,2%	1,7%	19,0%	0,9%	10,3%
ΛΑΡΙΣΑ	239	20	97	5	19	380	62,9%	5,3%	25,5%	1,3%	5,0%
ΒΟΛΟΣ	155	13	84		8	260	59,6%	5,0%	32,3%	0,0%	3,1%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	278	37	104		18	437	63,6%	8,5%	23,8%	0,0%	4,1%
ΞΑΝΘΗ	350	30	141	10	39	570	61,4%	5,3%	24,7%	1,8%	6,8%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	76	9	24	16	14	139	54,7%	6,5%	17,3%	11,5%	10,1%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	78	1	20	4	16	119	65,5%	0,8%	16,8%	3,4%	13,4%
ΡΕΘΥΜΝΟ	240	33	56	8	33	370	64,9%	8,9%	15,1%	2,2%	8,9%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	337	24	155	9	96	621	54,3%	3,9%	25,0%	1,4%	15,5%
ΣΕΡΡΕΣ	61	1	21		4	87	70,1%	1,1%	24,1%	0,0%	4,6%
ΤΡΙΚΑΛΑ	230	36	84	4	11	365	63,0%	9,9%	23,0%	1,1%	3,0%
ΛΑΜΙΑ	1200	50	329	26	77	1682	71,3%	3,0%	19,6%	1,5%	4,6%
ΧΑΝΙΑ	154	7	86	3	1	251	61,4%	2,8%	34,3%	1,2%	0,4%
Γενικό άθροισμα	9842	955	3434	281	874	15386	64,0%	6,2%	22,3%	1,8%	5,7%

Πίνακας 4.5.γ: Αριθμός ελαφρά τραυματιών ανάλογα με τις νυχτερινές συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

Στον επόμενο πίνακα 4.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στον αριθμό των παθόντων ανά κατάσταση **καιρικών συνθηκών**. Παρατηρείται ότι τα περισσότερα ατυχήματα 87-89% συμβαίνουν σε καλοκαιρία, το οποίο είναι αναμενόμενο στην Ελλάδα αφού οι περισσότερες ημέρες έχει καλοκαιρία. Όλες οι πόλεις παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό στη καλοκαιρία το οποίο πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί είναι πιο προσεκτικοί όταν βρέχει.

Πόλη ατυχήματος	Καιρικές συνθήκες						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία	Άθροισμα	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία
ΑΓΡΙΝΙΟ		3	55	58	0,0%	5,2%	94,8%
ΤΡΙΠΟΛΗ		3	37	40	0,0%	7,5%	92,5%
ΠΑΤΡΑ		19	146	165	0,0%	11,5%	88,5%
ΔΡΑΜΑ	2	4	63	69	2,9%	5,8%	91,3%
ΡΟΔΟΣ		8	61	69	0,0%	11,6%	88,4%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	2	2	64	68	2,9%	2,9%	94,1%
ΧΑΛΚΙΔΑ	4	9	52	65	6,2%	13,8%	80,0%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ		7	59	66	0,0%	10,6%	89,4%
ΠΥΡΓΟΣ	1	15	54	70	1,4%	21,4%	77,1%
ΒΕΡΟΙΑ	4	4	52	60	6,7%	6,7%	86,7%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ		15	121	136	0,0%	11,0%	89,0%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	2	6	43	51	3,9%	11,8%	84,3%
ΚΑΒΑΛΑ		4	80	84	0,0%	4,8%	95,2%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	1	9	60	70	1,4%	12,9%	85,7%
ΚΕΡΚΥΡΑ		3	43	46	0,0%	6,5%	93,5%
ΚΟΖΑΝΗ	2		18	20	10,0%	0,0%	90,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	2	2	32	36	5,6%	5,6%	88,9%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	7	18	92	117	6,0%	15,4%	78,6%
ΛΑΡΙΣΑ	3	11	93	107	2,8%	10,3%	86,9%
ΒΟΛΟΣ		10	43	53	0,0%	18,9%	81,1%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	1	2	76	79	1,3%	2,5%	96,2%
ΞΑΝΘΗ	11	10	35	56	19,6%	17,9%	62,5%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ		5	51	56	0,0%	8,9%	91,1%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ			46	46	0,0%	0,0%	100,0%
ΡΕΘΥΜΝΟ		2	43	45	0,0%	4,4%	95,6%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	10		57	67	14,9%	0,0%	85,1%
ΣΕΡΡΕΣ		6	43	49	0,0%	12,2%	87,8%
ΤΡΙΚΑΛΑ		5	51	56	0,0%	8,9%	91,1%
ΛΑΜΙΑ	3	11	103	117	2,6%	9,4%	88,0%
ΧΑΝΙΑ		4	19	23	0,0%	17,4%	82,6%
Γενικό άθροισμα	55	197	1792	2044	2,7%	9,6%	87,7%

Πίνακας 4.6.α: Αριθμός νεκρών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	Καιρικές συνθήκες						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία	Άθροισμα	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία
ΑΓΡΙΝΙΟ	2	6	38	46	4%	13%	83%
ΤΡΙΠΟΛΗ		10	44	54	0%	19%	81%
ΠΑΤΡΑ	3	17	234	254	1%	7%	92%
ΔΡΑΜΑ	2	9	59	70	3%	13%	84%
ΡΟΔΟΣ	1	2	106	109	1%	2%	97%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ		10	50	60	0%	17%	83%
ΧΑΛΚΙΔΑ		4	91	95	0%	4%	96%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ		2	40	42	0%	5%	95%
ΠΥΡΓΟΣ		4	81	85	0%	5%	95%
ΒΕΡΟΙΑ		8	71	79	0%	10%	90%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	3	6	159	168	2%	4%	95%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	4		31	35	11%	0%	89%
ΚΑΒΑΛΑ	8	8	120	136	6%	6%	88%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ		7	42	49	0%	14%	86%
ΚΕΡΚΥΡΑ	1	2	35	38	3%	5%	92%
ΚΟΖΑΝΗ	3	9	42	54	6%	17%	78%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	10		17	27	37%	0%	63%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	2	10	83	95	2%	11%	87%
ΛΑΡΙΣΑ	7	19	170	196	4%	10%	87%
ΒΟΛΟΣ		5	53	58	0%	9%	91%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ		5	87	92	0%	5%	95%
ΞΑΝΘΗ	2	4	144	150	1%	3%	96%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ		6	22	28	0%	21%	79%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ		1	46	47	0%	2%	98%
ΡΕΘΥΜΝΟ	1	1	39	41	2%	2%	95%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	15	4	72	91	16%	4%	79%
ΣΕΡΡΕΣ		6	39	45	0%	13%	87%
ΤΡΙΚΑΛΑ		3	45	48	0%	6%	94%
ΛΑΜΙΑ	2	30	161	193	1%	16%	83%
ΧΑΝΙΑ	1	4	62	67	1%	6%	93%
Γενικό άθροισμα	67	202	2283	2552	3%	8%	89%

Πίνακας 4.6.β: Αριθμός βαριά τραυματιών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες του ατυχήματος

Πόλη ατυχήματος	Καιρικές συνθήκες						
	Πλήθος				Ποσοστό		
	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία	Άθροισμα	Άλλες	Βροχή	Καλοκαιρία
ΑΓΡΙΝΙΟ	10	48	505	563	1,8%	8,5%	89,7%
ΤΡΙΠΟΛΗ	2	158	635	795	0,3%	19,9%	79,9%
ΠΑΤΡΑ	24	80	987	1091	2,2%	7,3%	90,5%
ΔΡΑΜΑ	14	111	854	979	1,4%	11,3%	87,2%
ΡΟΔΟΣ		18	523	541	0,0%	3,3%	96,7%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	9	32	242	283	3,2%	11,3%	85,5%
ΧΑΛΚΙΔΑ	18	49	880	947	1,9%	5,2%	92,9%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	3	43	201	247	1,2%	17,4%	81,4%
ΠΥΡΓΟΣ		43	453	496	0,0%	8,7%	91,3%
ΒΕΡΟΙΑ	21	68	449	538	3,9%	12,6%	83,5%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ		35	377	412	0,0%	8,5%	91,5%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	8	61	134	203	3,9%	30,0%	66,0%
ΚΑΒΑΛΑ	20	109	534	663	3,0%	16,4%	80,5%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	7	40	263	310	2,3%	12,9%	84,8%
ΚΕΡΚΥΡΑ	6	66	402	474	1,3%	13,9%	84,8%
ΚΟΖΑΝΗ	27	43	219	289	9,3%	14,9%	75,8%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	4	11	188	203	2,0%	5,4%	92,6%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	3	60	1008	1071	0,3%	5,6%	94,1%
ΛΑΡΙΣΑ	10	49	321	380	2,6%	12,9%	84,5%
ΒΟΛΟΣ	13	21	226	260	5,0%	8,1%	86,9%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	1	22	414	437	0,2%	5,0%	94,7%
ΞΑΝΘΗ	21	74	475	570	3,7%	13,0%	83,3%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	1	37	101	139	0,7%	26,6%	72,7%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	3	3	113	119	2,5%	2,5%	95,0%
ΡΕΘΥΜΝΟ		35	335	370	0,0%	9,5%	90,5%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	21	93	507	621	3,4%	15,0%	81,6%
ΣΕΡΡΕΣ	1	5	81	87	1,1%	5,7%	93,1%
ΤΡΙΚΑΛΑ	3	30	332	365	0,8%	8,2%	91,0%
ΛΑΜΙΑ	33	251	1398	1682	2,0%	14,9%	83,1%
ΧΑΝΙΑ		18	233	251	0,0%	7,2%	92,8%
Γενικό άθροισμα	283	1713	13390	15386	1,8%	11,1%	87,0%

Πίνακας 4.6.γ: Αριθμός ελαφρά τραυματιών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες του ατυχήματος

Στο πίνακα 4.7 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στο **τύπο ατυχήματος**. Στα ατυχήματα με νεκρούς ο πιο συχνός τύπος ατυχήματος είναι η πλαγιομετωπική σύγκρουση με ποσοστό 25,2% με την Πάτρα τη Λάρισα και το Βόλο να ξεχωρίζουν με ποσοστά 47,9% και 39,3%, 37,7% αντίστοιχα. Στα ατυχήματα με βαριά τραυματίες ομοίως η πλαγιομετωπική σύγκρουση εμφανίζεται περισσότερο και με ποσοστό μεγαλύτερο, 32%. Στα Γιαννιτσά και στη Πάτρα εμφανίζεται πιο συχνά με ποσοστά 54% και 50% αντίστοιχα. Η συχνότητα της πλαγιομετωπικής σύγκρουσης αυξάνεται ακόμα περισσότερο στους ελαφρά τραυματίες με

ποσοστό 44,7% με τη Πάτρα την Αμαλιάδα και τη Πτολεμαΐδα να κατέχουν τα υψηλότερα ποσοστά, 58,8%, 58,3% και 58,1% αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	τύπος ατυχήματος 3																	
Πόλη ατυχήματος	Πλήθος									Ποσοστό								
	Άλλος	Εκτροπή	Μετωπική	Νωτομετωπική	Παράσυρση πεζού	Πλάγια	Πλαγιο μετωπική	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/ αντικείμενο	Άθροισμα	Άλλος	Εκτροπή	Μετωπική	Νωτομετωπική	Παράσυρση πεζού	Πλάγια	Πλαγιο μετωπική	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/	
ΑΓΡΙΝΙΟ	1	14	4	1	13	10	8	7	58	1,7%	24,1%	6,9%	1,7%	22,4%	17,2%	13,8%	12,1%	
ΤΡΙΠΟΛΗ		7	4	4	7	4	9	5	40	0,0%	17,5%	10,0%	10,0%	17,5%	10,0%	22,5%	12,5%	
ΠΑΤΡΑ	3	19	19	14	19	4	79	8	165	1,8%	11,5%	11,5%	8,5%	11,5%	2,4%	47,9%	4,8%	
ΔΡΑΜΑ	8	13	6	3	6		23	10	69	11,6%	18,8%	8,7%	4,3%	8,7%	0,0%	33,3%	14,5%	
ΡΟΔΟΣ	3	3	9	6	4	4	19	21	69	4,3%	4,3%	13,0%	8,7%	5,8%	5,8%	27,5%	30,4%	
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ		11	12	5	3	5	22	10	68	0,0%	16,2%	17,6%	7,4%	4,4%	7,4%	32,4%	14,7%	
ΧΑΛΚΙΔΑ	1	6	6	8	11	2	20	11	65	1,5%	9,2%	9,2%	12,3%	16,9%	3,1%	30,8%	16,9%	
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	3	6	17	1	8	2	19	10	66	4,5%	9,1%	25,8%	1,5%	12,1%	3,0%	28,8%	15,2%	
ΠΥΡΓΟΣ	1	18	9		6		17	19	70	1,4%	25,7%	12,9%	0,0%	8,6%	0,0%	24,3%	27,1%	
ΒΕΡΟΙΑ	15	12	10	4	5		10	4	60	25,0%	20,0%	16,7%	6,7%	8,3%	0,0%	16,7%	6,7%	
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	2	27	20	4	10	4	35	34	136	1,5%	19,9%	14,7%	2,9%	7,4%	2,9%	25,7%	25,0%	
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	1	5	4	5	17	6	9	4	51	2,0%	9,8%	7,8%	9,8%	33,3%	11,8%	17,6%	7,8%	
ΚΑΒΑΛΑ	7	17	14	8	13		15	10	84	8,3%	20,2%	16,7%	9,5%	15,5%	0,0%	17,9%	11,9%	
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	11	2	21	5	7		23	1	70	15,7%	2,9%	30,0%	7,1%	10,0%	0,0%	32,9%	1,4%	
ΚΕΡΚΥΡΑ	1	3	1		14	4	6	17	46	2,2%	6,5%	2,2%	0,0%	30,4%	8,7%	13,0%	37,0%	
ΚΟΖΑΝΗ	3	5		6	1	4		1	20	15,0%	25,0%	0,0%	30,0%	5,0%	20,0%	0,0%	5,0%	
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	1	14	5	2	5		9		36	2,8%	38,9%	13,9%	5,6%	13,9%	0,0%	25,0%	0,0%	
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	1	38	23	16	17	4	10	8	117	0,9%	32,5%	19,7%	13,7%	14,5%	3,4%	8,5%	6,8%	
ΛΑΡΙΣΑ	1	6	21	3	18	4	42	12	107	0,9%	5,6%	19,6%	2,8%	16,8%	3,7%	39,3%	11,2%	
ΒΟΛΟΣ	1	3	1		12	3	20	13	53	1,9%	5,7%	1,9%	0,0%	22,6%	5,7%	37,7%	24,5%	
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	2	20	10	8	8	1	16	14	79	2,5%	25,3%	12,7%	10,1%	10,1%	1,3%	20,3%	17,7%	
ΞΑΝΘΗ	1	19	4	1	6		16	9	56	1,8%	33,9%	7,1%	1,8%	10,7%	0,0%	28,6%	16,1%	
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ			21	4	5		16	10	56	0,0%	0,0%	37,5%	7,1%	8,9%	0,0%	28,6%	17,9%	
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	1	4	10	2	5		15	9	46	2,2%	8,7%	21,7%	4,3%	10,9%	0,0%	32,6%	19,6%	
ΡΕΘΥΜΝΟ		3	2	6	15	5	2	12	45	0,0%	6,7%	4,4%	13,3%	33,3%	11,1%	4,4%	26,7%	
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	11	17	12	2	11		9	5	67	16,4%	25,4%	17,9%	3,0%	16,4%	0,0%	13,4%	7,5%	
ΣΕΡΡΕΣ	8	6	6		2		17	10	49	16,3%	12,2%	12,2%	0,0%	4,1%	0,0%	34,7%	20,4%	
ΤΡΙΚΑΛΑ	6	10	12	3	14		3	8	56	10,7%	17,9%	21,4%	5,4%	25,0%	0,0%	5,4%	14,3%	
ΛΑΜΙΑ	3	16	35	4	28	2	22	7	117	2,6%	13,7%	29,9%	3,4%	23,9%	1,7%	18,8%	6,0%	
ΧΑΝΙΑ	1	5			3	5	4	5	23	4,3%	21,7%	0,0%	0,0%	13,0%	21,7%	17,4%	21,7%	
Γενικό άθροισμα	97	329	318	125	293	73	515	294	2044	4,7%	16,1%	15,6%	6,1%	14,3%	3,6%	25,2%	14,4%	

Πίνακας 4.7.α: Αριθμός νεκρών ανάλογα με το τύπο του ατυχήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	τύπο ατυχήματος																
Πόλη ατυχήματος	Πλήθος									ποσοστό							
	Άλλος	Εκτροπή	Μετωπική	Νωτομετωπική	Παράσυρση πεζού	Πλάγια	Πλαγιομετωπική	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο	Άθροισμα	Άλλος	Εκτροπή	Μετωπική	Νωτομετωπική	Παράσυρση πεζού	Πλάγια	Πλαγιομετωπική	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο
ΑΓΡΙΝΙΟ	2	8	6		15	2	11	2	46	4%	17%	13%	0%	33%	4%	24%	4%
ΤΡΙΠΟΛΗ	4	8	2		3	4	24	9	54	7%	15%	4%	0%	6%	7%	44%	17%
ΠΑΤΡΑ	12	25	9	7	40	9	127	25	254	5%	10%	4%	3%	16%	4%	50%	10%
ΔΡΑΜΑ	2	18	6	2	15	1	20	6	70	3%	26%	9%	3%	21%	1%	29%	9%
ΡΟΔΟΣ	7	6	19	1	11	6	32	27	109	6%	6%	17%	1%	10%	6%	29%	25%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΙΣ	4	13		10	8		20	5	60	7%	22%	0%	17%	13%	0%	33%	8%
ΧΑΛΚΙΔΑ	6	6	8		30	2	26	17	95	6%	6%	8%	0%	32%	2%	27%	18%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	2	5	9	1	13	2	8	2	42	5%	12%	21%	2%	31%	5%	19%	5%
ΠΥΡΓΟΣ	1	21	10	1	9	8	26	9	85	1%	25%	12%	1%	11%	9%	31%	11%
ΒΕΡΟΙΑ	7	12	10	13	13	1	14	9	79	9%	15%	13%	16%	16%	1%	18%	11%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	8	26	15	11	27	6	40	35	168	5%	15%	9%	7%	16%	4%	24%	21%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ		4	8	2	4	1	11	5	35	0%	11%	23%	6%	11%	3%	31%	14%
ΚΑΒΑΛΑ	6	26	20	17	20	1	20	26	136	4%	19%	15%	13%	15%	1%	15%	19%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	3	13	11	2	5		12	3	49	6%	27%	22%	4%	10%	0%	24%	6%
ΚΕΡΚΥΡΑ		6	3	1	5	4	13	6	38	0%	16%	8%	3%	13%	11%	34%	16%
ΚΟΖΑΝΗ	1	9	6	2	15		11	10	54	2%	17%	11%	4%	28%	0%	20%	19%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ		10	6		3		3	5	27	0%	37%	22%	0%	11%	0%	11%	19%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ		44	12	5	3	4	27		95	0%	46%	13%	5%	3%	4%	28%	0%
ΛΑΡΙΣΑ	7	12	21	17	39	1	76	23	196	4%	6%	11%	9%	20%	1%	39%	12%
ΒΟΛΟΣ	2	4	3		18	3	15	13	58	3%	7%	5%	0%	31%	5%	26%	22%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	2	18	7	2	9	4	41	9	92	2%	20%	8%	2%	10%	4%	45%	10%
ΞΑΝΘΗ	6	18	16	3	19	5	62	21	150	4%	12%	11%	2%	13%	3%	41%	14%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ		2	4	2	5		15		28	0%	7%	14%	7%	18%	0%	54%	0%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	4	7	4	1	7		18	6	47	9%	15%	9%	2%	15%	0%	38%	13%
ΡΕΘΥΜΝΟ	2	3	5	1	8		7	15	41	5%	7%	12%	2%	20%	0%	17%	37%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	12	11	14	6	12	2	24	10	91	13%	12%	15%	7%	13%	2%	26%	11%
ΣΕΡΡΕΣ	1	10	2		11	2	13	6	45	2%	22%	4%	0%	24%	4%	29%	13%
ΤΡΙΚΑΛΑ	1	8	11	2	2	3	15	6	48	2%	17%	23%	4%	4%	6%	31%	13%
ΛΑΜΙΑ	5	23	40	16	28	8	68	5	193	3%	12%	21%	8%	15%	4%	35%	3%
ΧΑΝΙΑ	1	4	2	3	12	10	18	17	67	1%	6%	3%	4%	18%	15%	27%	25%
Γενικό άθροισμα	108	380	289	128	409	89	817	332	2552	4%	15%	11%	5%	16%	3%	32%	13%

Πίνακας 4.7.β: Αριθμός βαριά τραυματιών ανάλογα με το τύπο του ατυχήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πόλη ατυχήματος	τύπο ατυχήματος																
	Πλήθος									Ποσοστό							
	Άλλος	Εκτροπή	Μετωπική	Νωτομετωπική	Παράσυρση πεζού	Πλάγια	Πλαγιο μετωπική	Πρόσκρουση σε σταθμευμέν ο	Άθροισμα	Άλλος	Εκτροπή	Μετωπική	Νωτομετωπική	Παράσυρση πεζού	Πλάγια	Πλαγιο μετωπική	Πρόσκρουση σε σταθμευμέν ο
ΑΓΡΙΝΙΟ	6	50	61	45	93	70	215	23	563	1,1%	8,9%	10,8%	8,0%	16,5%	12,4%	38,2%	4,1%
ΤΡΙΠΟΛΗ	9	67	34	82	47	39	456	61	795	1,1%	8,4%	4,3%	10,3%	5,9%	4,9%	57,4%	7,7%
ΠΑΤΡΑ	20	36	41	59	162	69	641	63	1091	1,8%	3,3%	3,8%	5,4%	14,8%	6,3%	58,8%	5,8%
ΔΡΑΜΑ	32	114	111	68	120	40	416	78	979	3,3%	11,6%	11,3%	6,9%	12,3%	4,1%	42,5%	8,0%
ΡΟΔΟΣ	24	16	71	32	59	23	260	56	541	4,4%	3,0%	13,1%	5,9%	10,9%	4,3%	48,1%	10,4%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΙΣ	4	34	22	51	50	13	92	17	283	1,4%	12,0%	7,8%	18,0%	17,7%	4,6%	32,5%	6,0%
ΧΑΛΚΙΔΑ	24	25	99	90	137	51	453	68	947	2,5%	2,6%	10,5%	9,5%	14,5%	5,4%	47,8%	7,2%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	5	6	40	11	12	16	144	13	247	2,0%	2,4%	16,2%	4,5%	4,9%	6,5%	58,3%	5,3%
ΠΥΡΓΟΣ	7	24	43	54	32	48	238	50	496	1,4%	4,8%	8,7%	10,9%	6,5%	9,7%	48,0%	10,1%
ΒΕΡΟΙΑ	24	49	60	48	95	19	191	52	538	4,5%	9,1%	11,2%	8,9%	17,7%	3,5%	35,5%	9,7%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	9	35	26	55	44	41	160	42	412	2,2%	8,5%	6,3%	13,3%	10,7%	10,0%	38,8%	10,2%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	2	6	47	35	22	29	56	6	203	1,0%	3,0%	23,2%	17,2%	10,8%	14,3%	27,6%	3,0%
ΚΑΒΑΛΑ	24	68	88	61	118	22	227	55	663	3,6%	10,3%	13,3%	9,2%	17,8%	3,3%	34,2%	8,3%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	13	26	42	12	42	12	148	15	310	4,2%	8,4%	13,5%	3,9%	13,5%	3,9%	47,7%	4,8%
ΚΕΡΚΥΡΑ	5	15	37	51	64	64	177	61	474	1,1%	3,2%	7,8%	10,8%	13,5%	13,5%	37,3%	12,9%
ΚΟΖΑΝΗ	5	48	18	18	26	23	116	35	289	1,7%	16,6%	6,2%	6,2%	9,0%	8,0%	40,1%	12,1%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	3	13	17	19	5	2	118	26	203	1,5%	6,4%	8,4%	9,4%	2,5%	1,0%	58,1%	12,8%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	4	109	126	91	114	59	527	41	1071	0,4%	10,2%	11,8%	8,5%	10,6%	5,5%	49,2%	3,8%
ΛΑΡΙΣΑ	6	24	38	55	52	23	143	39	380	1,6%	6,3%	10,0%	14,5%	13,7%	6,1%	37,6%	10,3%
ΒΟΛΟΣ	13	13	32	7	54	23	90	28	260	5,0%	5,0%	12,3%	2,7%	20,8%	8,8%	34,6%	10,8%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	9	43	42	34	82	18	170	39	437	2,1%	9,8%	9,6%	7,8%	18,8%	4,1%	38,9%	8,9%
ΞΑΝΘΗ	25	60	41	40	55	44	259	46	570	4,4%	10,5%	7,2%	7,0%	9,6%	7,7%	45,4%	8,1%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	1	6	64	1	4	7	48	8	139	0,7%	4,3%	46,0%	0,7%	2,9%	5,0%	34,5%	5,8%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	4	15	14	4	28		43	11	119	3,4%	12,6%	11,8%	3,4%	23,5%	0,0%	36,1%	9,2%
ΡΕΘΥΜΝΟ	12	13	42	23	66	31	142	41	370	3,2%	3,5%	11,4%	6,2%	17,8%	8,4%	38,4%	11,1%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	41	63	103	53	48	24	193	96	621	6,6%	10,1%	16,6%	8,5%	7,7%	3,9%	31,1%	15,5%
ΣΕΡΡΕΣ	2	17	2	1	7	1	40	17	87	2,3%	19,5%	2,3%	1,1%	8,0%	1,1%	46,0%	19,5%
ΤΡΙΚΑΛΑ	4	22	63	21	33	16	179	27	365	1,1%	6,0%	17,3%	5,8%	9,0%	4,4%	49,0%	7,4%
ΛΑΜΙΑ	10	159	206	120	180	120	804	83	1682	0,6%	9,5%	12,2%	7,1%	10,7%	7,1%	47,8%	4,9%
ΧΑΝΙΑ	3	2	14	6	38	23	136	29	251	1,2%	0,8%	5,6%	2,4%	15,1%	9,2%	54,2%	11,6%
Γενικό άθροισμα	350	1178	1644	1247	1889	970	6882	1226	15386	2,3%	7,7%	10,7%	8,1%	12,3%	6,3%	44,7%	8,0%

Πίνακας 4.7.γ: Αριθμός ελαφρά τραυματιών ανάλογα με το τύπο του ατυχήματος

Στον επόμενο πίνακα 4.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με το **φύλο του συμμετέχοντα** στο ατύχημα. Και στις τρεις κατηγορίες, νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες, υπάρχει **αυξημένη συμμετοχή των ανδρών** με ποσοστά 76,6%, 76,2%, 68,1% σε κάθε κατηγορία αντιστοίχως. Μάλιστα σε ορισμένες πόλεις είναι ιδιαίτερα αυξημένο αυτό το ποσοστό όπως στη Κοζάνη, στη Τρίπολη, στη Ρόδο και στα Χανιά όσον αφορά στους νεκρούς, στη Ρόδο στα Τρίκαλα και στη Χαλκίδα όσον αφορά τους βαριά τραυματίες, και στις Σέρρες και στα Γιαννitsά όσον αφορά τους ελαφρά τραυματίες.

Πόλη ατυχήματος	φύλο του παθόντα				
	Πλήθος			Ποσοστό	
	Άρρεν	Θήλυ	Άθροισμα	Άρρεν	Θήλυ
ΑΓΡΙΝΙΟ	45	13	58	77,6%	22,4%
ΤΡΙΠΟΛΗ	37	3	40	92,5%	7,5%
ΠΑΤΡΑ	131	34	165	79,4%	20,6%
ΔΡΑΜΑ	52	17	69	75,4%	24,6%
ΡΟΔΟΣ	63	6	69	91,3%	8,7%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	41	27	68	60,3%	39,7%
ΧΑΛΚΙΔΑ	57	8	65	87,7%	12,3%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	53	13	66	80,3%	19,7%
ΠΥΡΓΟΣ	50	20	70	71,4%	28,6%
ΒΕΡΟΙΑ	44	16	60	73,3%	26,7%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	101	35	136	74,3%	25,7%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	34	17	51	66,7%	33,3%
ΚΑΒΑΛΑ	58	26	84	69,0%	31,0%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	54	16	70	77,1%	22,9%
ΚΕΡΚΥΡΑ	25	21	46	54,3%	45,7%
ΚΟΖΑΝΗ	19	1	20	95,0%	5,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	27	9	36	75,0%	25,0%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	88	29	117	75,2%	24,8%
ΛΑΡΙΣΑ	89	18	107	83,2%	16,8%
ΒΟΛΟΣ	44	9	53	83,0%	17,0%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	57	22	79	72,2%	27,8%
ΞΑΝΘΗ	39	17	56	69,6%	30,4%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	41	15	56	73,2%	26,8%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	39	7	46	84,8%	15,2%
ΡΕΘΥΜΝΟ	40	5	45	88,9%	11,1%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	49	18	67	73,1%	26,9%
ΣΕΡΡΕΣ	33	16	49	67,3%	32,7%
ΤΡΙΚΑΛΑ	41	15	56	73,2%	26,8%
ΛΑΜΙΑ	93	24	117	79,5%	20,5%
ΧΑΝΙΑ	21	2	23	91,3%	8,7%
Γενικό άθροισμα	1565	479	2044	76,6%	23,4%

Πίνακας 4.7.α: αριθμός νεκρών ανάλογα με το φύλο του παθόντα

Πόλη ατυχήματος	φύλο του παθόντα				
	Πλήθος			Ποσοστό	
	Άρρεν	Θήλυ	Άθροισμα	Άρρεν	Θήλυ
ΑΓΡΙΝΙΟ	36	10	46	78,3%	21,7%
ΤΡΙΠΟΛΗ	41	13	54	75,9%	24,1%
ΠΑΤΡΑ	186	68	254	73,2%	26,8%
ΔΡΑΜΑ	52	18	70	74,3%	25,7%
ΡΟΔΟΣ	99	10	109	90,8%	9,2%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	45	15	60	75,0%	25,0%
ΧΑΛΚΙΔΑ	83	12	95	87,4%	12,6%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ	32	10	42	76,2%	23,8%
ΠΥΡΓΟΣ	57	28	85	67,1%	32,9%
ΒΕΡΟΙΑ	61	18	79	77,2%	22,8%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	123	45	168	73,2%	26,8%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	27	8	35	77,1%	22,9%
ΚΑΒΑΛΑ	110	26	136	80,9%	19,1%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	41	8	49	83,7%	16,3%
ΚΕΡΚΥΡΑ	30	8	38	78,9%	21,1%
ΚΟΖΑΝΗ	39	15	54	72,2%	27,8%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	20	7	27	74,1%	25,9%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	66	29	95	69,5%	30,5%
ΛΑΡΙΣΑ	167	29	196	85,2%	14,8%
ΒΟΛΟΣ	46	12	58	79,3%	20,7%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	57	35	92	62,0%	38,0%
ΞΑΝΘΗ	102	48	150	68,0%	32,0%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	19	9	28	67,9%	32,1%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	36	11	47	76,6%	23,4%
ΡΕΘΥΜΝΟ	31	10	41	75,6%	24,4%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	71	20	91	78,0%	22,0%
ΣΕΡΡΕΣ	34	11	45	75,6%	24,4%
ΤΡΙΚΑΛΑ	42	6	48	87,5%	12,5%
ΛΑΜΙΑ	139	54	193	72,0%	28,0%
ΧΑΝΙΑ	52	15	67	77,6%	22,4%
Γενικό άθροισμα	1944	608	2552	76,2%	23,8%

Πίνακας 4.7.β: αριθμός βαριά τραυματιών ανάλογα με το φύλο του παθόντα

Πόλη ατυχήματος	φύλο του παθόντα						
	Πλήθος					Ποσοστό	
	Άγνωστο	Άρρεν	Θήλυ	Άθροισμα	Άγνωστο	Άρρεν	Θήλυ
ΑΓΡΙΝΙΟ		388	175	563	0,0%	68,9%	31,1%
ΤΡΙΠΟΛΗ		488	307	795	0,0%	61,4%	38,6%
ΠΑΤΡΑ		695	396	1091	0,0%	63,7%	36,3%
ΔΡΑΜΑ	3	636	340	979	0,3%	65,0%	34,7%
ΡΟΔΟΣ		403	138	541	0,0%	74,5%	25,5%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ		198	85	283	0,0%	70,0%	30,0%
ΧΑΛΚΙΔΑ		646	301	947	0,0%	68,2%	31,8%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ		164	83	247	0,0%	66,4%	33,6%
ΠΥΡΓΟΣ		324	172	496	0,0%	65,3%	34,7%
ΒΕΡΟΙΑ	2	378	158	538	0,4%	70,3%	29,4%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ		288	124	412	0,0%	69,9%	30,1%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ		146	57	203	0,0%	71,9%	28,1%
ΚΑΒΑΛΑ		404	259	663	0,0%	60,9%	39,1%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ		224	86	310	0,0%	72,3%	27,7%
ΚΕΡΚΥΡΑ	1	340	133	474	0,2%	71,7%	28,1%
ΚΟΖΑΝΗ		201	88	289	0,0%	69,6%	30,4%
ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ		146	57	203	0,0%	71,9%	28,1%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ		717	354	1071	0,0%	66,9%	33,1%
ΛΑΡΙΣΑ		247	133	380	0,0%	65,0%	35,0%
ΒΟΛΟΣ		181	79	260	0,0%	69,6%	30,4%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ		314	123	437	0,0%	71,9%	28,1%
ΞΑΝΘΗ	2	418	150	570	0,4%	73,3%	26,3%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ	1	105	33	139	0,7%	75,5%	23,7%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ		79	40	119	0,0%	66,4%	33,6%
ΡΕΘΥΜΝΟ		249	121	370	0,0%	67,3%	32,7%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ		477	144	621	0,0%	76,8%	23,2%
ΣΕΡΡΕΣ		71	16	87	0,0%	81,6%	18,4%
ΤΡΙΚΑΛΑ		258	107	365	0,0%	70,7%	29,3%
ΛΑΜΙΑ	5	1103	574	1682	0,3%	65,6%	34,1%
ΧΑΝΙΑ		188	63	251	0,0%	74,9%	25,1%
Γενικό άθροισμα	14	10476	4896	15386	0,1%	68,1%	31,8%

Πίνακας 4.7.γ: αριθμός ελαφρά τραυματιών ανάλογα με το φύλο του παθόντα

Στο πίνακα 4.8 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στον **τύπο οχήματος** που συμμετείχε στο ατύχημα. Ο επικρατέστερος τύπος είναι τα **επιβατικά αυτοκίνητα** ενώ ακολουθούν τα δίκυκλα μεγάλου κυβισμού. Τα ποσοστά και στους δύο αυτούς τύπους δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ των νεκρών και των βαριά και ελαφρά τραυματιών (66%, 57,9%, 64,2% για τα επιβατικά και 20,7%, 30,7%, 24% για τα δίκυκλα μεγάλου κυβισμού). Όμως μεταξύ των πόλεων υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση καθώς για τους νεκρούς, στα ατυχήματα με επιβατικά η Πτολεμαΐδα, η Ξάνθη, η Τρίπολη και η Κόρινθος παρουσιάζουν

πολύ υψηλά ποσοστά από 82% έως 89%, ενώ στα δίκυκλα μεγάλου κυβισμού η Ρόδος η Χαλκίδα και το Ηράκλειο με ποσοστά 55%, 41,5% και 57,5% αντίστοιχα παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα. Επιπλέον όσον αφορά τους βαριά τραυματίες, είναι σημαντικά τα αυξημένα ποσοστά, πάνω από 50%, σε δίκυκλα μεγάλου κυβισμού που παρουσιάζονται στη Κέρκυρα στα Χανιά στη Ρόδο και στο Ρέθυμνο. Αυτό πιθανώς οφείλεται στον αυξημένο αριθμό τουριστών που επισκέπτονται αυτά τα μέρη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Για τους ελαφρά τραυματίες οι πόλεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη ομαλότητα με εξαίρεση το υψηλά ποσοστά με επιβατικό σε Κοζάνη και Γιαννιτσά 82% και 81% αντίστοιχα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρία διαγράμματα, στο οποίο έχει γίνει ομαδοποίηση σε τρεις κατηγορίες: επιβατικό, δίκυκλο και άλλο. Σε αυτά τα διαγράμματα παρατηρείται ότι, όσον αφορά τον αριθμό των νεκρών, το ποσοστό των νεκρών που οδηγούσαν επιβατικό όχημα είναι ιδιαίτερα αυξημένο σε όλες τις πόλεις, με εξαίρεση τα Χανιά και τη Ρόδο που υπερτερούν τα δίκυκλα. Σχετικά με τον αριθμό των βαριά τραυματιών, παρατηρείται ιδιαίτερη αύξηση στα δίκυκλα σε όλες τις πόλεις και σε μερικές μάλιστα το ποσοστά του δικύκλου είναι πολύ υψηλά όπως στη Χαλκίδα, στα Χανιά, στη Κέρκυρα, στη Ρόδο και στο Ρέθυμνο. Τέλος στους ελαφρά τραυματίες παρουσιάζεται μια ισορροπία ανάμεσα στα επιβατικά και στα δίκυκλα με εξαίρεση τη Ρόδο που το ποσοστό των δίκυκλων είναι υψηλό, ενώ στη βόρειες πόλεις το ποσοστό των δικύκλων είναι πολύ μικρό. Γενικότερα η αυξημένα ποσοστά δικύκλων και στις τρεις κατηγορίες κατέχουν τουριστικές πόλεις όπως η Ρόδος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πόλη απυχήματος	είδος-χρήσης συνδεδεμένου οχήματος																
	Πλήθος									Ποσοστό							
	Άγνωστο	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορητό	Άθροισμα	Άγνωστο	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορητό
ΑΓΡΙΝΙΟ			15	2	28		6	7	58	0,0%	0,0%	25,9%	3,4%	48,3%	0,0%	10,3%	12,1%
ΤΡΙΠΟΛΗ			3		33			4	40	0,0%	0,0%	7,5%	0,0%	82,5%	0,0%	0,0%	10,0%
ΠΑΤΡΑ		3	40	3	110			9	165	0,0%	1,8%	24,2%	1,8%	66,7%	0,0%	0,0%	5,5%
ΔΡΑΜΑ		3	12	3	46			5	69	0,0%	4,3%	17,4%	4,3%	66,7%	0,0%	0,0%	7,2%
ΡΟΔΟΣ			38	3	25	2		1	69	0,0%	0,0%	55,1%	4,3%	36,2%	2,9%	0,0%	1,4%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ			14	2	48			4	68	0,0%	0,0%	20,6%	2,9%	70,6%	0,0%	0,0%	5,9%
ΧΑΛΚΙΔΑ			27	1	37				65	0,0%	0,0%	41,5%	1,5%	56,9%	0,0%	0,0%	0,0%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ		2	6	1	50		2	5	66	0,0%	3,0%	9,1%	1,5%	75,8%	0,0%	3,0%	7,6%
ΠΥΡΓΟΣ		1	8	8	50			3	70	0,0%	1,4%	11,4%	11,4%	71,4%	0,0%	0,0%	4,3%
ΒΕΡΟΙΑ		3	3	2	47			5	60	0,0%	5,0%	5,0%	3,3%	78,3%	0,0%	0,0%	8,3%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ			51	2	79			4	136	0,0%	0,0%	37,5%	1,5%	58,1%	0,0%	0,0%	2,9%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ		1	10	6	31			3	51	0,0%	2,0%	19,6%	11,8%	60,8%	0,0%	0,0%	5,9%
ΚΑΒΑΛΑ		2	21		51	2		8	84	0,0%	2,4%	25,0%	0,0%	60,7%	2,4%	0,0%	9,5%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ		1	10	2	48		4	5	70	0,0%	1,4%	14,3%	2,9%	68,6%	0,0%	5,7%	7,1%
ΚΕΡΚΥΡΑ			12	3	26			5	46	0,0%	0,0%	26,1%	6,5%	56,5%	0,0%	0,0%	10,9%
ΚΟΖΑΝΗ			5	1	14				20	0,0%	0,0%	25,0%	5,0%	70,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ			4		32				36	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	88,9%	0,0%	0,0%	0,0%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ		3	9		95	3	2	5	117	0,0%	2,6%	7,7%	0,0%	81,2%	2,6%	1,7%	4,3%
ΛΑΡΙΣΑ	1	4	13	3	72		6	8	107	0,9%	3,7%	12,1%	2,8%	67,3%	0,0%	5,6%	7,5%
ΒΟΛΟΣ			16	2	32		2	1	53	0,0%	0,0%	30,2%	3,8%	60,4%	0,0%	3,8%	1,9%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ			16	5	54		2	2	79	0,0%	0,0%	20,3%	6,3%	68,4%	0,0%	2,5%	2,5%
ΞΑΝΘΗ			7		47		2		56	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	83,9%	0,0%	3,6%	0,0%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ			1	4	40		2	9	56	0,0%	0,0%	1,8%	7,1%	71,4%	0,0%	3,6%	16,1%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ	1		16	2	21		4	2	46	2,2%	0,0%	34,8%	4,3%	45,7%	0,0%	8,7%	4,3%
ΡΕΘΥΜΝΟ			16	2	16			11	45	0,0%	0,0%	35,6%	4,4%	35,6%	0,0%	0,0%	24,4%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ		3	8	2	48	1	5		67	0,0%	4,5%	11,9%	3,0%	71,6%	1,5%	7,5%	0,0%
ΣΕΡΡΕΣ		1	10		37			1	49	0,0%	2,0%	20,4%	0,0%	75,5%	0,0%	0,0%	2,0%
ΤΡΙΚΑΛΑ		2	4	2	33		2	13	56	0,0%	3,6%	7,1%	3,6%	58,9%	0,0%	3,6%	23,2%
ΛΑΜΙΑ		1	16	4	93			3	117	0,0%	0,9%	13,7%	3,4%	79,5%	0,0%	0,0%	2,6%
ΧΑΝΙΑ	1		12	1	7			2	23	4,3%	0,0%	52,2%	4,3%	30,4%	0,0%	0,0%	8,7%
Γενικό άθροισμα	3	30	423	66	1350	8	39	125	2044	0,1%	1,5%	20,7%	3,2%	66,0%	0,4%	1,9%	6,1%

Πίνακας 4.8.α: Αριθμός νεκρών ανά τύπο οχήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

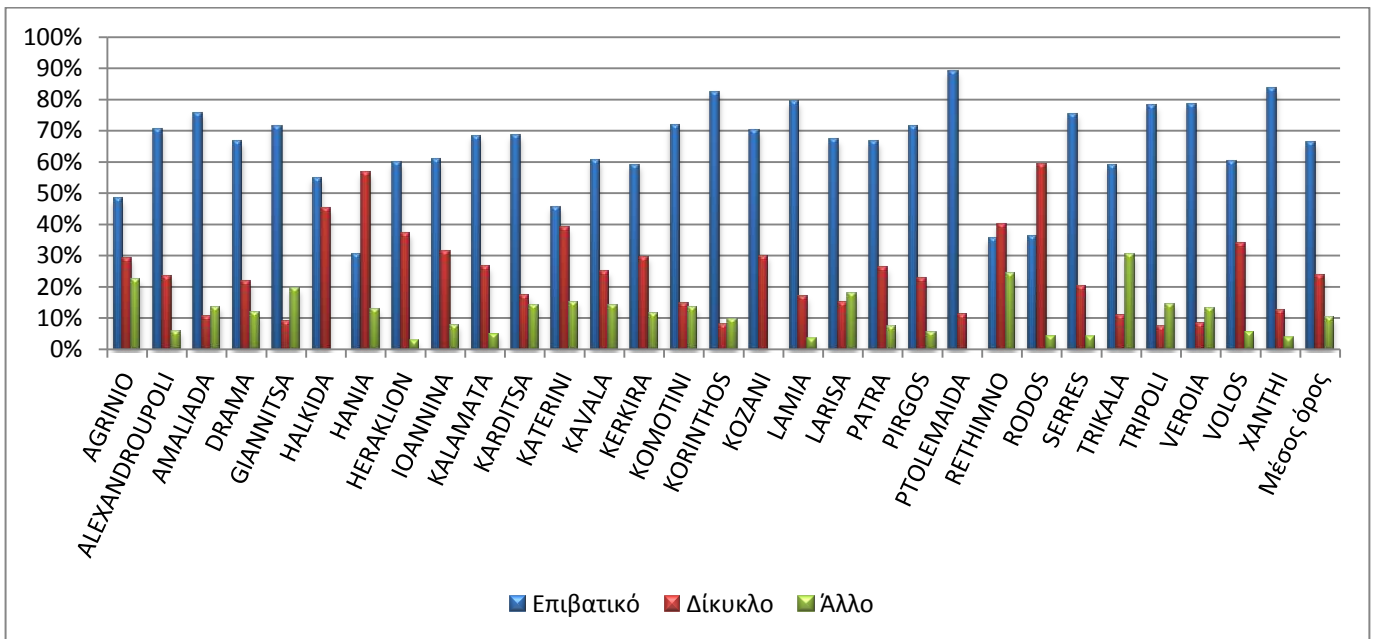
ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πόλη απυχήματος	είδος-χρήσης συνδεδεμένου οχήματος																
	Πλήθος									Ποσοστό							
	Άγνωστο	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορητό	Άθροισμα	Άγνωστο	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορητό
ΑΓΡΙΝΙΟ			15	1	25			5	46	0,0%	0,0%	32,6%	2,2%	54,3%	0,0%	0,0%	10,9%
ΤΡΙΠΟΛΗ			11	1	36		1	5	54	0,0%	0,0%	20,4%	1,9%	66,7%	0,0%	1,9%	9,3%
ΠΑΤΡΑ	2		118	7	114		4	9	254	0,8%	0,0%	46,5%	2,8%	44,9%	0,0%	1,6%	3,5%
ΔΡΑΜΑ		2	12	4	47	4		1	70	0,0%	2,9%	17,1%	5,7%	67,1%	5,7%	0,0%	1,4%
ΡΟΔΟΣ			63	6	40				109	0,0%	0,0%	57,8%	5,5%	36,7%	0,0%	0,0%	0,0%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ		2	9	7	40			2	60	0,0%	3,3%	15,0%	11,7%	66,7%	0,0%	0,0%	3,3%
ΧΑΛΚΙΔΑ			45	2	45			3	95	0,0%	0,0%	47,4%	2,1%	47,4%	0,0%	0,0%	3,2%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ		1	10	1	26			4	42	0,0%	2,4%	23,8%	2,4%	61,9%	0,0%	0,0%	9,5%
ΠΥΡΓΟΣ	1	1	10	3	67	1		2	85	1,2%	1,2%	11,8%	3,5%	78,8%	1,2%	0,0%	2,4%
ΒΕΡΟΙΑ		1	13	4	54		1	6	79	0,0%	1,3%	16,5%	5,1%	68,4%	0,0%	1,3%	7,6%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ			53	2	110			3	168	0,0%	0,0%	31,5%	1,2%	65,5%	0,0%	0,0%	1,8%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ		1	12	3	15	1		3	35	0,0%	2,9%	34,3%	8,6%	42,9%	2,9%	0,0%	8,6%
ΚΑΒΑΛΑ			38	4	92			2	136	0,0%	0,0%	27,9%	2,9%	67,6%	0,0%	0,0%	1,5%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ			17	1	23		1	7	49	0,0%	0,0%	34,7%	2,0%	46,9%	0,0%	2,0%	14,3%
ΚΕΡΚΥΡΑ			24	2	11		1		38	0,0%	0,0%	63,2%	5,3%	28,9%	0,0%	2,6%	0,0%
ΚΟΖΑΝΗ			13	1	40				54	0,0%	0,0%	24,1%	1,9%	74,1%	0,0%	0,0%	0,0%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ			4		18		1	4	27	0,0%	0,0%	14,8%	0,0%	66,7%	0,0%	3,7%	14,8%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ		2	27	2	61		1	2	95	0,0%	2,1%	28,4%	2,1%	64,2%	0,0%	1,1%	2,1%
ΛΑΡΙΣΑ	2		41	14	121	6	9	3	196	1,0%	0,0%	20,9%	7,1%	61,7%	3,1%	4,6%	1,5%
ΒΟΛΟΣ			22	6	26		2	2	58	0,0%	0,0%	37,9%	10,3%	44,8%	0,0%	3,4%	3,4%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ			32	2	55			3	92	0,0%	0,0%	34,8%	2,2%	59,8%	0,0%	0,0%	3,3%
ΞΑΝΘΗ			27	15	100	3	2	3	150	0,0%	0,0%	18,0%	10,0%	66,7%	2,0%	1,3%	2,0%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ			3	1	22			2	28	0,0%	0,0%	10,7%	3,6%	78,6%	0,0%	0,0%	7,1%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ			13	7	20		7		47	0,0%	0,0%	27,7%	14,9%	42,6%	0,0%	14,9%	0,0%
ΡΕΘΥΜΝΟ			22	2	14		1	2	41	0,0%	0,0%	53,7%	4,9%	34,1%	0,0%	2,4%	4,9%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ			25		52	1	6	7	91	0,0%	0,0%	27,5%	0,0%	57,1%	1,1%	6,6%	7,7%
ΣΕΡΡΕΣ			6	3	32		4		45	0,0%	0,0%	13,3%	6,7%	71,1%	0,0%	8,9%	0,0%
ΤΡΙΚΑΛΑ			18		23		6	1	48	0,0%	0,0%	37,5%	0,0%	47,9%	0,0%	12,5%	2,1%
ΛΑΜΙΑ		1	39	6	128	2	1	16	193	0,0%	0,5%	20,2%	3,1%	66,3%	1,0%	0,5%	8,3%
ΧΑΝΙΑ			41	3	21			2	67	0,0%	0,0%	61,2%	4,5%	31,3%	0,0%	0,0%	3,0%
Γενικό άθροισμα	5	11	783	110	1478	18	48	99	2552	0,2%	0,4%	30,7%	4,3%	57,9%	0,7%	1,9%	3,9%

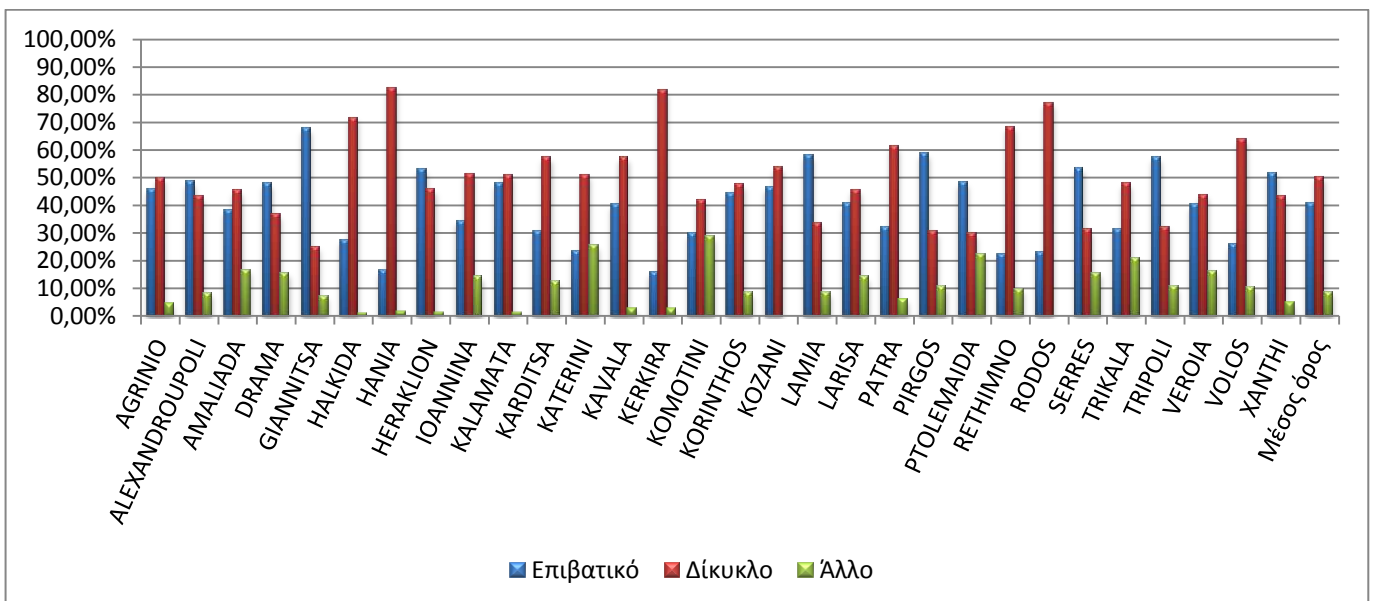
Πίνακας 4.8.β: Αριθμός βαριά τραυματιών ανά τύπο οχήματος

Πόλη απυχήματος	είδος-χρήσης συνδεδεμένου οχήματος																
	Πλήθος									Ποσοστό							
	Άγνωστο	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορητό	Άθροισμα	Άγνωστο	Άλλος	Δίκυκλο 50 κε και άνω	Δίκυκλο μέχρι 49κε	Επιβατικό	Λεωφορείο	Ποδήλατο	Φορητό
ΑΓΡΙΝΙΟ	1		160	22	341		6	33	563	0,2%	0,0%	28,4%	3,9%	60,6%	0,0%	1,1%	5,9%
ΤΡΙΠΟΛΗ		12	66	17	635	2	13	50	795	0,0%	1,5%	8,3%	2,1%	79,9%	0,3%	1,6%	6,3%
ΠΑΤΡΑ	5	2	357	39	654	9	10	15	1091	0,5%	0,2%	32,7%	3,6%	59,9%	0,8%	0,9%	1,4%
ΔΡΑΜΑ	2	10	161	53	705	5	12	31	979	0,2%	1,0%	16,4%	5,4%	72,0%	0,5%	1,2%	3,2%
ΡΟΔΟΣ	4		257	72	191	1	8	8	541	0,7%	0,0%	47,5%	13,3%	35,3%	0,2%	1,5%	1,5%
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ		3	67	24	170		10	9	283	0,0%	1,1%	23,7%	8,5%	60,1%	0,0%	3,5%	3,2%
ΧΑΛΚΙΔΑ	3		419	38	446	1	11	29	947	0,3%	0,0%	44,2%	4,0%	47,1%	0,1%	1,2%	3,1%
ΑΜΑΛΙΑΔΑ		2	27	10	185			23	247	0,0%	0,8%	10,9%	4,0%	74,9%	0,0%	0,0%	9,3%
ΠΥΡΓΟΣ		1	72	11	365	1	7	39	496	0,0%	0,2%	14,5%	2,2%	73,6%	0,2%	1,4%	7,9%
ΒΕΡΟΙΑ	1	1	57	29	399	3	10	38	538	0,2%	0,2%	10,6%	5,4%	74,2%	0,6%	1,9%	7,1%
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	1		130	6	236			39	412	0,2%	0,0%	31,6%	1,5%	57,3%	0,0%	0,0%	9,5%
ΙΩΑΝΝΙΝΑ			36	6	144		2	15	203	0,0%	0,0%	17,7%	3,0%	70,9%	0,0%	1,0%	7,4%
ΚΑΒΑΛΑ		6	131	25	470	4	3	24	663	0,0%	0,9%	19,8%	3,8%	70,9%	0,6%	0,5%	3,6%
ΚΑΡΔΙΤΣΑ		5	52	21	202	1	12	17	310	0,0%	1,6%	16,8%	6,8%	65,2%	0,3%	3,9%	5,5%
ΚΕΡΚΥΡΑ		2	197	17	226		7	25	474	0,0%	0,4%	41,6%	3,6%	47,7%	0,0%	1,5%	5,3%
ΚΟΖΑΝΗ		1	32	1	237		2	16	289	0,0%	0,3%	11,1%	0,3%	82,0%	0,0%	0,7%	5,5%
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ	1	6	34	5	148		4	5	203	0,5%	3,0%	16,7%	2,5%	72,9%	0,0%	2,0%	2,5%
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	1	8	207	27	788		17	23	1071	0,1%	0,7%	19,3%	2,5%	73,6%	0,0%	1,6%	2,1%
ΛΑΡΙΣΑ	1	6	85	30	225	1	10	22	380	0,3%	1,6%	22,4%	7,9%	59,2%	0,3%	2,6%	5,8%
ΒΟΛΟΣ	1		83	16	136	4	13	7	260	0,4%	0,0%	31,9%	6,2%	52,3%	1,5%	5,0%	2,7%
ΚΑΛΑΜΑΤΑ		4	146	16	251		7	13	437	0,0%	0,9%	33,4%	3,7%	57,4%	0,0%	1,6%	3,0%
ΞΑΝΘΗ	2	5	139	42	346		9	27	570	0,4%	0,9%	24,4%	7,4%	60,7%	0,0%	1,6%	4,7%
ΓΙΑΝΝΙΤΣΑ			7	1	113		1	17	139	0,0%	0,0%	5,0%	0,7%	81,3%	0,0%	0,7%	12,2%
ΚΑΤΕΡΙΝΗ		1	17	7	84	1	2	7	119	0,0%	0,8%	14,3%	5,9%	70,6%	0,8%	1,7%	5,9%
ΡΕΘΥΜΝΟ	2	2	114	14	206		2	30	370	0,5%	0,5%	30,8%	3,8%	55,7%	0,0%	0,5%	8,1%
ΚΟΜΟΤΗΝΗ		4	128	19	415	2	29	24	621	0,0%	0,6%	20,6%	3,1%	66,8%	0,3%	4,7%	3,9%
ΣΕΡΡΕΣ		2	22	3	58			2	87	0,0%	2,3%	25,3%	3,4%	66,7%	0,0%	0,0%	2,3%
ΤΡΙΚΑΛΑ	1	1	104	22	196		23	18	365	0,3%	0,3%	28,5%	6,0%	53,7%	0,0%	6,3%	4,9%
ΛΑΜΙΑ	1	14	274	47	1183	6	17	140	1682	0,1%	0,8%	16,3%	2,8%	70,3%	0,4%	1,0%	8,3%
ΧΑΝΙΑ	1		109	6	130	3	2		251	0,4%	0,0%	43,4%	2,4%	51,8%	1,2%	0,8%	0,0%
Γενικό άθροισμα	28	98	3690	646	9885	44	249	746	15386	0,2%	0,6%	24,0%	4,2%	64,2%	0,3%	1,6%	4,8%

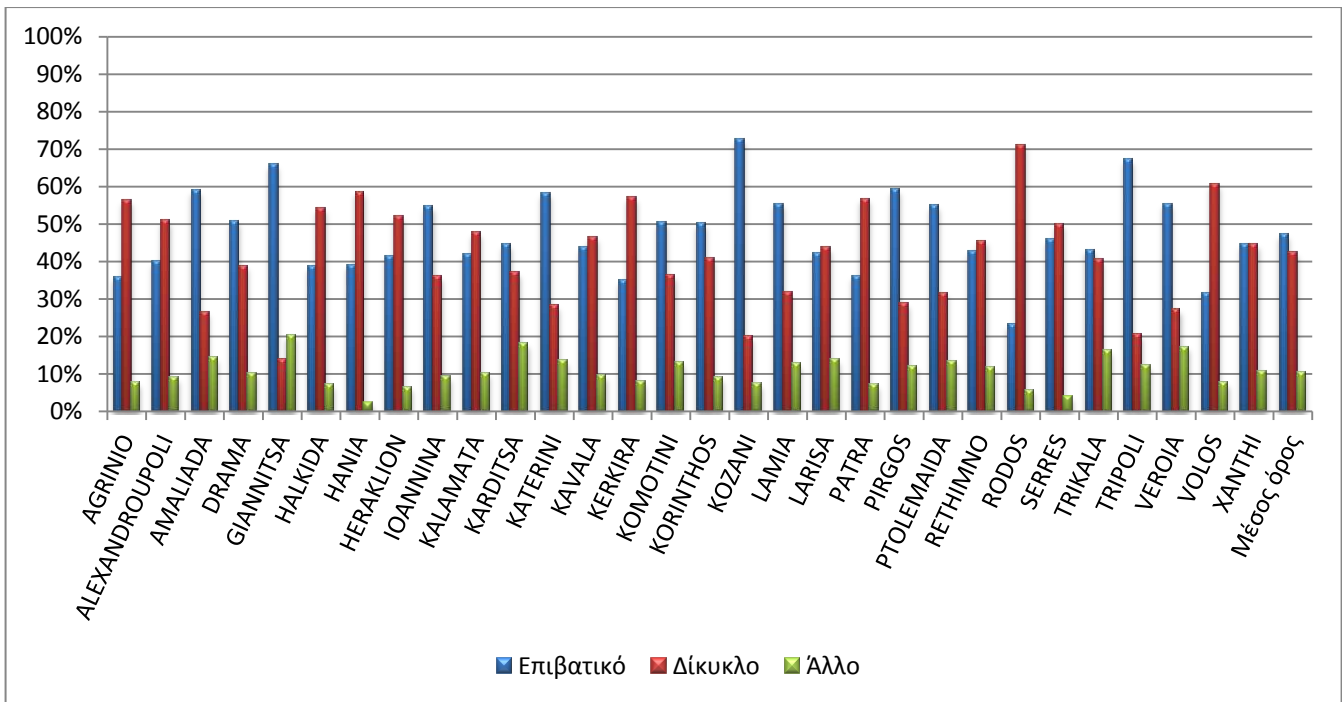
Πίνακας 4.8.β: Αριθμός ελαφρά τραυματιών ανά τύπο οχήματος



Διάγραμμα 4.1: Ποσοστό νεκρών ανά είδος οχήματος

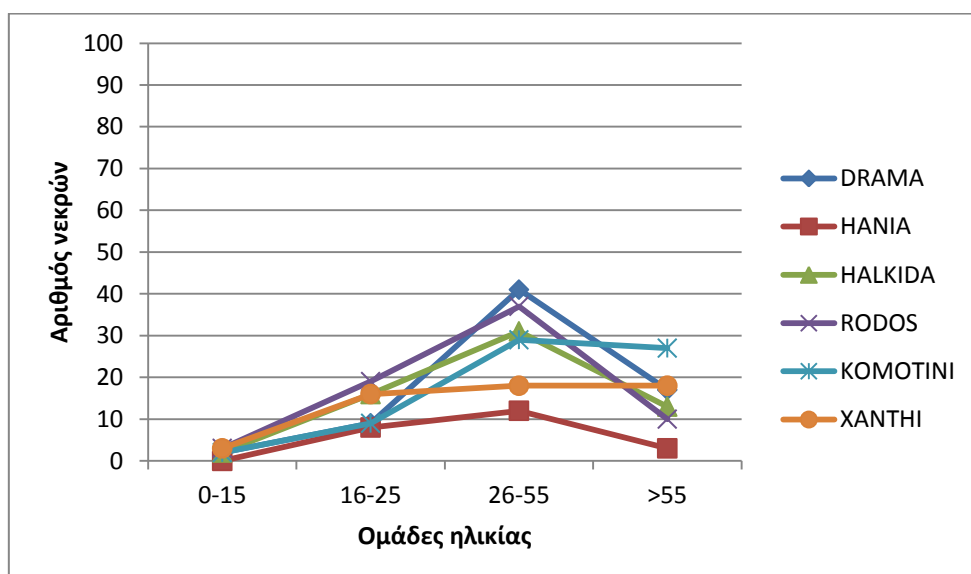
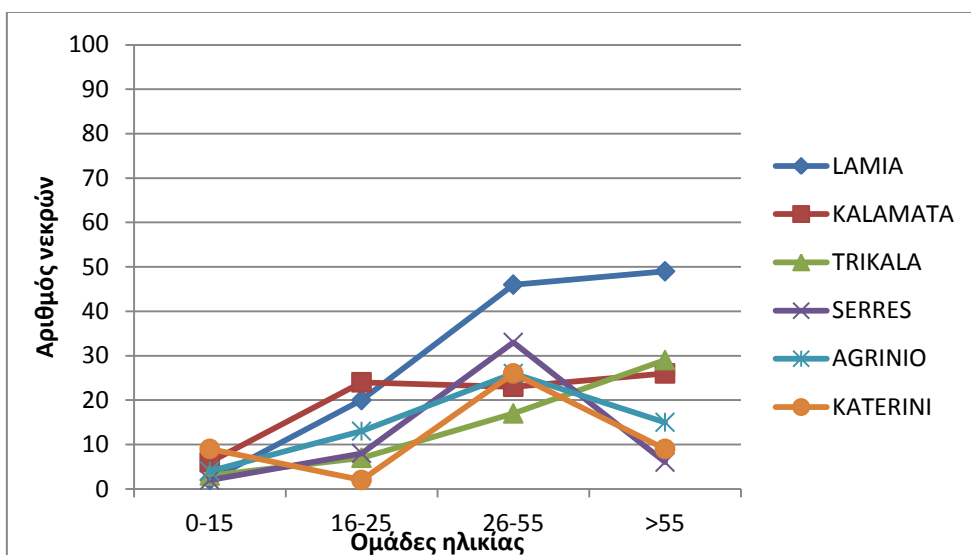
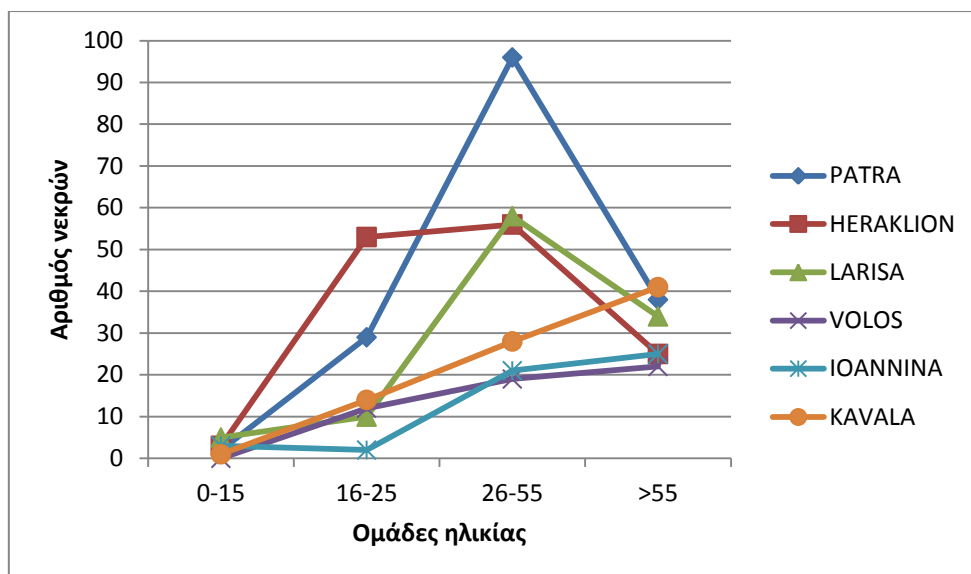


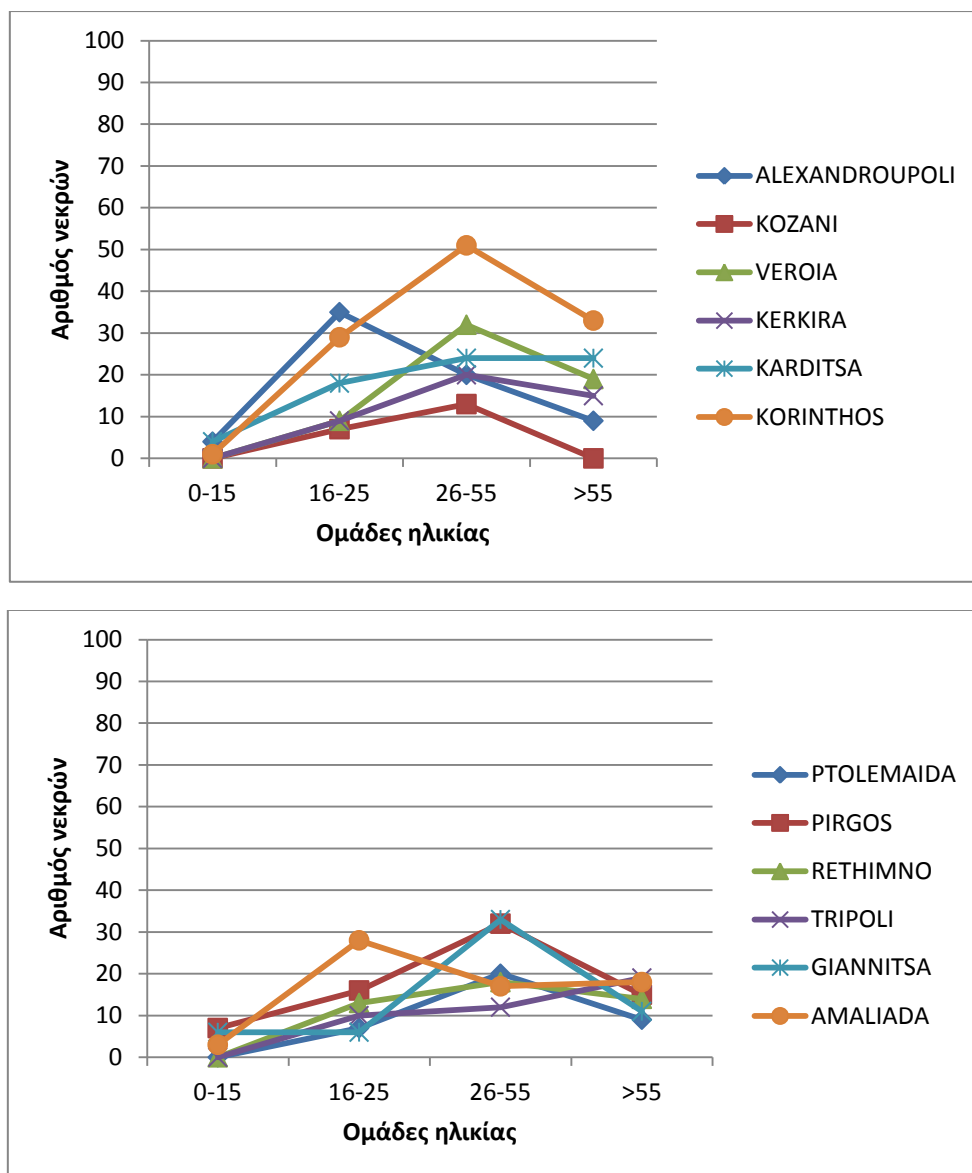
Διάγραμμα 4.2: Ποσοστό βαριά τραυματιών ανά είδος οχήματος



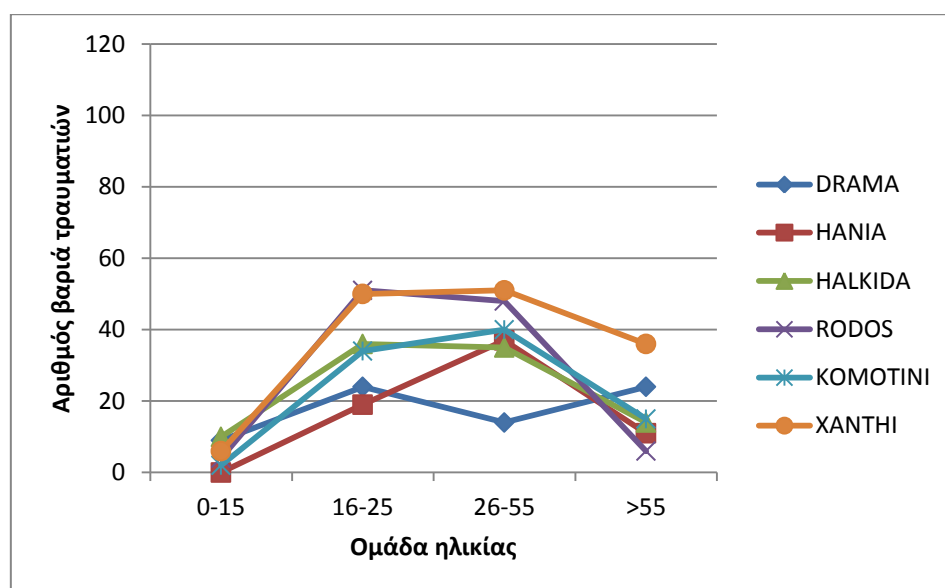
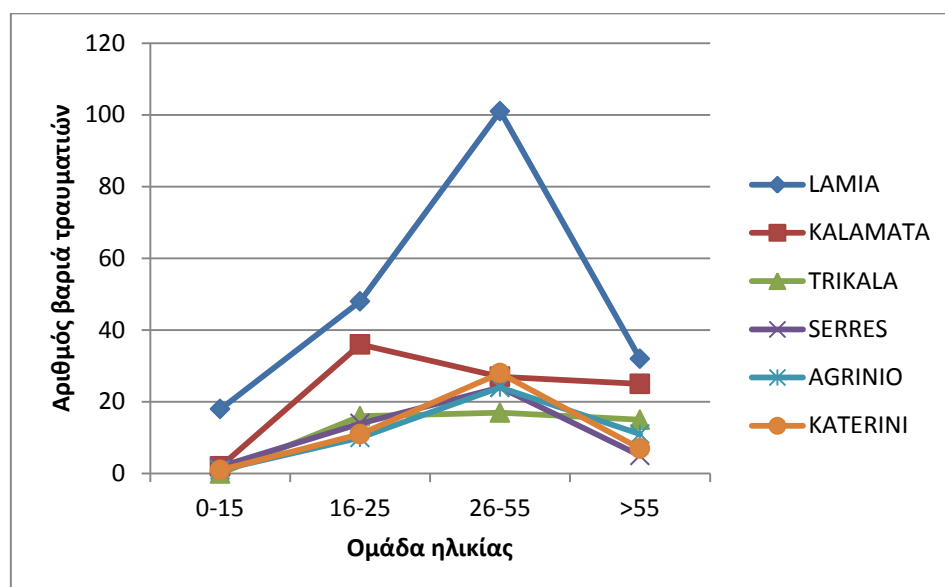
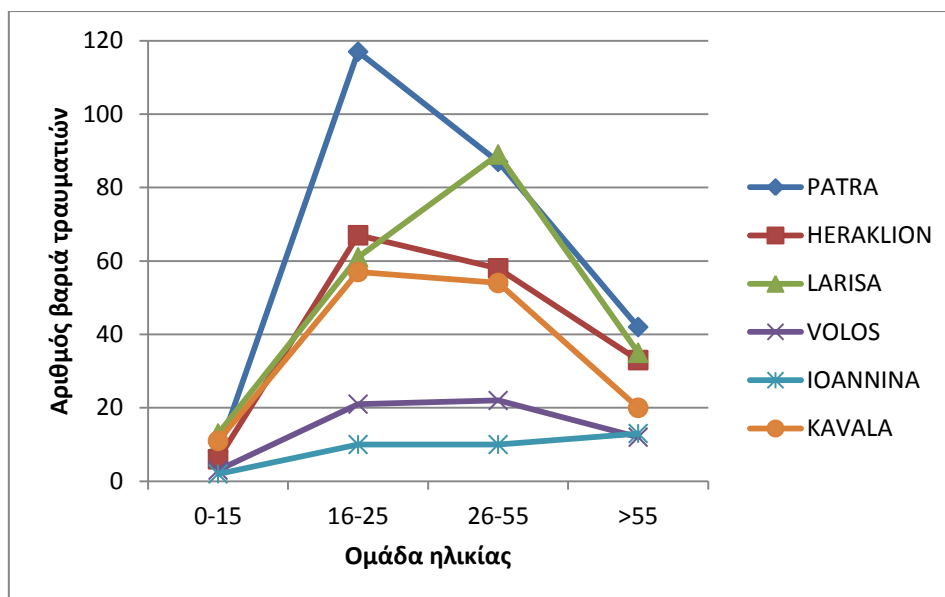
Διάγραμμα 4.3: Ποσοστό ελαφρά τραυματιών ανά είδος οχήματος

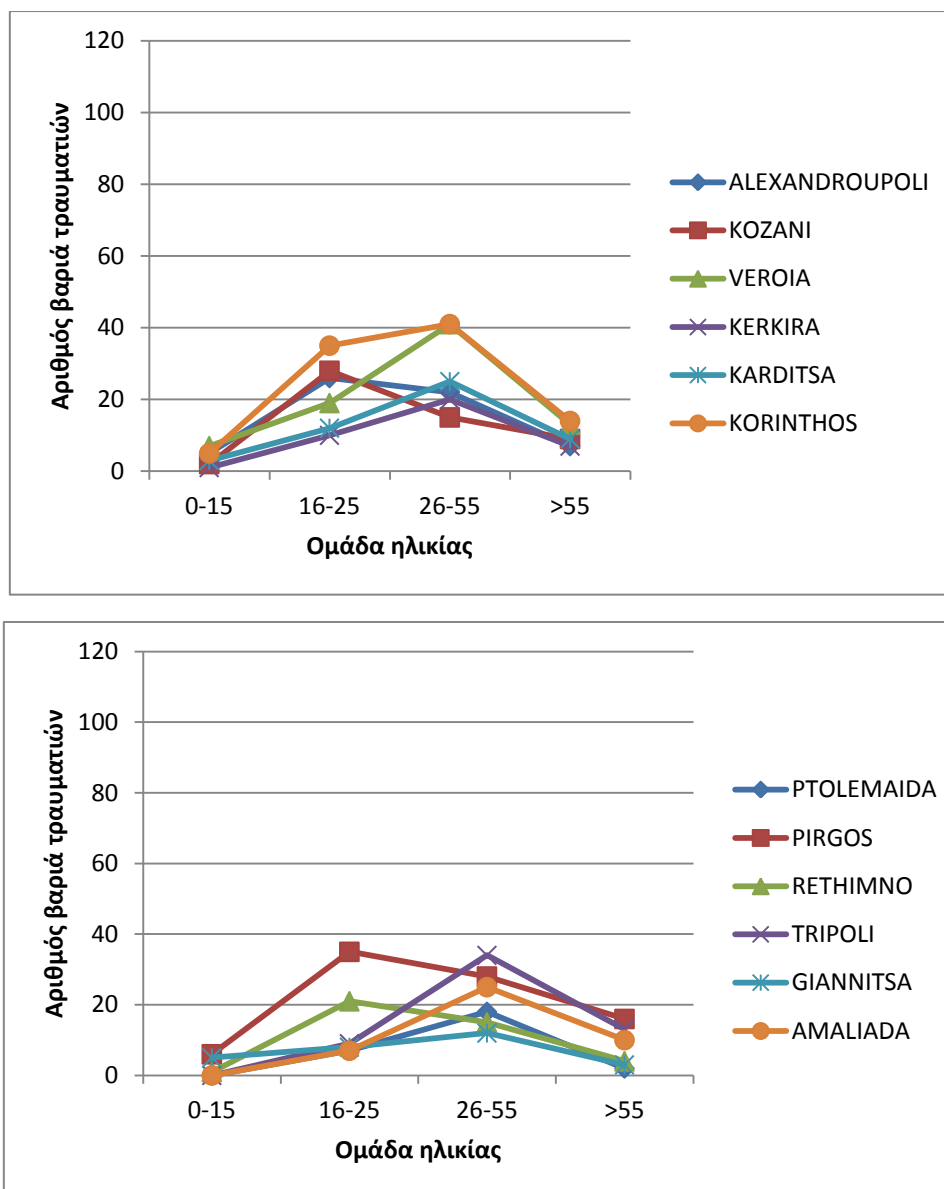
Στα επόμενα διαγράμματα παρουσιάζονται οι αριθμοί των παθόντων ανάλογα με την ηλικία. Είναι εμφανές ότι και στις τρεις κατηγορίες, νεκροί, βαριά και ελαφρά τραυματίες, οι μεγαλύτεροι αριθμοί θυμάτων είναι στις ηλικίες 16-25 και 26-55. Αυτό συμβαίνει πρώτον στο γεγονός ότι η πλειοψηφία των οδηγών ανήκουν στη κατηγορία 26-55 και επειδή η ηλικία 16-25 εμπεριέχει πολλούς νέους οδηγούς. Όμως η επιρροή της ταχύτητας δε είναι σημαντική στον αριθμό των νεκρών και των βαριά και ελαφρά τραυματιών, καθώς οι περισσότερες πόλεις παρουσιάζουν ομοιόμορφη κατανομή στις τέσσερις κατηγορίες με εξαίρεση ορισμένες πόλεις. Για τους νεκρούς ανομοιομορφία παρουσιάζουν η Πάτρα, η Λάρισα και η Κόρινθος που είναι μεγάλες πόλεις με μεγάλους κυκλοφοριακούς φόρτους. Για τους βαριά τραυματίες ξεχωρίζει πάλι η Πάτρα και η Λάρισα και η Λαμία, πόλεις που βρίσκονται σε κομβικά σημεία στους μεγαλύτερους αυτοκινητόδρομους της Ελλάδας. Για τους ελαφρά εξαίρεση αποτελεί μόνο η Λαμία η όποια εκτός από ομοιομορφία παρουσιάζει και πολύ υψηλές τιμές και στις τέσσερις κατηγορίες ηλικίας και κυρίως στις ηλικίες 26-55.



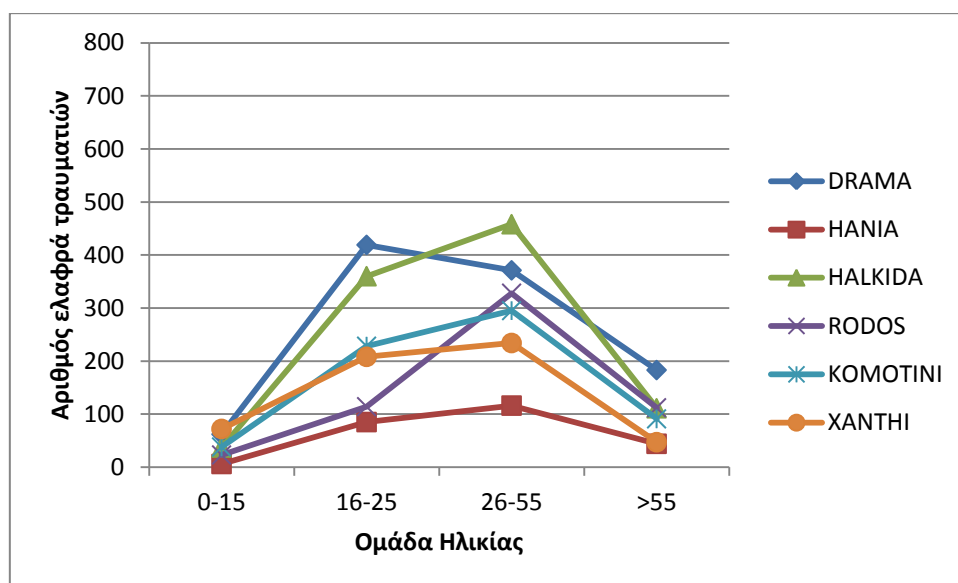
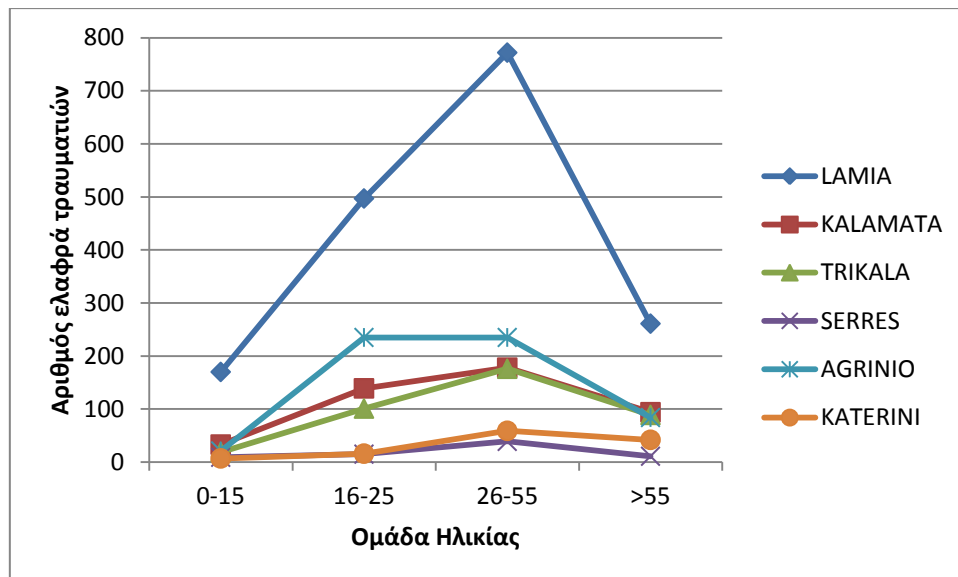
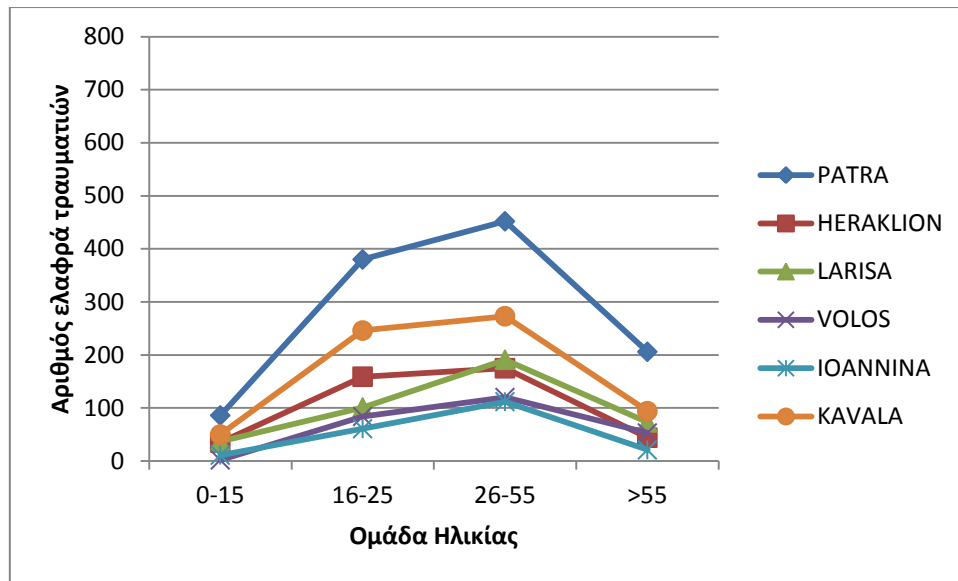


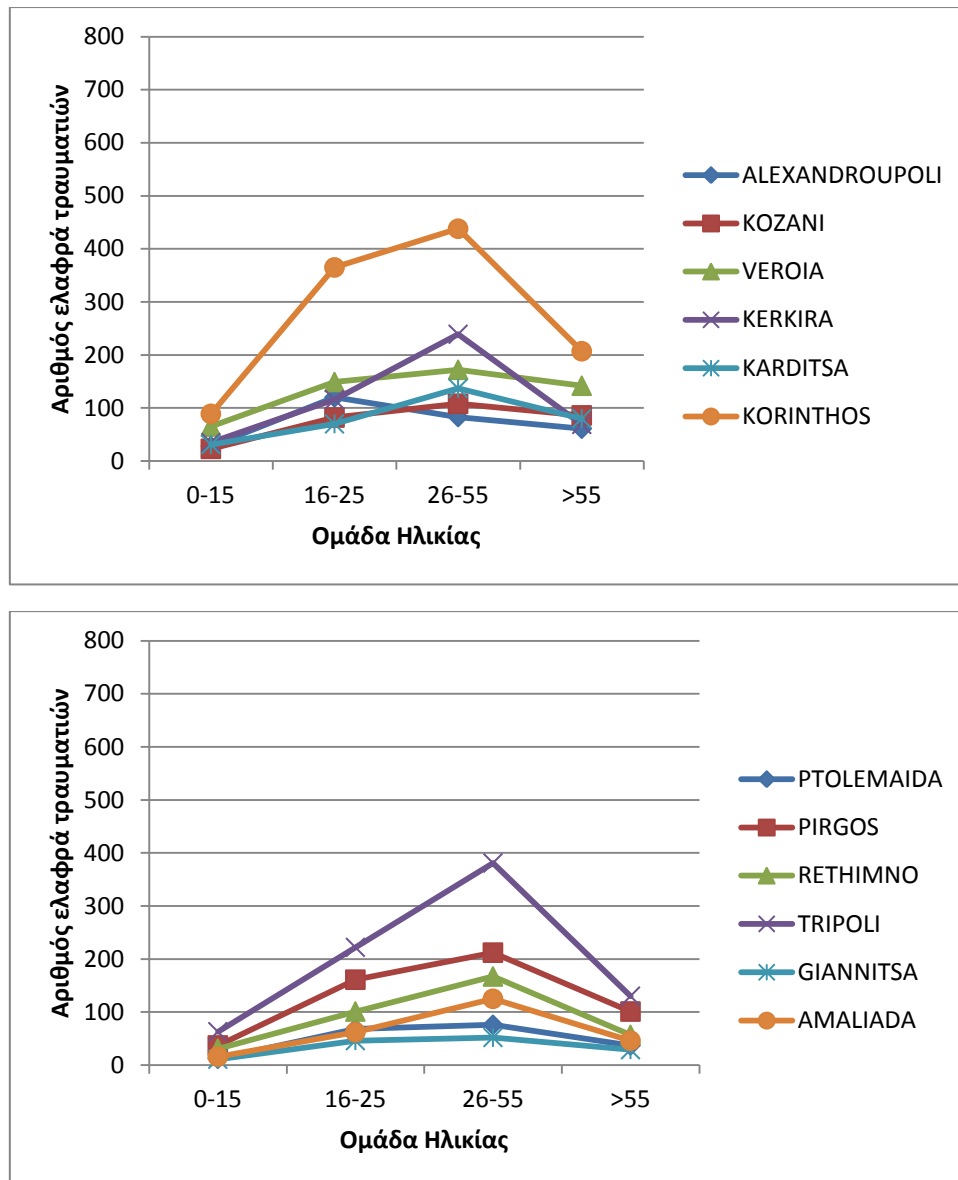
Διάγραμμα 4.4: Συσχέτιση αριθμού νεκρών με ηλικία ανά πόλη





Διάγραμμα 4.5: Συσχέτιση αριθμού βαριά τραυματιών με ηλικία ανά πόλη





Διάγραμμα 4.6: Συσχέτιση αριθμού ελαφρά τραυματιών με ηλικία ανά πόλη

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικές εικόνες της μορφής των αποτελεσμάτων όπως εξήχθησαν από τη βάση δεδομένων ΣΑΝΤΡΑ, καθώς και της επεξεργασίας που υπέστησαν μετέπειτα προκειμένου να εισαχθούν ορθά στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης MLwin.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	δημό του ατυχήματος	έτος του ατυχήματος	Κεντρική νησίδα του ατυχήματος	Οι καιρικές συνθήκες του ατυχήματος	κλιματικό φαινόμενο του ατυχήματος	σημειώσιμες εξ συνθήκες 2 του ατυχήματος	συνθήκες οδοστρώματος 2 του ατυχήματος	τύπος ατυχήματος 3 του ατυχήματος	ρυθμική κυκλοφορία 2 του ατυχήματος	φύλο του συμμετέχοντα ατόμου	ηλικία του συμμετέχοντα ατόμου	είδος χρήσης 3 του συνδεδεμένου οχήματος	εξοπλισμός ασφαλείας του συνδεδεμένου οχήματος	οπίσθια οδήγησης όλων των οχημάτων	Πλήθος	
2	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Νοί	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	78	Φορητό	Ζώνες ασφαλείας 2 ηχητικό κεφάλι	Ελληνικό οπλισμένο	1	
3	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Νοί	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	78	Φορητό	Διακρίσεις	Ελληνικό οπλισμένο	1	
4	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Νοί	Νύχτα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	34	Κε και άνω	Κανένα	Άγνωστο	1	
5	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Όχι	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	13	Ποδήλατο	Κανένα	Άγνωστο	1	
6	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Όχι	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	13	Ποδήλατο	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	
7	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Όχι	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	32	Κε και άνω	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	
8	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Όχι	Νύχτα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	67	Επιβατικό	Ζώνες ασφαλείας 2 ηχητικό κεφάλι	Ελληνικό οπλισμένο	1	
9	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Όχι	Νύχτα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	67	Επιβατικό	Ζώνες ασφαλείας 2 ηχητικό κεφάλι	Ελληνικό οπλισμένο	1	
10	ΑΓΡΙΝΙΟ	2005	Όχι	Νύχτα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	81	Φορητό	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	
11	ΑΓΡΙΝΙΟ	2007	Άγνωστο	Σούρουπο	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	11	Ποδήλατο	Κανένα	Άγνωστο	1	
12	ΑΓΡΙΝΙΟ	2007	Άγνωστο	Σούρουπο	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	11	Ποδήλατο	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	
13	ΑΓΡΙΝΙΟ	2007	Νοί	Νύχτα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	38	Κε και άνω	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	
14	ΑΓΡΙΝΙΟ	2007	Όχι	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	23	Κε και άνω	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	
15	ΑΓΡΙΝΙΟ	2007	Όχι	Μέρα	Άγνωστο	Εροχή	Υγρή	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Εθελ	55	Επιβατικό	Ζώνες ασφαλείας 2 ηχητικό κεφάλι	Ελληνικό οπλισμένο	1	
16	ΑΓΡΙΝΙΟ	2007	Όχι	Μέρα	Άγνωστο	Εροχή	Υγρή	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Εθελ	55	Επιβατικό	Ζώνες ασφαλείας 2 ηχητικό κεφάλι	Ελληνικό οπλισμένο	1	
17	ΑΓΡΙΝΙΟ	2008	Νοί	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	42	Ποδήλατο	Κανένα	Άγνωστο	1	
18	ΑΓΡΙΝΙΟ	2008	Νοί	Μέρα	Άγνωστο	Καλοκαίρι	Κανονική	Παράσχιση πεζού	Δεν υπήρχε έλεγχος	Άρρεν	42	Ποδήλατο	Κανένα	Ελληνικό οπλισμένο	1	

Εικόνα 4.1: Πίνακας όπως εξάγεται από το ΣΑΝΤΡΑ

Οι αρχικοί πίνακες υπέστησαν μια τροποποίηση ώστε να μπορούν να εισαχθούν στο ειδικό λογισμικό. Μεταφράστηκαν όλες οι μεταβλητές και οι πόλεις στα αγγλικά για να υπάρχει συμβατότητα με το λογισμικό. Κωδικοποιήθηκε κάθε υπομεταβλητή με ένα ακέραιο αριθμό και επιπλέον κάποιες υπομεταβλητές ομαδοποιήθηκαν μαζί με άλλες κυρίως λόγω μικρού αριθμού ατυχημάτων. Επιπλέον προστέθηκαν και ο στόλος κάθε πόλης όπως επίσης ο πληθυσμός της και το κατά κεφαλήν εισόδημα.

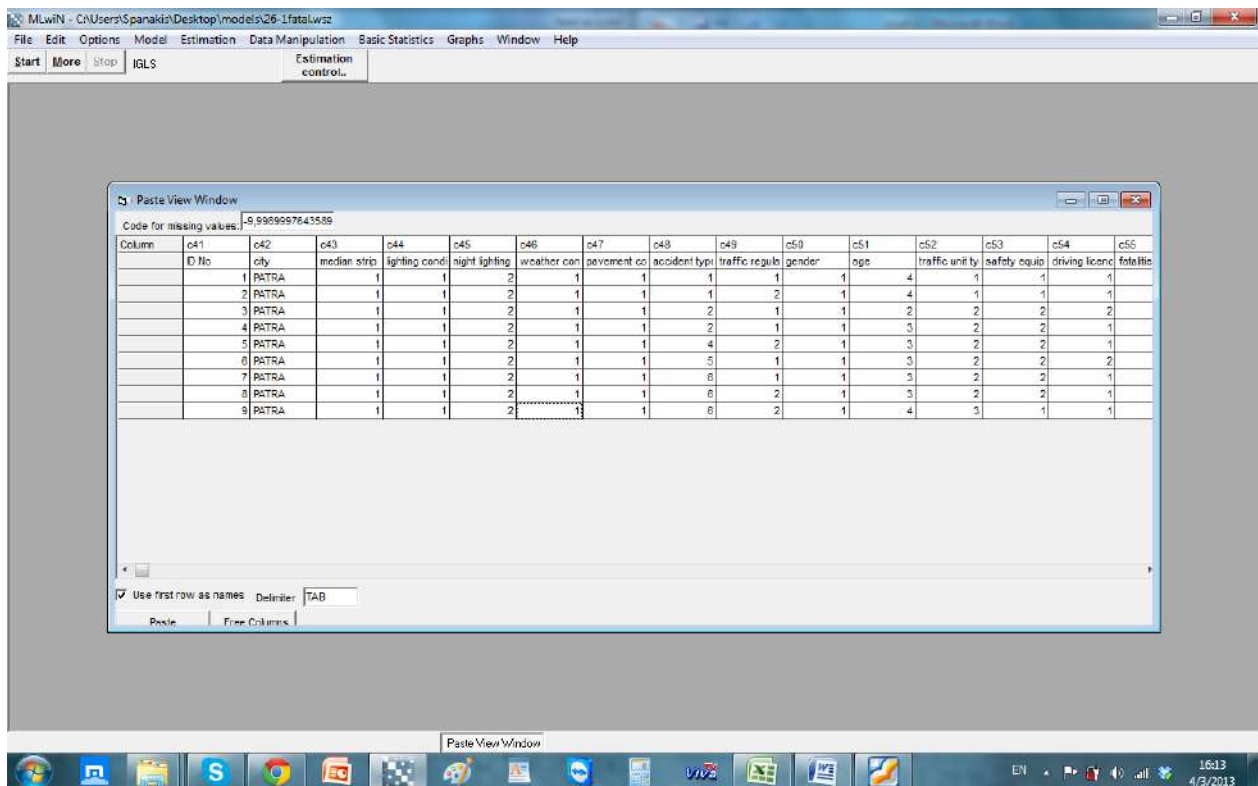
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	ID No	city	median strip	lighting conditions	night lighting	weather conditions	pavement condition	accident type	traffic regulation	gender	age	traffic unit	safety equip	driving licence	fatalities	population	other vehicles	motorcycles	private car	vehicle sum (per 100 000)	GDP per capita (thousand €)	CONS	LN(PDP)	motorcycles (per ten thousands)
1	1	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
2	2	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
3	3	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
4	4	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
5	5	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
6	6	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
7	7	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
8	8	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
9	9	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
10	10	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
11	11	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
12	12	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
13	13	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
14	14	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
15	15	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
16	16	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
17	17	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
18	18	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
19	19	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
20	20	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
21	21	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
22	22	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
23	23	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
24	24	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
25	25	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
26	26	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
27	27	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
28	28	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
29	29	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
30	30	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
31	31	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
32	32	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
33	33	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074
34	34	PATRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	171616	29470	48074	120710	1.98254	1.53	1	12.05	4.8074

Εικόνα 4.2: Πίνακας για τους νεκρούς μετά τη επεξεργασία

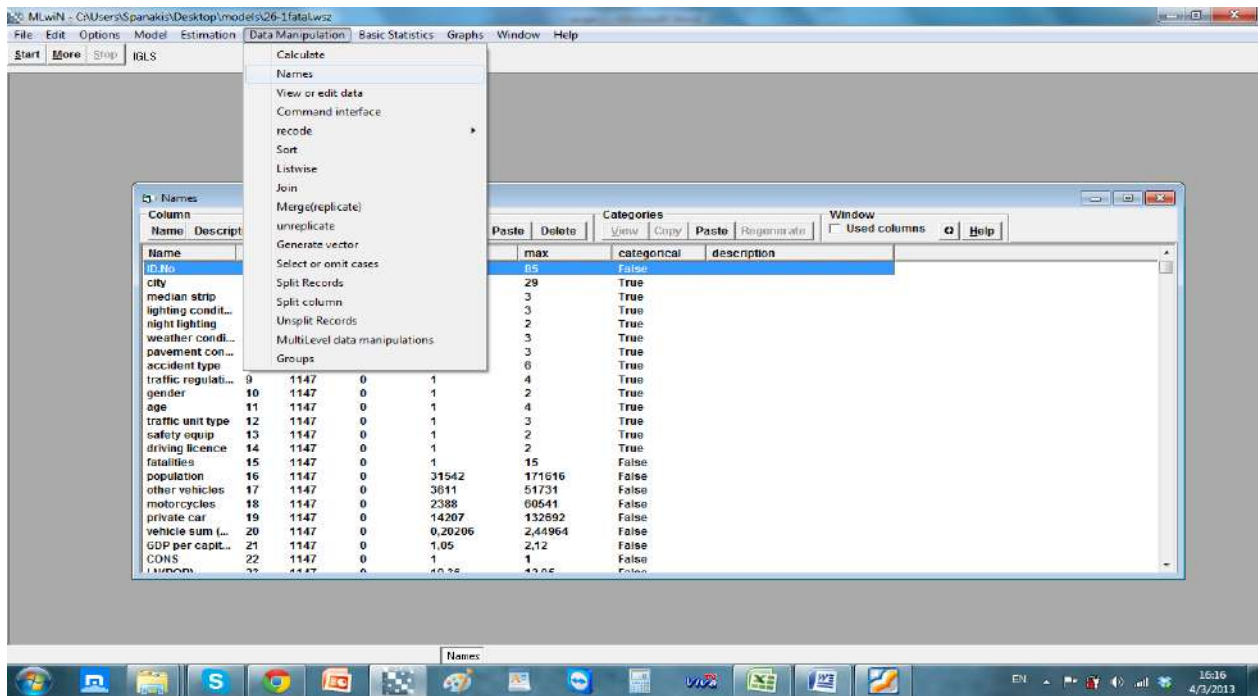
4.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μετά τη διαμόρφωση των τελικών πινάκων στο excel, πραγματοποιήθηκε εισαγωγή τους στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης MLwin. Στη συνέχεια έγινε διάκριση των μεταβλητών σε συνεχείς (categorical-> false) και διακριτές (categorical-> true). Ελέγχθηκε η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών (correlation) και στη συνέχεια εκτελέστηκε η παλινδρόμηση των προτύπων.

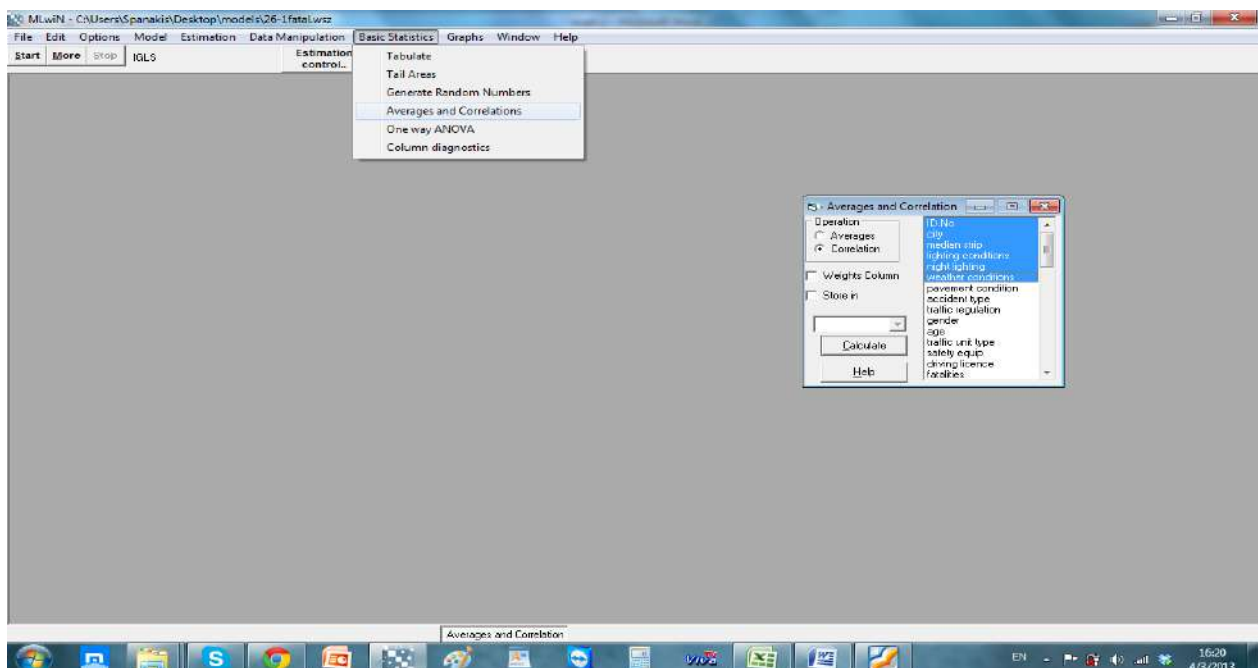
Η εισαγωγή από το excel έγινε με τη διαδικασία της αντιγραφής επικόλλησης (copy-paste) των δεδομένων.



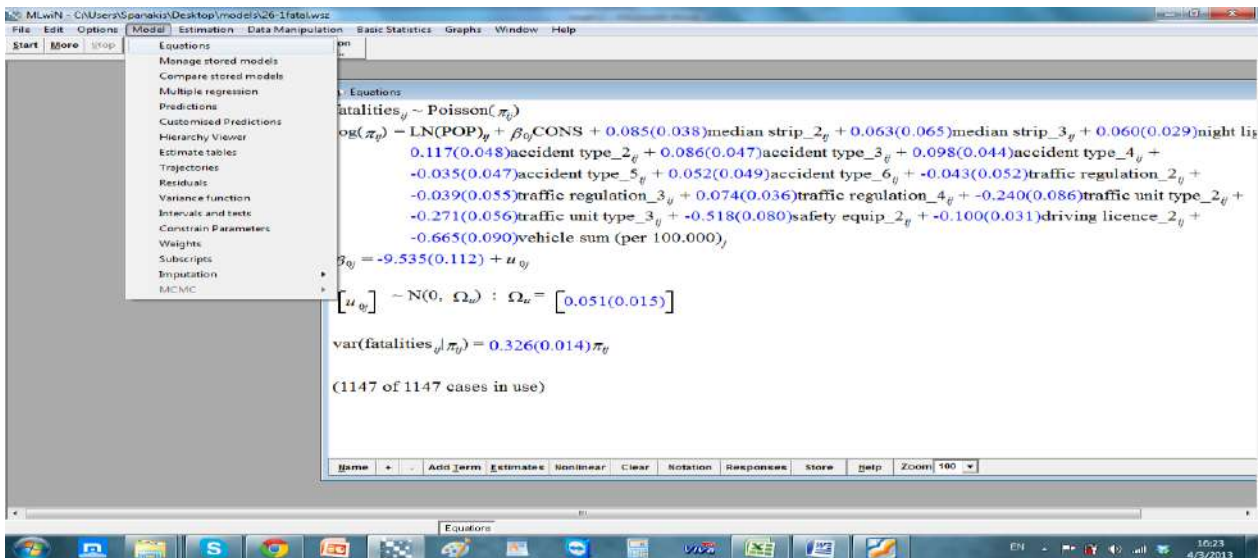
Εικόνα 4.3: Εισαγωγή δεδομένων στο MLwin



Εικόνα 4.4: Διάκριση μεταβλητών μέσω της εντολής "Toggle categorical"



Εικόνα 4.5: Έλεγχος συσχέτισης μεταβλητών (correlation)



Εικόνα 4.6: Δημιουργία προτύπου για ανάλυση

Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούν αναλυτικά οι διεργασίες που έλαβαν χώρα στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης και τα τελικά αποτελέσματα που εξήχθησαν από αυτό.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

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 πολυεπίπεδη ανάλυση Poisson (multilevel Poisson analysis).

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων προτύπων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση ζητημάτων αξιοπιστίας των δεδομένων και στις διαδικασίες αντιμετώπισης του. 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 εννιά ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, **τρεις για το πρότυπο προσδιορισμού της επιρροής των διάφορων παραμέτρων στον αριθμό των νεκρών, τρεις στον αριθμό των βαριά τραυματιών και τρεις στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών**. Σε κάθε κατηγορία ατυχήματος εξετάστηκε η επιρροή των παραμέτρων σε αστικό περιβάλλον κατά τη περίοδο 2006-2010.

5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό πρότυπο εξετάστηκαν οι μεταβλητές που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 4.1.2 με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (data manipulation->names). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που βρέθηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές και περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα, μετά τον έλεγχο συσχέτισης που πραγματοποιήθηκε.

Εξαρτημένες μεταβλητές

Fatalities = πλήθος νεκρών

Injuries = πλήθος βαριά ή ελαφρά τραυματιών

Ανεξάρτητες μεταβλητές

Median strip = 1→ναι, 2→όχι, 3→άγνωστο

Lighting conditions = 1→μέρα, 2→νύχτα, 3→σούρουπο

Night lighting = 1→ναι, 2→όχι

Weather condition = 1→καλοκαιρία, 2→βροχή, 3→άλλες

Pavement condition = 1→κανονική, 2→υγρή, 3→άλλη

Accident type = 1→παράσυρση πεζού, 2→πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα ή σταθερό αντικείμενο, 3→μετωπική σύγκρουση, 4→πλαγιομετωπική σύγκρουση, 5→εκτροπή από οδό, 6→πλάγια ή νωτομετωπική ή άλλη σύγκρουση

Traffic regulation = 1→δεν υπήρχε έλεγχος, 2→φωτεινός σηματοδότης, 3→σήμα STOP, 4→άλλη

Gender = 1→άρρεν, 2→θήλυ, 3→άγνωστο

Age = 1→0-15, 2→16-25, 3→26-55, →>55

Traffic unit type = 1→επιβατικό, 2→δίκυκλο, 3→άλλο

Safety equip = 1→ναι, 2→όχι

Driving license = 1→ναι, 2→όχι

Population = πληθυσμός πόλης σε νεπέριο λογάριθμο

Vehicle sum (per 100,000) = στόλος οχημάτων κάθε πόλης ανά εκατό χιλιάδες

GDP per capita(ten thousand €) = κατά κεφαλήν εισόδημα ανά δέκα χιλιάδες

Επίσης χρησιμοποιήθηκε και μια μεταβλητή με σταθερή τιμή 1, η οποία είναι απαραίτητη για το ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης:

CONS = 1 για όλα τα ατυχήματα.

Επισημαίνεται ότι από τις παραπάνω μεταβλητές οι μεταβλητές population, vehicle sum, gdp, ορίστηκαν ως συνεχείς. Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως διακριτές, χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης.

5.2.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο επόμενο βήμα πραγματοποιήθηκε η **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 συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται μέσω της καρτέλας Basic Statistics → Averages and Correlations. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν επιλέγονται από τον κατάλογο, επιλέγεται από το Operation η επιλογή Correlation και στη συνέχεια εκτελείται με την εντολή calculate. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης για μεταβλητές που παρέμειναν στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν όπου μεταξύ κάποιων μεταβλητών παρατηρείται υψηλή συσχέτιση.

Correlations	median strip	lighting conditions	night lighting	weather conditions	pavement condition	accident type	traffic regulation	gender	age	traffic unit type	safety equip	driving licence	vehicle sum (per 100,000)	GDP per capita (ten thousand €)
median strip	1													
lighting conditions	0,04	1												
night lighting	0,04	-0,51	1											
weather conditions	0,03	0,02	-0,02	1										
pavement condition	0,07	0,05	0,02	0,58	1									
accident type	-0,08	-0,04	0,07	-0,01	0,01	1								
traffic regulation	-0,05	-0,03	-0,01	-0,02	-0,02	0,08	1							
gender	0,05	-0,04	0,06	0,02	0,03	-0,11	-0,03	1						
age	-0,02	-0,12	0,16	-0,04	-0,02	-0,12	-0,05	0,07	1					
traffic unit type	0,03	-0,04	0,01	-0,09	-0,11	0,08	0,04	-0,19	-0,01	1				
safety equip	0,00	-0,02	-0,06	-0,12	-0,18	0,20	0,07	-0,25	-0,15	0,68	1			
driving licence	0,01	0,06	-0,08	0,00	-0,02	0,11	0,00	-0,08	-0,17	0,14	0,25	1		
vehicle sum (per 100,000)	-0,12	0,10	-0,14	-0,02	-0,03	-0,01	-0,07	0,01	-0,02	0,05	0,13	0,04	1	
GDP per capita (ten thousand €)	-0,03	0,05	-0,07	-0,02	-0,02	0,00	-0,03	-0,03	-0,02	0,00	0,08	0,08	0,47	1

Πίνακας 5.1: Συσχέτιση μεταβλητών στο πρότυπο των νεκρών

Correlations	median strip	lighting conditions	night lighting	weather conditions	pavement condition	accident type	traffic regulation	gender	age	traffic unit type	safety equip	driving licence	vehicle sum (per 100000)	GDP per capita (ten thousand €)
median strip	1													
lighting conditions	0,01	1												
night lighting	-0,03	-0,54	1											
weather conditions	0,01	0,09	-0,05	1										
pavement condition	0,05	0,03	-0,02	0,62	1									
accident type	-0,02	-0,02	0,03	-0,03	0,00	1								
traffic regulation	0,04	0,01	-0,01	0,01	0,04	0,09	1							
gender	0,01	-0,06	0,05	0,00	0,02	-0,18	0,01	1						
age	0,01	-0,11	0,11	0,03	0,06	-0,16	-0,02	0,11	1					
traffic unit type	0,07	-0,04	-0,01	-0,10	-0,08	0,10	0,03	-0,14	0,01	1				
safety equip	0,08	0,05	-0,09	-0,13	-0,12	0,16	0,05	-0,18	-0,13	0,73	1			
driving licence	0,03	0,06	-0,08	-0,06	-0,07	0,09	-0,03	-0,06	-0,17	0,18	0,26	1		
vehicle sum (per 100000)	-0,17	0,08	-0,08	-0,01	-0,04	-0,05	-0,03	-0,01	-0,04	0,02	0,09	0,05	1,00	
GDP per capita (ten thousand €)	-0,04	0,04	-0,04	0,01	-0,01	-0,03	-0,05	-0,01	-0,03	-0,01	0,07	0,05	0,42	1,00

Πίνακας 5.2: Συσχέτιση μεταβλητών στο πρότυπο των βαριά τραυματιών

Correlations	median strip	lighting conditions	night lighting	weather conditions	pavement condition	accident type	traffic regulation	gender	age	traffic unit type	safety equip	driving licence	vehicle sum (per 100,000)	GDP per capita (ten thousand €)
median strip	1													
lighting conditions	0,02	1												
night lighting	0,01	-0,50	1											
weather conditions	-0,03	0,02	-0,02	1										
pavement condition	-0,03	0,01	0,00	0,72	1									
accident type	-0,06	-0,04	0,05	0,00	0,03	1								
traffic regulation	0,06	-0,04	0,02	0,00	-0,01	0,09	1							
gender	0,02	-0,05	0,06	0,00	0,02	-0,09	-0,01	1						
age	-0,01	-0,09	0,09	0,02	0,02	-0,06	0,00	0,03	1					
traffic unit type	0,05	-0,07	0,03	-0,11	-0,09	0,08	-0,01	-0,14	-0,03	1				
safety equip	0,09	0,00	-0,05	-0,16	-0,15	0,11	0,02	-0,18	-0,11	0,67	1			
driving licence	0,05	0,04	-0,07	-0,06	-0,07	0,02	-0,02	-0,07	-0,09	0,16	0,24	1		
vehicle sum (per 100,000)	-0,05	0,02	-0,06	-0,05	-0,05	-0,02	-0,02	0,02	0,00	0,04	0,11	0,04	1	
GDP per capita (ten thousand €)	-0,04	0,00	-0,01	-0,03	-0,02	-0,01	0,01	0,02	0,01	-0,01	0,02	0,04	0,34	1

Πίνακας 5.3: Συσχέτιση μεταβλητών στο πρότυπο των ελαφρά τραυματιών

5.2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η επιλογή της μεθόδου της **πολυεπίπεδης ανάλυσης** βασίστηκε στο γεγονός ότι υπάρχουν **δύο επίπεδα εξέτασης**, ένα το επίπεδο των νεκρών (βαριά και ελαφρά τραυματίες) και ένα το επίπεδο των πόλεων. Θα μελετηθεί ποιες μεταβλητές επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών (βαριά και ελαφρά τραυματιών) σε πρώτο επίπεδο. Επίσης θα εξεταστεί σε τι βαθμό τα χαρακτηριστικά των πόλεων (μεταβλητές δευτέρου επιπέδου) επηρεάζουν τελικά τον αριθμό των νεκρών (βαριά και ελαφρά τραυματιών).

Κατά τη δημιουργία των προτύπων χρησιμοποιήθηκε μια μεταβλητή με σταθερή τιμή (CONS). Το πρώτο μοντέλο περιείχε μόνο αυτή τη μεταβλητή και όταν επιλέχθηκε στη συνέχεια ως random παρέμεινε στατιστικά σημαντικός ο συντελεστής της καθώς επίσης και το σφάλμα της u . Συνεπώς αυτό μας οδήγησε στην επιλογή της πολυεπίπεδης ανάλυσης.

Για να εφαρμοστεί στο ειδικό στατιστικό λογισμικό το πρότυπο πρέπει **να καθοριστούν οι εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές**. Από τη καρτέλα model $\rightarrow$ equations, ανοίγει το παράθυρο στο οποίο θα γίνει ο καθορισμός των μεταβλητών. Η εξαρτημένη μεταβλητή εισάγεται πατώντας πάνω στο y , όπως επίσης και τα επίπεδα της ανάλυσης. Η κατανομή που θα ακολουθηθεί εισάγεται πατώντας πάνω στο $N(XB, \Omega)$, και η επιλογή μεταβλητής για offset πατώντας π_{ij} . Οι ανεξάρτητες μεταβλητές εισάγονται από την εντολή Add Term.

Επίσης στη πορεία της ανάλυσης των προτύπων, διαπιστώθηκε ότι τα πρότυπα προσαρμόζονται καλύτερα με κατανομή extra Poisson καθώς η κατανομή Poisson θέτει το μέσο όρο ίσο με τη διακύμανση, όμως στα ατυχήματα υπήρχε υπερδιασπορά. Έτσι επιλέχθηκε η κατανομή extra Poisson που επιτρέπει μια διακύμανση. Η επιλογή γίνεται από την επιλογή Nonlinear του παραθύρου Equation.

Τέλος η ανάλυση αρχίζει με την εντολή Start. Έμφαση θα δοθεί στην περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης των δεδομένων εξόδου της ανάλυσης και κατ' επέκταση του προτύπου.

Τα δεδομένα που εξετάζονται για την **αξιολόγηση του προτύπου** είναι οι συντελεστές της εξίσωσης β_i , οι τιμές t του στατιστικού ελέγχου t -test και ο συντελεστής likelihood του προτύπου.

Ο στατιστικός έλεγχος λόγου πιθανοφάνειας (likelihood ratio test (LRT)) συγκρίνει δύο πρότυπα, και υπολογίζεται ως $-2 \cdot \log L_1 - (-2 \cdot \log L_2)$, που υπό την μηδενική υπόθεση H_0 θα πρέπει να ακολουθεί κατανομή χ^2 με q βαθμούς ελευθερίας, όπου q είναι η διαφορά του αριθμού των παραμέτρων μεταξύ των μοντέλων.

Για τους συντελεστές β_i των μεταβλητών, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας τόσο των πρόσημων όσο και των τιμών τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της τιμής 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 $t_{\text{stat}} = \beta_i / \text{s.e.}$

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 και 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 προτύπου.

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.

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Στην παράγραφο αυτή **περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης** για τον προσδιορισμό της επιρροής των κυριότερων χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων εντός αστικής περιοχής στις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας. Θα πραγματοποιηθούν τρεις στατιστικές αναλύσεις.

Στη πρώτη στατιστική ανάλυση θα διερευνηθούν **οι μεταβλητές που επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών** (πολυεπίπεδη ανάλυση), στη δεύτερη **η μεταβλητότητα του αριθμού των νεκρών ανάμεσα στις πόλεις** (δεύτερο επίπεδο ανάλυσης) και στη τρίτη **η επιρροή κάποιων μεταβλητών στον αριθμό των νεκρών συγκριτικά στις πόλεις** (δεύτερο επίπεδο ανάλυσης). Θα υπολογισθεί για κάθε ανάλυση ένα στατιστικά σημαντικό πρότυπο που θα εξάγει τα απαραίτητα αποτελέσματα.

5.3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΝΕΚΡΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΕΩΣ

5.3.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 1 (ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ)

μεταβλητή	Πρότυπο 1.α			Πρότυπο 1.β			Πρότυπο 1.γ		
	συντελεστής βi	s.e.	t	συντελεστής βi	s.e.	t	συντελεστής βi	s.e.	t
Fixed effects									
CONS	-10,594	0,025	-423,8	-10,269	0,075	-136,9	-9,505	0,114	-83,4
median strip_2							0,100	0,038	2,6
median strip_3							0,057	0,066	0,9
night lighting_2							0,051	0,030	1,7
accident type_2							0,116	0,050	2,3
accident type_3							0,091	0,049	1,9
accident type_4							0,064	0,044	1,5
accident type_5							-0,042	0,048	-0,9
accident type_6							0,038	0,050	0,8
traffic unit type_2							-0,752	0,033	-22,8
traffic unit type_3							-0,532	0,045	-11,8
driving license_2							-0,118	0,031	-3,8
vehicle sum (per 100,000)							-0,673	0,090	-7,5
Random effects									
Επίπεδο 2 - Πόλεις									
σ^2_{uo} (CONS)				0,157	0,043	3,7	0,053	0,015	3,5
Βαθμούς ελευθερίας	1			1			13		
2*log(likelihood)	-4019,59			-3507,14			-2668,11		
*επ. σημαντικότητας 5% με 12 βαθμούς ελευθερίας: $\chi^2 = 21,03$									

Πίνακας 5.4: Πολυεπίπεδο στατιστικό πρότυπο για αριθμό νεκρών

Αρχικά εισήχθη ο σταθερός όρος (πρότυπο 1.α) στο πρώτο επίπεδο και στη συνέχεια και στα δύο επίπεδα (random effect) ώστε να περιγραφεί η εξάρτηση του αριθμού των νεκρών ανάμεσα στις πόλεις, δηλαδή την τυχαία μεταβολή του αριθμού των νεκρών μεταξύ των πόλεων (πρότυπο 1.β). Στη συνέχεια προστεθήκαν με δοκιμές διάφορες μεταβλητές στο πρώτο επίπεδο, με τελικό πρότυπο το 1.γ. Έπειτα, έγινε προσπάθεια περαιτέρω επεξήγησης και των μεταβλητών αυτών στο δεύτερο επίπεδο όμως καμία δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων.
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες

υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

3. Αν δεν είχε εισαχθεί ο σταθερός όρος (CONS) και στα δύο επίπεδα το πρότυπο, όπως και τα αποτελέσματα του, θα ήταν διαφορετικά και θα οδηγούσαν σε ελλιπή και λανθασμένα συμπεράσματα.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των νεκρών.

$$\text{fatalities}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + 0.095(0.037) \text{median strip_2}_{ij} + 0.065(0.065) \text{median strip_3}_{ij} + 0.060(0.029) \text{night lighting_2}_{ij} + \\ & 0.126(0.048) \text{accident type_2}_{ij} + 0.093(0.048) \text{accident type_3}_{ij} + 0.091(0.043) \text{accident type_4}_{ij} + \\ & -0.027(0.047) \text{accident type_5}_{ij} + 0.059(0.049) \text{accident type_6}_{ij} + -0.241(0.086) \text{traffic unit type_2}_{ij} + \\ & -0.274(0.057) \text{traffic unit type_3}_{ij} + -0.520(0.081) \text{safety equip_2}_{ij} + -0.100(0.031) \text{driving licence_2}_{ij} + \\ & -0.673(0.090) \text{vehicle sum (per 100.000)}_j \end{aligned}$$

$$\beta_{0j} = -9.533(0.112) + u_{0j}$$

$$[u_{0j}] \sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = [0.051(0.015)]$$

ΜΗ ΥΠΑΡΞΗ ΝΗΣΙΔΑΣ

Το πρόσημο της μεταβλητής “όχι νησίδα” είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως όταν δεν υπάρχει διαχωριστική νησίδα, αυξάνεται η σοβαρότητα του ατυχήματος, το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς η νησίδα αποτελεί μέτρο ασφάλειας και μειώνει την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής “όχι νησίδα” είναι 2,6.

ΧΩΡΙΣ ΝΥΧΤΕΡΙΝΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

Το πρόσημο της μεταβλητής “χωρίς νυχτερινό φωτισμό” είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Το πρόσημο δηλώνει πως όταν δεν υπάρχει νυχτερινός φωτισμός υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος με νεκρό. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 1,7.

ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗ ΣΕ ΣΤΑΘΜΕΥΜΕΝΟ ΟΧΗΜΑ Ή ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα ή αντικείμενο’ είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Το πρόσημο δηλώνει πως όταν προκαλείται ατύχημα αυτού του είδους αυξάνεται η πιθανότητα να υπάρξει νεκρός. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 2,3.

ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘μετωπική σύγκρουση’ είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Αντίστοιχα με την πρόσκρουση σε σταθμευμένο ή αντικείμενο, όταν προκαλείται αυτό το ατύχημα, αυξάνεται η πιθανότητα να υπάρξει νεκρός. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 1,9.

ΔΙΚΥΚΛΟ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘δίκυκλο’ είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Παρόλο που αυτού του είδους τα οχήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη έκθεση σε κίνδυνο συγκριτικά με τα επιβατικά, οπότε θα έπρεπε το πρόσημο αυτής της μεταβλητής να είναι θετικό, ο αριθμός των επιβατικών είναι μεγαλύτερος, οπότε είναι λογικά να εμφανίζονται συχνότερα ατυχήματα με επιβατικά οχήματα. Επίσης, ίσως οι δικυκλιστές τα τελευταία χρόνια να είναι ενδεχομένως περισσότερο προσεκτικοί συγκριτικά με τους οδηγούς των επιβατικών εξαιτίας του μεγαλύτερου κινδύνου που διατρέχουν, καθώς επίσης και στο γεγονός ότι εντός αστικής περιοχής δεν αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες συνεπώς μειώνεται και η σοβαρότητα ενός ατυχήματος με δίκυκλο. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 22,8.

ΆΛΛΟ ΕΙΔΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘άλλο είδος οχήματος’, εκτός δηλαδή επιβατικού και δίκυκλου, είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Αντίστοιχα με το δίκυκλο, όταν προκαλείται αυτό το ατύχημα, μειώνεται η πιθανότητα να υπάρξει νεκρός συγκριτικά με τα επιβατικά οχήματα. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στον μειωμένο αριθμό ατυχημάτων με άλλα οχήματα. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι -11,8.

ΔΙΠΛΩΜΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘χωρίς δίπλωμα οδήγησης’ είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Το πρόσημο αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί χωρίς δίπλωμα οδηγούν με μικρότερες ταχύτητες, πιο προσεκτικά και όταν οι συνθήκες είναι ιδανικές (μέρα καλοκαιρία κτλ). Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι -3,8.

ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘στόλος οχημάτων’ είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των νεκρών**. Το πρόσημο αυτό πιθανώς δικαιολογείται, καθώς όταν αυξάνεται ο στόλος αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα των οχημάτων, άρα και η σοβαρότητα του ατυχήματος. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι -7,5.

5.3.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 2 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο αυτό προστέθηκε και η μεταβλητή της πόλης, για να μελετηθεί κατά πόσο μεταβάλλεται ο αριθμός των νεκρών στο επίπεδο των πόλεων, και να αποδειχθεί ότι οι πόλεις παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση στον αριθμό των νεκρών λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών της κάθε πόλης. Επιλέχθηκε ως πόλη αναφοράς το Ηράκλειο.

μεταβλητή	συντελεστής βι	s.e.	t	2*log(likelihood)
CONS	-9,628	0,100	-96,3	-3507,14
median strip_2	0,098	0,040	2,5	
median strip_3	0,046	0,068	0,7	
night lighting_2	0,047	0,031	1,5	
accident type_2	0,114	0,051	2,2	
accident type_3	0,095	0,051	1,9	
accident type_4	0,072	0,046	1,6	
accident type_5	-0,041	0,050	-0,8	
accident type_6	0,037	0,051	0,7	
traffic unit type_2	-0,756	0,035	-21,6	
traffic unit type_3	-0,533	0,047	-11,3	
driving license_2	-0,119	0,032	-3,7	
vehicle sum (per 100,000)	-0,580	0,041	-14,1	
PATRA	-0,403	0,063	-6,4	
LARISA	-0,244	0,072	-3,4	
VOLOS	-0,236	0,094	-2,5	
IOANNINA	-0,313	0,097	-3,2	
KAVALA	0,071	0,083	0,9	
LAMIA	-0,076	0,076	-1,0	
KALAMATA	-0,128	0,083	-1,5	
TRIKALA	0,021	0,096	0,2	
SERRES	0,002	0,098	0,0	
AGRINIO	0,008	0,095	0,1	
KATERINI	-0,264	0,104	-2,5	
DRAMA	-0,339	0,093	-3,6	
HANIA	0,259	0,132	2,0	
HALKIDA	-0,008	0,089	-0,1	
RODOS	0,109	0,086	1,3	
KOMOTINI	-0,117	0,095	-1,2	
XANTHI	-0,182	0,099	-1,8	
ALEXANDROUPOLI	-0,178	0,095	-1,9	
KOZANI	0,278	0,145	1,9	
VEROIA	0,141	0,092	1,5	
KERKIRA	0,427	0,104	4,1	
KARDITSA	-0,131	0,091	-1,4	
KORINTHOS	0,557	0,074	7,5	
PTOLEMAIDA	-0,05	0,124	-0,4	
PIRGOS	0,228	0,093	2,5	
RETHIMNO	0,408	0,107	3,8	
TRIPOLI	0,273	0,113	2,4	
GIANNITSA	0,207	0,105	2,0	
AMALIADA	0	0	0,0	-2560,52
reference: HERAKLION επ. σημαντικότητας 5% με 41 βαθμούς ελευθερίας: 56,95<				890,22

Πίνακας 5.5: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό νεκρών ανάμεσα στις πόλεις

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των νεκρών.

$$\text{fatalities}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + -9.628(0.100)\text{CONS} + 0.098(0.040)\text{median strip}_{2_{ij}} + 0.046(0.068)\text{median strip}_{3_{ij}} + 0.047(0.031)\text{night lighting}_{2_{ij}} + \\ & 0.114(0.051)\text{accident type}_{2_{ij}} + 0.095(0.051)\text{accident type}_{3_{ij}} + 0.072(0.046)\text{accident type}_{4_{ij}} + -0.041(0.050)\text{accident type}_{5_{ij}} + \\ & 0.037(0.051)\text{accident type}_{6_{ij}} + -0.756(0.035)\text{traffic unit type}_{2_{ij}} + -0.533(0.047)\text{traffic unit type}_{3_{ij}} + -0.119(0.032)\text{driving licence}_{2_{ij}} + \\ & -0.580(0.041)\text{vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.403(0.063)\text{PATRA}_{ij} + -0.244(0.072)\text{LARISA}_{ij} + -0.236(0.094)\text{VOLOS}_{ij} + \\ & -0.313(0.097)\text{IOANNINA}_{ij} + 0.071(0.083)\text{KAVALA}_{ij} + -0.077(0.076)\text{LAMIA}_{ij} + -0.128(0.083)\text{KALAMATA}_{ij} + 0.021(0.096)\text{TRIKALA}_{ij} + \\ & 0.002(0.098)\text{SERRES}_{ij} + 0.008(0.095)\text{AGRINIO}_{ij} + -0.264(0.104)\text{KATERINI}_{ij} + -0.339(0.093)\text{DRAMA}_{ij} + 0.259(0.132)\text{HANIA}_{ij} + \\ & -0.008(0.089)\text{HALKIDA}_{ij} + 0.109(0.086)\text{RODOS}_{ij} + -0.117(0.095)\text{KOMOTINI}_{ij} + -0.182(0.099)\text{XANTHI}_{ij} + \\ & -0.178(0.095)\text{ALEXANDROUPOLI}_{ij} + 0.278(0.145)\text{KOZANI}_{ij} + 0.141(0.092)\text{VEROIA}_{ij} + 0.427(0.104)\text{KORKIRA}_{ij} + \\ & -0.131(0.091)\text{KARDITSA}_{ij} + 0.557(0.074)\text{KORINTHOS}_{ij} + -0.050(0.124)\text{PTOLEMAIDA}_{ij} + 0.228(0.093)\text{PIRGOS}_{ij} + \\ & 0.408(0.107)\text{RETHIMNO}_{ij} + 0.273(0.113)\text{TRIPOLI}_{ij} + 0.207(0.105)\text{GIANNITSA}_{ij} + 0.000(0.000)\text{AMALIADA}_{ij} \end{aligned}$$

$$\text{var}(\text{fatalities}_{ij} | \pi_{ij}) = 0.348(0.014)\pi_{ij}$$

Οι πόλεις Χανιά, Κοζάνη, Κέρκυρα, Κόρινθος, Πύργος, Ρέθυμνο Τρίπολη, Γιαννιτσά παρουσιάζονται στο πρότυπο στατιστικά σημαντικές με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι **οι πόλεις αυτές παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό νεκρών συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως στις πόλεις αυτές συμβαίνουν συχνότερα ατυχήματα με αριθμό νεκρών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο.

Αντίθετα, οι πόλεις Πάτρα, Λάρισα, Βόλος, Ιωάννινα, Κατερίνη, Δράμα, Ξάνθη, Αλεξανδρούπολη παρουσιάζονται στο πρότυπο στατιστικά σημαντικές με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι **οι πόλεις αυτές παρουσιάζουν μειωμένο αριθμό νεκρών συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως στις πόλεις αυτές συμβαίνουν λιγότερο συχνά ατυχήματα με αριθμό νεκρών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο.

Τέλος, οι υπόλοιπες πόλεις, που δεν βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντικές παρουσιάζουν παρόμοιο χαρακτήρα με την πόλη αναφοράς, οπότε ακολουθούν παρόμοια τάση με εκείνη του Ηρακλείου.

5.3.1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 3 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο αυτό προστέθηκε και η μεταβλητή του στόλου των οχημάτων για να μελετηθεί σε τι βαθμό ο στόλος επηρεάζει τον αριθμό των νεκρών και μπορεί να ερμηνεύσει την διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι πόλεις στον αριθμό των νεκρών. Επιλέχθηκε, όπως πριν, σαν πόλη αναφοράς το Ηράκλειο.

μεταβλητή	συντελεστής βι	s.e.	t	2*log(likelihood)
CONS	-9,628	0,100	-96,3	-3507,14
median strip_2	0,098	0,040	2,5	
median strip_3	0,046	0,068	0,7	
night lighting_2	0,047	0,031	1,5	
accident type_2	0,114	0,051	2,2	
accident type_3	0,095	0,051	1,9	
accident type_4	0,072	0,046	1,6	
accident type_5	-0,041	0,050	-0,8	
accident type_6	0,037	0,051	0,7	
traffic unit type_2	-0,756	0,035	-21,6	
traffic unit type_3	-0,533	0,047	-11,3	
driving license_2	-0,119	0,032	-3,7	
vehicle sum (per 100,000)	-0,580	0,041	-14,1	
PATRA,vehicle sum (per 100,000)	-0,203	0,032	-6,3	
LARISA,vehicle sum (per 100,000)	-0,131	0,039	-3,4	
VOLOS,vehicle sum (per 100,000)	-0,164	0,065	-2,5	
IOANNINA,vehicle sum (per 100,000)	-0,288	0,089	-3,2	
KAVALA,vehicle sum (per 100,000)	0,071	0,083	0,9	
LAMIA,vehicle sum (per 100,000)	-0,083	0,083	-1,0	
KALAMATA,vehicle sum (per 100,000)	-0,119	0,077	-1,5	
TRIKALA,vehicle sum (per 100,000)	0,024	0,107	0,2	
SERRES,vehicle sum (per 100,000)	0,001	0,090	0,0	
AGRINIO,vehicle sum (per 100,000)	0,009	0,107	0,1	
KATERINI,vehicle sum (per 100,000)	-0,324	0,128	-2,5	
DRAMA,vehicle sum (per 100,000)	-0,492	0,134	-3,7	
HANIA,vehicle sum (per 100,000)	0,184	0,094	2,0	
HALKIDA,vehicle sum (per 100,000)	-0,007	0,077	-0,1	
RODOS,vehicle sum (per 100,000)	0,090	0,071	1,3	
KOMOTINI,vehicle sum (per 100,000)	-0,185	0,150	-1,2	
XANTHI,vehicle sum (per 100,000)	-0,249	0,135	-1,8	
ALEXANDROUPOLI,vehicle sum (per 100,000)	-0,299	0,160	-1,9	
KOZANI,vehicle sum (per 100,000)	0,336	0,175	1,9	
VEROIA,vehicle sum (per 100,000)	0,142	0,093	1,5	
KERKIRA,vehicle sum (per 100,000)	0,427	0,104	4,1	
KARDITSA,vehicle sum (per 100,000)	-0,174	0,122	-1,4	
KORINTHOS,vehicle sum (per 100,000)	0,514	0,069	7,4	
PTOLEMAIDA,vehicle sum (per 100,000)	-0,247	0,614	-0,4	
PIRGOS,vehicle sum (per 100,000)	0,348	0,142	2,5	
RETHIMNO,vehicle sum (per 100,000)	0,586	0,154	3,8	
TRIPOLI,vehicle sum (per 100,000)	0,524	0,216	2,4	
GIANNITSA,vehicle sum (per 100,000)	0,543	0,275	2,0	
AMALIADA,vehicle sum (per 100,000)	0,000	0,000	0,0	-2616,92
reference: HERAKLION επ. σημαντικότητας 5% με 41 βαθμούς ελευθερίας χ ² : 56,95<				890,22

Πίνακας 5.6: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό νεκρών ανάμεσα στις πόλεις συναρτήσει του στόλου οχημάτων

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των νεκρών.

$$\text{fatalities}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + -9.628(0.100)\text{CONS} + 0.098(0.040)\text{median strip}_{2_{ij}} + 0.046(0.068)\text{median strip}_{3_{ij}} + 0.047(0.031)\text{night lighting}_{2_{ij}} + \\ & 0.114(0.051)\text{accident type}_{2_{ij}} + 0.095(0.051)\text{accident type}_{3_{ij}} + 0.072(0.046)\text{accident type}_{4_{ij}} + -0.041(0.050)\text{accident type}_{5_{ij}} + \\ & 0.037(0.051)\text{accident type}_{6_{ij}} + -0.756(0.035)\text{traffic unit type}_{2_{ij}} + -0.533(0.047)\text{traffic unit type}_{3_{ij}} + -0.119(0.032)\text{driving licence}_{2_{ij}} + \\ & -0.580(0.041)\text{vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.203(0.032)\text{PATRA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.131(0.039)\text{LARISA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & -0.164(0.065)\text{VOLOS.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.288(0.089)\text{IOANNINA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.071(0.083)\text{KAVALA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.083(0.083)\text{LAMIA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & -0.119(0.077)\text{KALAMATA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + 0.024(0.107)\text{TRIKALA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.001(0.090)\text{SERRES.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + 0.009(0.107)\text{AGRINIO.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & -0.324(0.128)\text{KATERINI.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.492(0.134)\text{DRAMA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.184(0.094)\text{HANIA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.007(0.077)\text{HALKIDA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.090(0.071)\text{RODOS.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.185(0.150)\text{KOMOTINI.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & -0.249(0.135)\text{XANTHI.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.299(0.160)\text{ALEXANDROUPOLI.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.336(0.175)\text{KOZANI.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + 0.142(0.093)\text{VEROIA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.427(0.104)\text{KERKIRA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.174(0.122)\text{KARDITSA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.514(0.069)\text{KORINTHOS.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + -0.247(0.614)\text{PTOLEMAIDA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.348(0.142)\text{PIRGOS.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + 0.586(0.154)\text{RETHIMNO.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.524(0.216)\text{TRIPOLI.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + 0.543(0.275)\text{GIANNITSA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} + \\ & 0.000(0.000)\text{AMALIADA.vehicle sum (per 100.000)}_{ij} \end{aligned}$$

$$\text{var}(\text{fatalities}_{ij} | \pi_{ij}) = 0.348(0.014)\pi_{ij}$$

Οι πόλεις Χανιά, Κοζάνη, Κέρκυρα, Κόρινθος, Πύργος, Ρέθυμνο Τρίπολη, Γιαννιτσά παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές στο πρότυπο, με θετικό πρόσημο που δηλώνει ότι η **επιρροή του στόλου των οχημάτων σε αυτές τις πόλεις είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**, δηλαδή η αύξηση του στόλου των οχημάτων σε αυτές της πόλεις θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των νεκρών και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι το Ηράκλειο.

Αντίθετα, οι πόλεις Πάτρα, Λάρισα, Βόλος, Ιωάννινα, Κατερίνη, Δράμα, Ξάνθη, Αλεξανδρούπολη παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές στο πρότυπο, με αρνητικό πρόσημο που δηλώνει ότι η **επιρροή του στόλου σε αυτές τις πόλεις είναι μικρότερη συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**, δηλαδή η αύξηση του στόλου σε αυτές της πόλεις θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του αριθμού των νεκρών και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι το Ηράκλειο.

Τέλος, οι υπόλοιπες πόλεις, που δεν βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντικές παρουσιάζουν παρόμοιο χαρακτήρα με την πόλη αναφοράς, οπότε ακολουθούν παρόμοια τάση με εκείνη του Ηρακλείου.

5.3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΕΩΣ

5.3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 1 (ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ)

μεταβλητή	Πρότυπο 1.α			Πρότυπο 1.β			Πρότυπο 1.γ		
	συντελεστής β _i	s.e.	t	συντελεστής β _i	s.e.	t	συντελεστής β _i	s.e.	t
Fixed effects									
CONS	-10,714	0,023	-465,8	-10,338	0,07	-147,7	-9,692	0,108	-89,7
median strip_2							0,101	0,043	2,3
median strip_3							0,122	0,058	2,1
night lighting_2							-0,068	0,032	-2,1
vehicle sum (per 100000)							-0,760	0,087	-8,7
Random effects									
Επίπεδο 2 - Πόλεις									
σ ² _{uo} (CONS)				0,136	0,038	3,6	0,044	0,014	3,1
Βαθμούς ελευθερίας	1			1			5		
2*log(likelihood)	-5240,42			-4609,23			-4443,79		
επ. σημαντικότητας 5% με 4 βαθμούς ελευθερίας: $\chi^2 = 9,49$									

Πίνακας 5.7: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό βαριά τραυματιών

Αρχικά εισήχθη ο σταθερός όρος (πρότυπο 1.α) στο πρώτο επίπεδο και στη συνέχεια και στα δύο επίπεδα (random effect) ώστε να περιγραφεί η εξάρτηση του αριθμού των βαριά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις, δηλαδή την τυχαία μεταβολή του αριθμού των βαριά τραυματιών μεταξύ των πόλεων (πρότυπο 1.β). Στη συνέχεια προστεθήκαν με δοκιμές διάφορες μεταβλητές στο πρώτο επίπεδο, με τελικό πρότυπο το 1.γ. Έπειτα, έγινε προσπάθεια περαιτέρω επεξήγησης και των μεταβλητών αυτών στο δεύτερο επίπεδο όμως καμία δεν βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική.

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων.

2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.
3. Αν δεν είχε εισαχθεί ο σταθερός όρος (CONS) και στα δύο επίπεδα το πρότυπο, όπως και τα αποτελέσματα του, θα ήταν διαφορετικά και θα οδηγούσαν σε ελλιπή και λανθασμένα συμπεράσματα.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των βαριά τραυματιών.

$$\text{injuries}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + 0.101(0.043) \text{median strip_2}_{ij} + \\ & 0.122(0.058) \text{median strip_3}_{ij} + -0.068(0.032) \text{night lighting_2}_{ij} + \\ & -0.760(0.087) \text{vehicle sum (per 100000)}_j \end{aligned}$$

$$\beta_{0j} = -9.692(0.108) + u_{0j}$$

$$\begin{bmatrix} u_{0j} \end{bmatrix} \sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = \begin{bmatrix} 0.044(0.014) \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\text{injuries}_{ij} | \pi_{ij}) = 0.625(0.023) \pi_{ij}$$

ΜΗ ΥΠΑΡΞΗ ΝΗΣΙΔΑΣ

Το πρόσημο της μεταβλητής “όχι νησίδα” είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των βαριά τραυματιών**. Το πρόσημο δηλαδή, δηλώνει ότι όταν δεν υπάρχει διαχωριστική νησίδα, αυξάνεται η σοβαρότητα του ατυχήματος, το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς η νησίδα αποτελεί μέτρο ασφάλειας και μειώνει την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής “όχι νησίδα” είναι 2,3.

ΑΓΝΩΣΤΗ ΥΠΑΡΞΗ ΝΗΣΙΔΑΣ

Το πρόσημο της μεταβλητής “άγνωστη ύπαρξη νησίδας” είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των βαριά τραυματιών**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως όταν δεν είναι γνωστή η ύπαρξη διαχωριστικής νησίδας, αυξάνεται η σοβαρότητα του ατυχήματος. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής “όχι νησίδα” είναι 2,1.

ΧΩΡΙΣ ΝΥΧΤΕΡΙΝΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

Το πρόσημο της μεταβλητής “χωρίς νυχτερινό φωτισμό” είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των βαριά τραυματιών**. Το πρόσημο δηλώνει πως όταν δεν υπάρχει νυχτερινός φωτισμός υπάρχει μικρότερη πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος με τουλάχιστον ένα βαριά τραυματία. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 2,1.

ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Το πρόσημο της μεταβλητής “στόλος οχημάτων” είναι αρνητικό που σημαίνει ότι πιθανώς **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των βαριά τραυματιών**. Το πρόσημο αυτό δικαιολογείται, καθώς εντός πόλεως, όταν αυξάνεται ο στόλος αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα των οχημάτων, άρα και η σοβαρότητα του ατυχήματος, συνεπώς και ο αριθμός των βαριά τραυματιών. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 8,7.

5.3.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 2 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο αυτό προστέθηκε και η μεταβλητή της πόλης, για να μελετηθεί κατά πόσο μεταβάλλεται ο αριθμός των βαριά τραυματιών στο επίπεδο των πόλεων και να αποδειχθεί η διαφοροποίηση των πόλεων, λόγω των χαρακτηριστικών τους, στον αριθμό των βαριά τραυματιών. Επιλέχθηκε ως πόλη αναφοράς το Ηράκλειο.

μεταβλητή	συντελεστής β _i	s.e.	t	2*log(likelihood)
CONS	-11,335	0,061	-185,8	-5240,42
PATRA	-0,234	0,078	-3,0	
LARISA	0,188	0,082	2,3	
VOLOS	0,408	0,119	3,4	
IOANNINA	0,482	0,145	3,3	
KAVALA	0,940	0,089	10,6	
LAMIA	1,024	0,082	12,5	
KALAMATA	0,844	0,102	8,3	
TRIKALA	0,681	0,128	5,3	
SERRES	0,876	0,131	6,7	
AGRINIO	0,955	0,130	7,3	
KATERINI	0,769	0,129	6,0	
DRAMA	0,819	0,111	7,4	
HANIA	0,738	0,113	6,5	
HALKIDA	0,908	0,101	9,0	
RODOS	0,802	0,096	8,4	
KOMOTINI	0,985	0,102	9,7	
XANTHI	1,038	0,089	11,7	
ALEXANDROUPOLI	1,043	0,118	8,8	
KOZANI	1,103	0,122	9,0	
VEROIA	1,258	0,106	11,9	
KERKIRA	0,908	0,140	6,5	
KARDITSA	1,070	0,127	8,4	
KORINTHOS	1,437	0,101	14,2	
PTOLEMAIDA	1,492	0,162	9,2	
PIRGOS	1,469	0,104	14,1	
RETHIMNO	1,257	0,136	9,2	
TRIPOLI	1,546	0,121	12,8	
GIANNITSA	1,524	0,159	9,6	
AMALIADA	1,494	0,135	11,1	-4299,88
reference: HERAKLION επ. σημαντικότητας 5% με 29 βαθμούς ελευθερίας χ ² : 42,56<				940,54

Πίνακας 5.8: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό βαριά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των βαριά τραυματιών.

$$\begin{aligned} \text{injuries}_{ij} &\sim \text{Poisson}(\pi_{ij}) \\ \log(\pi_{ij}) &= \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + -0.234(0.078) \text{PATRA}_{ij} + 0.188(0.082) \text{LARISA}_{ij} + 0.408(0.119) \text{VOLOS}_{ij} + 0.482(0.145) \text{IOANNINA}_{ij} + \\ &\quad 0.940(0.089) \text{KAVALA}_{ij} + 1.024(0.082) \text{LAMIA}_{ij} + 0.844(0.102) \text{KALAMATA}_{ij} + 0.681(0.128) \text{TRIKALA}_{ij} + 0.876(0.131) \text{SERRES}_{ij} + \\ &\quad 0.955(0.130) \text{AGRINIO}_{ij} + 0.769(0.129) \text{KATERINI}_{ij} + 0.819(0.111) \text{DRAMA}_{ij} + 0.738(0.113) \text{HANIA}_{ij} + 0.908(0.101) \text{HALKIDA}_{ij} + \\ &\quad 0.802(0.096) \text{RODOS}_{ij} + 0.985(0.102) \text{KOMOTINI}_{ij} + 1.038(0.089) \text{XANTHI}_{ij} + 1.043(0.118) \text{ALEXANDROUPOLI}_{ij} + 1.103(0.122) \text{KOZANI}_{ij} + \\ &\quad 1.258(0.106) \text{VEROIA}_{ij} + 0.908(0.140) \text{KERKIRA}_{ij} + 1.070(0.127) \text{KARDITSA}_{ij} + 1.437(0.101) \text{KORINTHOS}_{ij} + 1.492(0.162) \text{PTOLEMAIDA}_{ij} + \\ &\quad 1.469(0.104) \text{PIRGOS}_{ij} + 1.257(0.136) \text{RETHIMNO}_{ij} + 1.546(0.121) \text{TRIPOLI}_{ij} + 1.524(0.159) \text{GIANNITSA}_{ij} + 1.494(0.135) \text{AMALIADA}_{ij} \\ \beta_{0j} &= -11.335(0.061) + u_{0j} \\ \begin{bmatrix} u_{0j} \end{bmatrix} &\sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = \begin{bmatrix} 0.000(0.000) \end{bmatrix} \\ \text{var}(\text{injuries}_{ij} | \pi_{ij}) &= 0.608(0.022) \pi_{ij} \end{aligned}$$

Η Πάτρα δηλαδή η μεγαλύτερη πόλη, παρουσιάζεται στο πρότυπο στατιστικά σημαντική με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι **παρουσιάζει μειωμένο αριθμό βαριά τραυματιών συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως στη πόλη αυτή συμβαίνει λιγότερο συχνά ατυχήματα με αριθμό βαριά τραυματιών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο.

Όλες οι υπόλοιπες πόλεις παρουσιάζονται στο πρότυπο στατιστικά σημαντικές με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι ενδεχομένως **οι πόλεις αυτές παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό βαριά τραυματιών συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως στη πόλη αυτή συμβαίνουν συχνότερα ατυχήματα με αριθμό βαριά τραυματιών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο.

5.3.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 3 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο αυτό προστέθηκε και η μεταβλητή του στόλου των οχημάτων για να μελετηθεί σε τι βαθμό ο στόλος επηρεάζει τον αριθμό των βαριά τραυματιών σε κάθε πόλη. Επίσης εξετάζει αν με το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να ερμηνευτεί σε σημαντικό βαθμό η διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι πόλεις στον αριθμό των βαριά τραυματιών. Επιλέχθηκε, όπως πριν, σαν πόλη αναφοράς το Ηράκλειο.

μεταβλητή	συντελεστής βι	s.e.	t	2*log(likelihood)
CONS	-11,335	0,061	-185,8	-5240,42
PATRA,vehicle sum (per 100000)	-0,118	0,039	-3,0	
LARISA,vehicle sum (per 100000)	0,101	0,044	2,3	
VOLOS,vehicle sum (per 100000)	0,283	0,083	3,4	
IOANNINA,vehicle sum (per 100000)	0,444	0,134	3,3	
KAVALA,vehicle sum (per 100000)	0,940	0,089	10,6	
LAMIA,vehicle sum (per 100000)	1,107	0,089	12,4	
KALAMATA,vehicle sum (per 100000)	0,782	0,095	8,2	
TRIKALA,vehicle sum (per 100000)	0,757	0,142	5,3	
SERRES,vehicle sum (per 100000)	0,802	0,120	6,7	
AGRINIO,vehicle sum (per 100000)	1,076	0,147	7,3	
KATERINI,vehicle sum (per 100000)	0,946	0,159	5,9	
DRAMA,vehicle sum (per 100000)	1,186	0,160	7,4	
HANIA,vehicle sum (per 100000)	0,525	0,080	6,6	
HALKIDA,vehicle sum (per 100000)	0,785	0,087	9,0	
RODOS,vehicle sum (per 100000)	0,662	0,080	8,3	
KOMOTINI,vehicle sum (per 100000)	1,561	0,161	9,7	
XANTHI,vehicle sum (per 100000)	1,417	0,122	11,6	
ALEXANDROUPOLI,vehicle sum (per 100000)	1,755	0,198	8,9	
KOZANI,vehicle sum (per 100000)	1,334	0,148	9,0	
VEROIA,vehicle sum (per 100000)	1,265	0,107	11,8	
KERKIRA,vehicle sum (per 100000)	0,907	0,140	6,5	
KARDITSA,vehicle sum (per 100000)	1,427	0,169	8,4	
KORINTHOS,vehicle sum (per 100000)	1,327	0,093	14,3	
PTOLEMAIDA,vehicle sum (per 100000)	7,382	0,802	9,2	
PIRGOS,vehicle sum (per 100000)	2,239	0,159	14,1	
RETHIMNO,vehicle sum (per 100000)	1,803	0,195	9,2	
TRIPOLI,vehicle sum (per 100000)	2,964	0,231	12,8	
GIANNITSA,vehicle sum (per 100000)	4,004	0,419	9,6	
AMALIADA,vehicle sum (per 100000)	5,828	0,526	11,1	-4299,88
reference: HERAKLION επ. σημαντικότητας 5% με 29 βαθμούς ελευθερίας χ^2 : 42,56<				940,54

Πίνακας 5.9: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό βαριά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις συναρτήσει του στόλου των οχημάτων

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των βαριά τραυματιών.

$$injuries_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + -0.118(0.039) \text{vehicle sum (per 100000).PATRA}_j + 0.101(0.044) \text{vehicle sum (per 100000).LARISA}_j + \\ & 0.283(0.083) \text{vehicle sum (per 100000).VOLOS}_j + 0.444(0.134) \text{vehicle sum (per 100000).IOANNINA}_j + \\ & 0.940(0.089) \text{vehicle sum (per 100000).KAVALA}_j + 1.107(0.089) \text{vehicle sum (per 100000).LAMIA}_j + \\ & 0.782(0.095) \text{vehicle sum (per 100000).KALAMATA}_j + 0.757(0.142) \text{vehicle sum (per 100000).TRIKALA}_j + \\ & 0.802(0.120) \text{vehicle sum (per 100000).SERRES}_j + 1.076(0.147) \text{vehicle sum (per 100000).AGRINIO}_j + \\ & 0.946(0.159) \text{vehicle sum (per 100000).KATERINI}_j + 1.186(0.160) \text{vehicle sum (per 100000).DRAMA}_j + \\ & 0.525(0.080) \text{vehicle sum (per 100000).HANIA}_j + 0.785(0.087) \text{vehicle sum (per 100000).HALKIDA}_j + \\ & 0.662(0.080) \text{vehicle sum (per 100000).RODOS}_j + 1.561(0.161) \text{vehicle sum (per 100000).KOMOTINI}_j + \\ & 1.417(0.122) \text{vehicle sum (per 100000).XANTHI}_j + 1.755(0.198) \text{vehicle sum (per 100000).ALEXANDROUPOLI}_j + \\ & 1.334(0.148) \text{vehicle sum (per 100000).KOZANI}_j + 1.265(0.107) \text{vehicle sum (per 100000).VEROIA}_j + \\ & 0.907(0.140) \text{vehicle sum (per 100000).KERKIRA}_j + 1.427(0.169) \text{vehicle sum (per 100000).KARDITSA}_j + \\ & 1.327(0.093) \text{vehicle sum (per 100000).KORINTHOS}_j + 7.382(0.802) \text{vehicle sum (per 100000).PTOLEMAIDA}_j + \\ & 2.239(0.159) \text{vehicle sum (per 100000).PIRGOS}_j + 1.803(0.195) \text{vehicle sum (per 100000).RETHIMNO}_j + \\ & 2.964(0.231) \text{vehicle sum (per 100000).TRIPOLI}_j + 4.004(0.419) \text{vehicle sum (per 100000).GIANNITSA}_j + \\ & 5.828(0.526) \text{vehicle sum (per 100000).AMALIADA}_j \end{aligned}$$

$$\beta_{0j} = -11.335(0.061) + u_{0j}$$

$$[u_{0j}] \sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = [0.000(0.000)]$$

$$\text{var}(injuries_{ij} | \pi_{ij}) = 0.608(0.022) \pi_{ij}$$

Η Πάτρα παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική στο πρότυπο, με αρνητικό πρόσημο που δηλώνει ότι **η επιρροή του στόλου είναι μικρότερη συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**, δηλαδή η αύξηση του στόλου θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των βαριά τραυματιών και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι το Ηράκλειο.

Οι υπόλοιπες πόλεις είναι στατιστικά σημαντικές με θετικό πρόσημο που δηλώνει πιθανώς ότι **η επιρροή του στόλου είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**, δηλαδή η αύξηση του στόλου θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των βαριά τραυματιών και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό από το Ηράκλειο.

5.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΟΛΕΩΣ

5.3.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 1 (ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗ)

μεταβλητή	Πρότυπο 1.α			Πρότυπο 1.β			Πρότυπο 1.γ		
	συντελεστής β _i	s.e.	t	συντελεστής β _i	s.e.	t	συντελεστής β _i	s.e.	t
Fixed effects									
CONS	-10,714	0,023	-465,8	-10,338	0,07	-147,7	-9,348	0,128	-73
age_2							0,178	0,053	3,4
age_3							0,08	0,042	1,9
age_4							-0,124	0,046	-2,7
vehicle sum (per 100,000)							-0,827	0,112	-7,4
Random effects									
Επίπεδο 2 - Πόλεις									
σ^2_{uo} (CONS)				0,136	0,038	3,6	0,080	0,022	3,6
σ^2_{u1} (age_2)				0,136	0,038	3,6	0,026	0,011	2,4
Βαθμούς ελευθερίας	1			1			5		
2*log(likelihood)	-30795,1			-29184,1			-28380,10		

επ. σημαντικότητας 5% με 4 βαθμούς ελευθερίας: $\chi^2 = 9,49$

Πίνακας 5.10: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό ελαφρά τραυματιών

Αρχικά εισήχθη ο σταθερός όρος (πρότυπο 1.α) στο πρώτο επίπεδο και στη συνέχεια και στα δύο επίπεδα (random effect) ώστε να περιγραφεί η εξάρτηση του αριθμού των ελαφρά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις, δηλαδή την τυχαία μεταβολή του αριθμού των ελαφρά τραυματιών μεταξύ των πόλεων (πρότυπο 1.β). Στη συνέχεια προστεθήκαν με δοκιμές διάφορες μεταβλητές στο πρώτο επίπεδο, και στη συνέχεια έγινε προσπάθεια περαιτέρω επεξήγησης και των μεταβλητών αυτών στο δεύτερο επίπεδο με τη υπομεταβλητή της ηλικίας από 16 έως 25 έτων, να είναι στατιστικά σημαντική και στα δύο επίπεδα με τελικό πρότυπο το 1.γ.

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων.
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες

υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

3. Αν δεν είχε εισαχθεί ο σταθερός όρος (CONS) και στα δύο επίπεδα το πρότυπο, όπως και τα αποτελέσματα του, θα ήταν διαφορετικά και θα οδηγούσαν σε ελλιπή και λανθασμένα συμπεράσματα.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.

$$\text{injuries}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\log(\pi_{ij}) = \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + \beta_{1j} \text{age_2}_{ij} + 0.080(0.042) \text{age_3}_{ij} + -0.124(0.046) \text{age_4}_{ij} + -0.827(0.112) \text{vehicle sum (per 100.000)}_j$$

$$\beta_{0j} = -9.348(0.128) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = 0.178(0.053) + u_{1j}$$

$$\begin{bmatrix} u_{0j} \\ u_{1j} \end{bmatrix} \sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = \begin{bmatrix} 0.080(0.022) \\ 0.007(0.011) & 0.026(0.011) \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\text{injuries}_{ij} | \pi_{ij}) = 1.733(0.030) \pi_{ij}$$

ΗΛΙΚΙΑ ΑΠΟ 16 ΕΩΣ 25 ΕΤΩΝ

Το πρόσημο της μεταβλητής “ηλικία από 16 έως 25 ετών” είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των ελαφρά τραυματιών**. Το πρόσημο πιθανώς δηλώνει ότι εμφανίζονται περισσότεροι ελαφρά τραυματίες εντός πόλεως της ηλικίας 16-25, που είναι λογικό καθώς οι νέοι οδηγοί είναι άπειροι και έχουν περισσότερη αυτοπεποίθηση, οδηγώντας με μεγαλύτερη ταχύτητα. Η στατιστική σημαντικότητα που εμφανίζει και στο δεύτερο επίπεδο δηλώνει ότι υπάρχει διαφορετική επιρροή σε κάθε πόλη δηλαδή, τα χαρακτηριστικά της πόλης επηρεάζουν σημαντικά την υπομεταβλητή αυτή όσον αφορά στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 3,4.

ΗΛΙΚΙΑ ΑΠΟ 26 ΕΩΣ 55 ΕΤΩΝ

Το πρόσημο της μεταβλητής “ηλικία από 26 έως 55 ετών” είναι θετικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή του αριθμού των ελαφρά τραυματιών**. Το πρόσημο δηλώνει πως εμφανίζεται μεγάλος αριθμός ελαφρά τραυματιών εντός πόλεως της ηλικίας 26-55, αφού ανήκει η πλειοψηφία των οδηγών ανήκει σε αυτή τη κατηγορία. Όμως ο συντελεστής β είναι ο μισός από την κατηγορία 16-25 γνωρίζοντας

πλέον το αστικό οδικό δίκτυο και οδηγούν με περισσότερα συνετά. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 1,9.

ΗΛΙΚΙΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 55 ΕΤΩΝ

Το πρόσημο της μεταβλητής “ηλικία πάνω από 55 ετών” είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των ελαφρά τραυματιών**. Το πρόσημο ενδεχομένως δηλώνει πως δεν εμφανίζεται μεγάλος αριθμός ελαφρά τραυματιών εντός πόλεως ηλικίας πάνω από 55 ετών, διότι είναι έμπειροι και προσεκτικοί. Επίσης ο αριθμός των οδηγών αυτής της ηλικίας είναι μικρός, γι αυτό το λόγο δεν υπάρχει και υψηλός αριθμός ελαφρά τραυματιών. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 2,7.

ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Το πρόσημο της μεταβλητής ‘στόλος οχημάτων’ είναι αρνητικό που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, μειώνεται η τιμή του αριθμού των βαριά τραυματιών**. Το πρόσημο αυτό δικαιολογείται, καθώς εντός πόλεως, όταν αυξάνεται ο στόλος αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα των οχημάτων, άρα και τα ατυχήματα, συνεπώς και ο αριθμός των ελαφρά τραυματιών. Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 8,7.

5.3.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 2 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο αυτό προστέθηκε και η μεταβλητή της πόλης, για να μελετηθεί κατά πόσο μεταβάλλεται ο αριθμός των ελαφρά τραυματιών στο επίπεδο των πόλεων. Επιπλέον αποδεικνύεται η επιρροή των χαρακτηριστικών των πόλεων στη διακύμανση που παρουσιάζουν σχετικά με τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών. Επιλέχθηκε ως πόλη αναφοράς το Ηράκλειο.

μεταβλητή	συντελεστής βι	s.e.	t	2*log(likelihood)
CONS	-11,216	0,064	-175,3	-29184,1
PATRA	0,086	0,074	1,2	
LARISA	0,061	0,091	0,7	
VOLOS	0,503	0,102	4,9	
IOANNINA	0,684	0,11	6,2	
KAVALA	1,036	0,081	12,8	
LAMIA	1,172	0,071	16,5	
KALAMATA	0,926	0,088	10,5	
TRIKALA	0,958	0,092	10,4	
SERRES	0,766	0,163	4,7	
AGRINIO	1,049	0,083	12,6	
KATERINI	0,897	0,132	6,8	
DRAMA	1,301	0,075	17,3	
HANIA	0,899	0,103	8,7	
HALKIDA	1,166	0,076	15,3	
RODOS	1,016	0,083	12,2	
KOMOTINI	1,144	0,081	14,1	
XANTHI	1,119	0,084	13,3	
ALEXANDROUPOLI	0,960	0,099	9,7	
KOZANI	1,277	0,098	13,0	
VEROIA	1,304	0,085	15,3	
KERKIRA	1,243	0,088	14,1	
KARDITSA	1,305	0,096	13,6	
KORINTHOS	1,810	0,075	24,1	
PTOLEMAIDA	1,457	0,113	12,9	
PIRGOS	1,645	0,086	19,1	
RETHIMNO	1,566	0,093	16,8	
TRIPOLI	1,836	0,078	23,5	
GIANNITSA	1,803	0,127	14,2	
AMALIADA	1,664	0,104	16,0	-28090,90
reference: HERAKLION επ. σημαντικότητας 5% με 29 βαθμούς ελευθερίας χ^2 : 42,56<				1093,2

Πίνακας 5.11: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό ελαφρά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.

$$\text{injuries}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + 0.086(0.074)\text{PATRA}_j + 0.061(0.091)\text{LARISA}_j + 0.503(0.102)\text{VOLOS}_j + \\ & 0.684(0.110)\text{IOANNINA}_j + 1.036(0.081)\text{KAVALA}_j + 1.172(0.071)\text{LAMIA}_j + 0.926(0.088)\text{KALAMATA}_j + \\ & 0.958(0.092)\text{TRIKALA}_j + 0.766(0.163)\text{SERRES}_j + 1.049(0.083)\text{AGRINIO}_j + 0.897(0.132)\text{KATERINI}_j + \\ & 1.301(0.075)\text{DRAMA}_j + 0.899(0.103)\text{HANIA}_j + 1.166(0.076)\text{HALKIDA}_j + 1.016(0.083)\text{RODOS}_j + \\ & 1.144(0.081)\text{KOMOTINI}_j + 1.119(0.084)\text{XANTHI}_j + 0.960(0.099)\text{ALEXANDROUPOLI}_j + 1.277(0.098)\text{KOZANI}_j + \\ & 1.304(0.085)\text{VEROIA}_j + 1.243(0.088)\text{KERKIRA}_j + 1.305(0.096)\text{KARDITSA}_j + 1.810(0.075)\text{KORINTHOS}_j + \\ & 1.457(0.113)\text{PTOLEMAIDA}_j + 1.645(0.086)\text{PIRGOS}_j + 1.566(0.093)\text{RETHIMNO}_j + 1.836(0.078)\text{TRIPOLI}_j + \\ & 1.803(0.127)\text{GIANNITSA}_j + 1.664(0.104)\text{AMALIADA}_j \end{aligned}$$

$$\beta_{0j} = -11.216(0.064) + u_{0j}$$

$$\begin{bmatrix} u_{0j} \end{bmatrix} \sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = \begin{bmatrix} 0.000(0.000) \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\text{injuries}_{ij} | \pi_{ij}) = 1.671(0.029)\pi_{ij}$$

Όλες οι πόλεις είναι στατιστικά σημαντικές, εκτός από την Πάτρα και τη Λάρισα, και παρουσιάζονται στο πρότυπο με θετικό πρόσημο, που πιθανώς σημαίνει ότι **οι πόλεις αυτές παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό ελαφρά τραυματιών συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**. Το πρόσημο, δηλαδή δηλώνει πως στις πόλεις αυτές συμβαίνουν συχνότερα ατυχήματα με αριθμό ελαφρά τραυματιών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο.

Η Πάτρα και η Λάρισα ακολουθούν παρόμοια συμπεριφορά με το Ηράκλειο σχετικά με τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.

5.3.3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 3 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο αυτό προστέθηκε και η μεταβλητή του στόλου των οχημάτων για να μελετηθεί σε τι βαθμό επηρεάζει ο στόλος τον αριθμό των βαριά τραυματιών σε κάθε πόλη. Επίσης εξετάζεται σε τι βαθμό ο στόλος ερμηνεύει την διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι πόλεις στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών. Επιλέχθηκε, όπως πριν, σαν πόλη αναφοράς το Ηράκλειο.

μεταβλητή	συντελεστής βί	s.e.	t	2*log(likelihood)
CONS	-11,216	0,064	-175,3	-29184,1
PATRA,vehicle sum (per 100,000)	0,044	0,038	1,2	
LARISA,vehicle sum (per 100,000)	0,033	0,049	0,7	
VOLOS,vehicle sum (per 100,000)	0,350	0,071	4,9	
IOANNINA,vehicle sum (per 100,000)	0,630	0,102	6,2	
KAVALA,vehicle sum (per 100,000)	1,036	0,081	12,8	
LAMIA,vehicle sum (per 100,000)	1,268	0,077	16,5	
KALAMATA,vehicle sum (per 100,000)	0,858	0,082	10,5	
TRIKALA,vehicle sum (per 100,000)	1,066	0,102	10,5	
SERRES,vehicle sum (per 100,000)	0,702	0,149	4,7	
AGRINIO,vehicle sum (per 100,000)	1,181	0,094	12,6	
KATERINI,vehicle sum (per 100,000)	1,103	0,163	6,8	
DRAMA,vehicle sum (per 100,000)	1,884	0,109	17,3	
HANIA,vehicle sum (per 100,000)	0,640	0,074	8,6	
HALKIDA,vehicle sum (per 100,000)	1,007	0,066	15,3	
RODOS,vehicle sum (per 100,000)	0,839	0,069	12,2	
KOMOTINI,vehicle sum (per 100,000)	1,811	0,129	14,0	
XANTHI,vehicle sum (per 100,000)	1,527	0,114	13,4	
ALEXANDROUPOLI,vehicle sum (per 100,000)	1,615	0,166	9,7	
KOZANI,vehicle sum (per 100,000)	1,545	0,119	13,0	
VEROIA,vehicle sum (per 100,000)	1,311	0,085	15,4	
KERKIRA,vehicle sum (per 100,000)	1,241	0,087	14,3	
KARDITSA,vehicle sum (per 100,000)	1,740	0,129	13,5	
KORINTHOS,vehicle sum (per 100,000)	1,671	0,069	24,2	
PTOLEMAIDA,vehicle sum (per 100,000)	7,212	0,558	12,9	
PIRGOS,vehicle sum (per 100,000)	2,507	0,13	19,3	
RETHIMNO,vehicle sum (per 100,000)	2,245	0,134	16,8	
TRIPOLI,vehicle sum (per 100,000)	3,519	0,15	23,5	
GIANNITSA,vehicle sum (per 100,000)	4,737	0,334	14,2	
AMALIADA,vehicle sum (per 100,000)	6,495	0,405	16,0	-28090,90
reference: HERAKLION επ. σημαντικότητας 5% με 29 βαθμούς ελευθερίας χ^2 : 42,56<				1093,2

Πίνακας 5.12: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό ελαφρά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις συναρτήσει του στόλου οχημάτων

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.

$$\text{injuries}_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\begin{aligned} \log(\pi_{ij}) = & \text{LN}(\text{POP})_{ij} + \beta_{0j} \text{CONS} + 0.044(0.038) \text{vehicle sum (per 100.000).PATRA}_j + 0.033(0.049) \text{vehicle sum (per 100.000).LARISA}_j + \\ & 0.350(0.071) \text{vehicle sum (per 100.000).VOLOS}_j + 0.630(0.102) \text{vehicle sum (per 100.000).IOANNINA}_j + \\ & 1.036(0.081) \text{vehicle sum (per 100.000).KAVALA}_j + 1.268(0.077) \text{vehicle sum (per 100.000).LAMIA}_j + \\ & 0.858(0.082) \text{vehicle sum (per 100.000).KALAMATA}_j + 1.066(0.102) \text{vehicle sum (per 100.000).TRIKALA}_j + \\ & 0.702(0.149) \text{vehicle sum (per 100.000).SERRES}_j + 1.181(0.094) \text{vehicle sum (per 100.000).AGRINIO}_j + \\ & 1.103(0.163) \text{vehicle sum (per 100.000).KATERINI}_j + 1.884(0.109) \text{vehicle sum (per 100.000).DRAMA}_j + \\ & 0.640(0.074) \text{vehicle sum (per 100.000).HANIA}_j + 1.007(0.066) \text{vehicle sum (per 100.000).HALKIDA}_j + \\ & 0.839(0.069) \text{vehicle sum (per 100.000).RODOS}_j + 1.811(0.129) \text{vehicle sum (per 100.000).KOMOTINI}_j + \\ & 1.527(0.114) \text{vehicle sum (per 100.000).XANTHI}_j + 1.615(0.166) \text{vehicle sum (per 100.000).ALEXANDROUPOLI}_j + \\ & 1.545(0.119) \text{vehicle sum (per 100.000).KOZANI}_j + 1.311(0.085) \text{vehicle sum (per 100.000).VEROIA}_j + \\ & 1.241(0.087) \text{vehicle sum (per 100.000).KERKIRA}_j + 1.740(0.129) \text{vehicle sum (per 100.000).KARDITSA}_j + \\ & 1.671(0.069) \text{vehicle sum (per 100.000).KORINTHOS}_j + 7.212(0.558) \text{vehicle sum (per 100.000).PTOLEMAIDA}_j + \\ & 2.507(0.130) \text{vehicle sum (per 100.000).PIRGOS}_j + 2.245(0.134) \text{vehicle sum (per 100.000).RETHIMNO}_j + \\ & 3.519(0.150) \text{vehicle sum (per 100.000).TRIPOLI}_j + 4.737(0.334) \text{vehicle sum (per 100.000).GIANNITSA}_j + \\ & 6.495(0.405) \text{vehicle sum (per 100.000).AMALIADA}_j \end{aligned}$$

$$\beta_{0j} = -11.216(0.064) + u_{0j}$$

$$\begin{bmatrix} u_{0j} \end{bmatrix} \sim N(0, \Omega_u) : \Omega_u = \begin{bmatrix} 0.000(0.000) \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\text{injuries}_{ij} | \pi_{ij}) = 1.671(0.029) \pi_{ij}$$

Όλες πόλεις παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές στο πρότυπο, εκτός από την Πάτρα και τη Λάρισα, με θετικό πρόσημο που δηλώνει ότι ενδεχομένως η **επιρροή του στόλου σε αυτές τις πόλεις είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με την πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο**, δηλαδή η αύξηση του στόλου σε αυτές της πόλεις θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των νεκρών και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό τι το Ηράκλειο.

Η επιρροή του στόλου στην Πάτρα και στη Λάρισα είναι ίδια με την επιρροή του στόλου στο Ηράκλειο.

5.3.3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 4 (ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Στο πρότυπο 2 προστέθηκε η μεταβλητή της ηλικίας των ελαφρά τραυματιών, για να μελετηθεί σε τι βαθμό επηρεάζει η ηλικία τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών σε επίπεδο πόλης. Επιπλέον, θα εξεταστεί ο βαθμός επιρροής της κάθε ομάδας ηλικίας στη διακύμανση των πόλεων. Επιλέχθηκε, όπως πριν, σαν πόλη αναφοράς το Ηράκλειο. Παρουσιάζεται το πρότυπο αυτό καθώς εξήχθησαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

μεταβλητή	age_2			age_3			age_4		
	συντελεστής βι	s.e.	t	συντελεστής βι	s.e.	t	συντελεστής βι	s.e.	t
CONS	-11,216	0,064	-175						
PATRA.	-0,33	0,074	-4,5	-0,603	0,069	-8,7	-0,628	0,096	-6,5
LARISA.	-0,5	0,132	-3,8	-0,604	0,099	-6,1	-0,504	0,154	-3,3
VOLOS.	-0,132	0,144	-0,9	-0,057	0,122	-0,5	-0,096	0,18	-0,5
IOANNINA.	0,239	0,168	1,4	0,135	0,126	1,1	-0,342	0,283	-1,2
KAVALA.	0,68	0,088	7,7	0,447	0,085	5,3	0,057	0,137	0,4
LAMIA.	0,808	0,066	12,2	0,59	0,057	10,4	0,289	0,086	3,4
KALAMATA.	0,311	0,114	2,7	0,384	0,102	3,8	0,132	0,137	1,0
TRIKALA.	0,254	0,132	1,9	0,398	0,103	3,9	0,397	0,14	2,8
SERRES.	-0,131	0,334	-0,4	0,314	0,209	1,5	0,098	0,39	0,3
AGRINIO.	0,637	0,09	7,1	0,511	0,09	5,7	0,108	0,144	0,8
KATERINI.	0,136	0,324	0,4	0,217	0,171	1,3	0,514	0,202	2,5
DRAMA.	0,977	0,071	13,8	0,685	0,075	9,1	0,398	0,101	3,9
HANIA.	0,3	0,144	2,1	0,313	0,124	2,5	0,292	0,197	1,5
HALKIDA.	0,762	0,075	10,2	0,608	0,069	8,8	0,143	0,127	1,1
RODOS.	0,156	0,125	1,2	0,555	0,078	7,1	0,426	0,126	3,4
KOMOTINI.	0,667	0,091	7,3	0,577	0,082	7,0	0,305	0,139	2,2
XANTHI.	0,859	0,095	9,0	0,402	0,09	4,5	0,021	0,191	0,1
ALEXANDROUPOLI	0,525	0,122	4,3	0,253	0,145	1,7	0,2	0,168	1,2
KOZANI.	0,62	0,146	4,2	0,547	0,128	4,3	0,993	0,143	6,9
VEROIA.	0,79	0,111	7,1	0,676	0,104	6,5	0,612	0,113	5,4
KERKIRA.	0,646	0,124	5,2	0,781	0,09	8,7	0,289	0,159	1,8
KARDITSA.	0,679	0,157	4,3	0,747	0,115	6,5	0,562	0,148	3,8
KORINTHOS.	1,464	0,075	19,5	1,175	0,07	16,8	0,986	0,095	10,4
PTOLEMAIDA.	1,04	0,16	6,5	0,733	0,151	4,9	0,783	0,214	3,7
PIRGOS.	1,326	0,107	12,4	0,908	0,094	9,7	0,945	0,132	7,2
RETHIMNO.	1,08	0,132	8,2	1,027	0,105	9,8	0,632	0,174	3,6
TRIPOLI.	1,27	0,093	13,7	1,312	0,074	17,7	0,929	0,118	7,9
GIANNITSA.	1,185	0,193	6,1	1,107	0,182	6,1	1,311	0,242	5,4
AMALIADA.	1,088	0,167	6,5	1,153	0,12	9,6	0,866	0,193	4,5

Πίνακας 5.12: Στατιστικό πρότυπο για αριθμό ελαφρά τραυματιών ανάμεσα στις πόλεις συναρτήσει της ηλικίας

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Ο έλεγχος LRT εξασφαλίζει την αξιοπιστία όλων των στατιστικών προτύπων..
2. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή **t μεγαλύτερο από 1,7** άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Ωστόσο για κάποιες υπομεταβλητές ο συντελεστής t είναι μικρότερος από 1,7 και οι οποίες δεν θα σχολιαστούν διότι δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό πρότυπο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και εξετάζει την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.

$$injuries_{ij} \sim \text{Poisson}(\pi_{ij})$$

$$\log(\pi_{ij}) = \text{LN}(\text{POP})_{ij} + -10.616(0.033)\text{CONS} + -0.330(0.074)\text{age_2.PATRA}_{ij} + -0.603(0.069)\text{age_3.PATRA}_{ij} + -0.628(0.096)\text{age_4.PATRA}_{ij} + -0.500(0.132)\text{age_2.LARISA}_{ij} + -0.604(0.099)\text{age_3.LARISA}_{ij} + -0.504(0.154)\text{age_4.LARISA}_{ij} + -0.132(0.144)\text{age_2.VOLOS}_{ij} + -0.057(0.122)\text{age_3.VOLOS}_{ij} + -0.096(0.180)\text{age_4.VOLOS}_{ij} + 0.239(0.168)\text{age_2.IOANNINA}_{ij} + 0.135(0.126)\text{age_3.IOANNINA}_{ij} + -0.342(0.283)\text{age_4.IOANNINA}_{ij} + 0.680(0.088)\text{age_2.KAVALA}_{ij} + 0.447(0.085)\text{age_3.KAVALA}_{ij} + 0.057(0.137)\text{age_4.KAVALA}_{ij} + 0.808(0.066)\text{age_2.LAMIA}_{ij} + 0.590(0.057)\text{age_3.LAMIA}_{ij} + 0.289(0.086)\text{age_4.LAMIA}_{ij} + 0.311(0.114)\text{age_2.KALAMATA}_{ij} + 0.384(0.102)\text{age_3.KALAMATA}_{ij} + 0.132(0.137)\text{age_4.KALAMATA}_{ij} + 0.254(0.132)\text{age_2.TRIKALA}_{ij} + 0.398(0.103)\text{age_3.TRIKALA}_{ij} + 0.397(0.140)\text{age_4.TRIKALA}_{ij} + -0.131(0.334)\text{age_2.SERRES}_{ij} + 0.314(0.209)\text{age_3.SERRES}_{ij} + 0.098(0.390)\text{age_4.SERRES}_{ij} + 0.637(0.090)\text{age_2.AGRINIO}_{ij} + 0.511(0.090)\text{age_3.AGRINIO}_{ij} + 0.108(0.144)\text{age_4.AGRINIO}_{ij} + 0.136(0.324)\text{age_2.KATERINI}_{ij} + 0.217(0.171)\text{age_3.KATERINI}_{ij} + 0.514(0.202)\text{age_4.KATERINI}_{ij} + 0.977(0.071)\text{age_2.DRAMA}_{ij} + 0.685(0.075)\text{age_3.DRAMA}_{ij} + 0.398(0.101)\text{age_4.DRAMA}_{ij} + 0.300(0.144)\text{age_2.HANIA}_{ij} + 0.313(0.124)\text{age_3.HANIA}_{ij} + 0.292(0.197)\text{age_4.HANIA}_{ij} + 0.762(0.075)\text{age_2.HALKIDA}_{ij} + 0.608(0.069)\text{age_3.HALKIDA}_{ij} + 0.143(0.127)\text{age_4.HALKIDA}_{ij} + 0.156(0.125)\text{age_2.RODOS}_{ij} + 0.555(0.078)\text{age_3.RODOS}_{ij} + 0.426(0.126)\text{age_4.RODOS}_{ij} + 0.667(0.091)\text{age_2.KOMOTINI}_{ij} + 0.577(0.082)\text{age_3.KOMOTINI}_{ij} + 0.305(0.139)\text{age_4.KOMOTINI}_{ij} + 0.859(0.095)\text{age_2.XANTHI}_{ij} + 0.402(0.090)\text{age_3.XANTHI}_{ij} + 0.021(0.191)\text{age_4.XANTHI}_{ij} + 0.525(0.122)\text{age_2.ALEXANDROUPOLI}_{ij} + 0.253(0.145)\text{age_3.ALEXANDROUPOLI}_{ij} + 0.200(0.168)\text{age_4.ALEXANDROUPOLI}_{ij} + 0.620(0.146)\text{age_2.KOZANI}_{ij} + 0.547(0.128)\text{age_3.KOZANI}_{ij} + 0.993(0.143)\text{age_4.KOZANI}_{ij} + 0.790(0.111)\text{age_2.VEROIA}_{ij} + 0.676(0.104)\text{age_3.VEROIA}_{ij} + 0.612(0.113)\text{age_4.VEROIA}_{ij} + 0.646(0.124)\text{age_2.KERKIRA}_{ij} + 0.781(0.090)\text{age_3.KERKIRA}_{ij} + 0.289(0.159)\text{age_4.KERKIRA}_{ij} + 0.679(0.157)\text{age_2.KARDITSA}_{ij} + 0.747(0.115)\text{age_3.KARDITSA}_{ij} + 0.562(0.148)\text{age_4.KARDITSA}_{ij} + 1.464(0.075)\text{age_2.KORINTHOS}_{ij} + 1.175(0.070)\text{age_3.KORINTHOS}_{ij} + 0.986(0.095)\text{age_4.KORINTHOS}_{ij} + 1.040(0.160)\text{age_2.PTOLEMAIDA}_{ij} + 0.733(0.151)\text{age_3.PTOLEMAIDA}_{ij} + 0.783(0.214)\text{age_4.PTOLEMAIDA}_{ij} + 1.326(0.107)\text{age_2.PIRGOS}_{ij} + 0.908(0.094)\text{age_3.PIRGOS}_{ij} + 0.945(0.132)\text{age_4.PIRGOS}_{ij} + 1.080(0.132)\text{age_2.RETHIMNO}_{ij} + 1.027(0.105)\text{age_3.RETHIMNO}_{ij} + 0.632(0.174)\text{age_4.RETHIMNO}_{ij} + 1.270(0.093)\text{age_2.TRIPOLI}_{ij} + 1.312(0.074)\text{age_3.TRIPOLI}_{ij} + 0.929(0.118)\text{age_4.TRIPOLI}_{ij} + 1.185(0.193)\text{age_2.GIANNITSA}_{ij} + 1.107(0.182)\text{age_3.GIANNITSA}_{ij} + 1.311(0.242)\text{age_4.GIANNITSA}_{ij} + 1.088(0.167)\text{age_2.AMALIADA}_{ij} + 1.153(0.120)\text{age_3.AMALIADA}_{ij} + 0.866(0.193)\text{age_4.AMALIADA}_{ij}$$

$$\text{var}(injuries_{ij}|\pi_{ij}) = 1.660(0.029)\pi_{ij}$$

ΗΛΙΚΙΑ ΑΠΟ 16 ΕΩΣ 25 ΕΤΩΝ

Οι πόλεις, Πάτρα και Λάρισα είναι στατιστικά σημαντικές σε αυτή την κατηγορία ηλικίας με αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι συγκριτικά με τη πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο, οι πόλεις αυτές σε αυτή την ηλικία δεν παρουσιάζουν τόσο μεγάλη αύξηση στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών όσο το Ηράκλειο.

Αντίθετα, οι υπόλοιπες πόλεις, εκτός από το Βόλο, τα Ιωάννινα, τις Σέρρες, την Κατερίνη και τη Ρόδο, είναι στατιστικά σημαντικές με θετικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι συγκριτικά με το Ηράκλειο, οι πόλεις, σε αυτή την ηλικία παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών από το Ηράκλειο.

Οι υπόλοιπες πόλεις παρουσιάζουν όμοια συμπεριφορά με το Ηράκλειο.

ΗΛΙΚΙΑ ΑΠΟ 26 ΕΩΣ 55 ΕΤΩΝ

Οι πόλεις, Πάτρα και Λάρισα είναι στατιστικά σημαντικές σε αυτή την κατηγορία ηλικίας με αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι συγκριτικά με τη πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο, οι πόλεις αυτές σε αυτή την ηλικία δεν παρουσιάζουν τόσο μεγάλη αύξηση στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών όσο το Ηράκλειο.

Αντίθετα, οι υπόλοιπες πόλεις, εκτός από το Βόλο, τα Ιωάννινα, τις Σέρρες και την Κατερίνη, είναι στατιστικά σημαντικές με θετικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι συγκριτικά με το Ηράκλειο, οι πόλεις σε αυτή την ηλικία παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών από το Ηράκλειο.

Οι υπόλοιπες πιθανώς πόλεις παρουσιάζουν όμοια συμπεριφορά με το Ηράκλειο.

ΗΛΙΚΙΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 55 ΕΤΩΝ

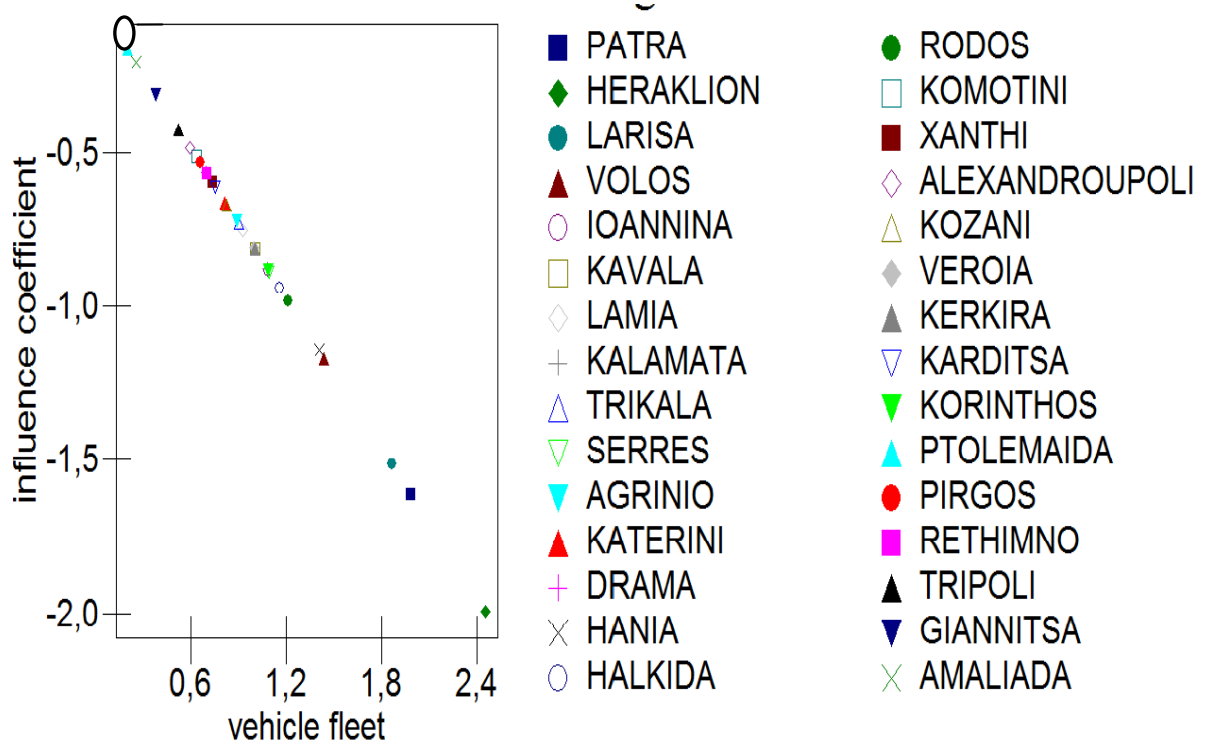
Οι πόλεις, Πάτρα και Λάρισα είναι στατιστικά σημαντικές σε αυτή την κατηγορία ηλικίας με αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι συγκριτικά με τη πόλη αναφοράς, το Ηράκλειο, οι πόλεις αυτές σε αυτή την ηλικία δεν παρουσιάζουν τόσο μεγάλη αύξηση στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών όσο το Ηράκλειο.

Αντίθετα, οι πόλεις Κόρινθος, Τρίπολη, Πύργος, Κοζάνη, Γιαννιτσά, Βέροια, Αμαλιάδα, Δράμα, Καρδίτσα, Πτολεμαΐδα, Ρέθυμνο, Ρόδος, Λαμία, Τρίκαλα Κατερίνη, Κομοτηνή και Κέρκυρα, είναι στατιστικά σημαντικές με θετικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι συγκριτικά με το Ηράκλειο, οι πόλεις, σε αυτή την ηλικία παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών από το Ηράκλειο.

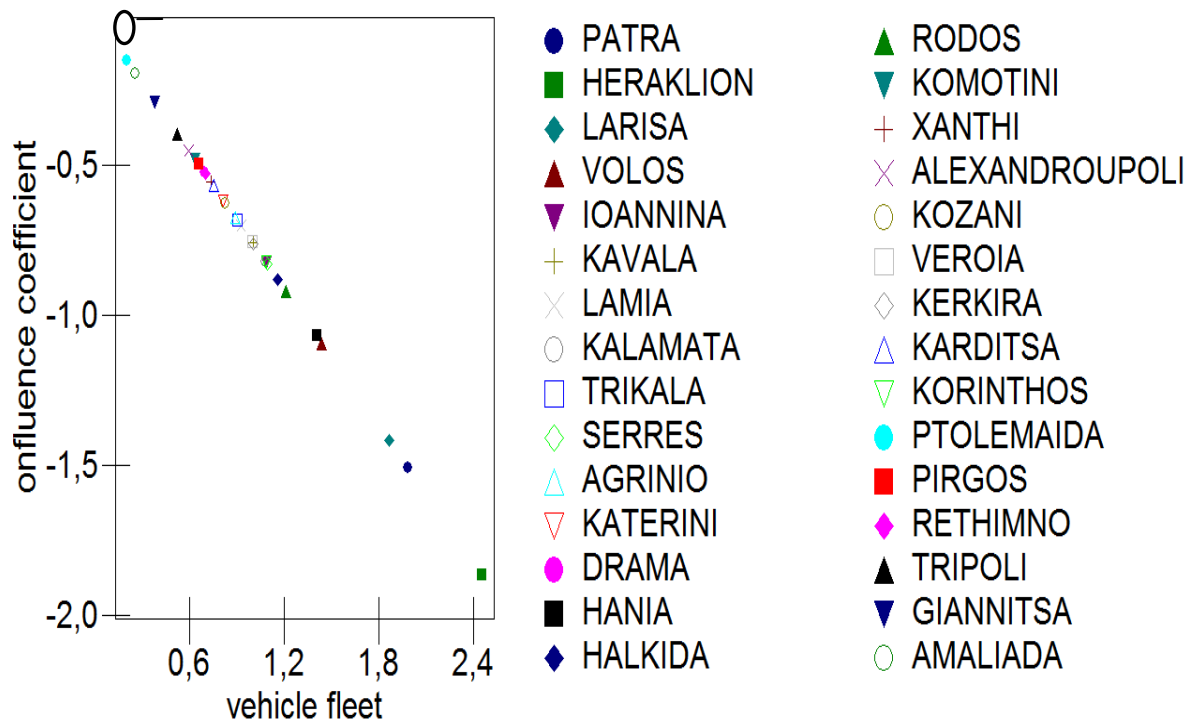
Οι υπόλοιπες πόλεις παρουσιάζουν όμοια συμπεριφορά με το Ηράκλειο.

5.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

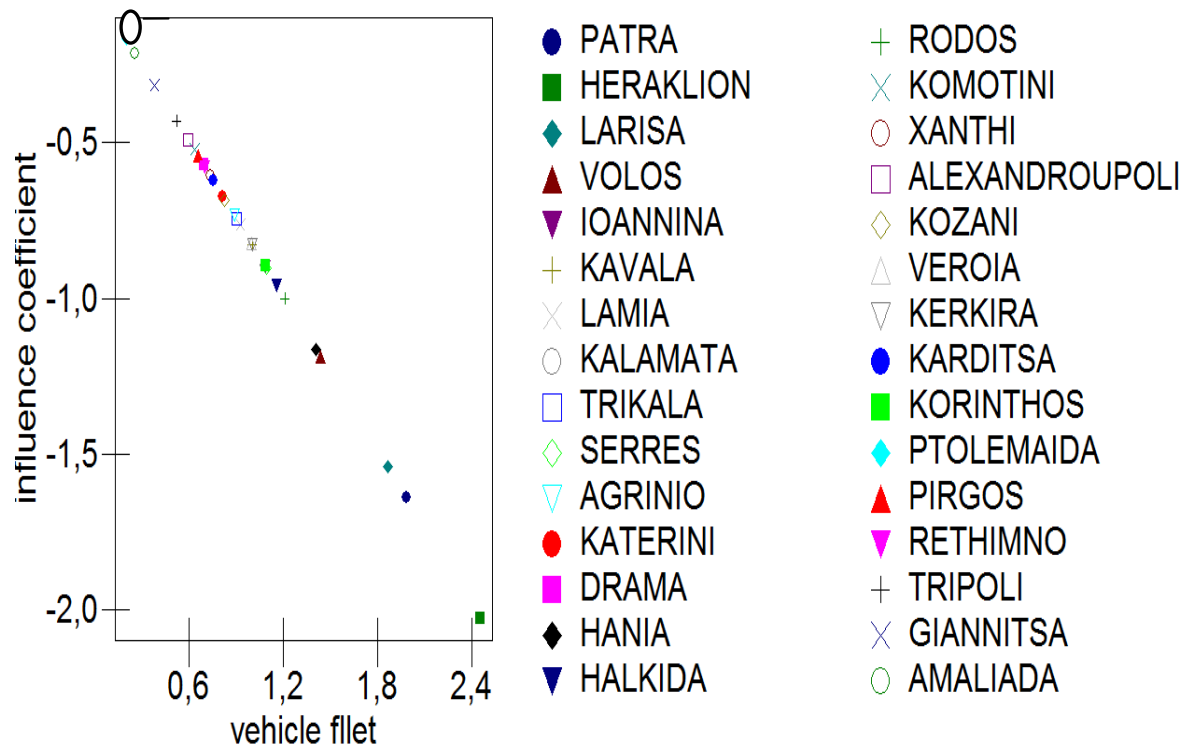
Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν ορισμένα διαγράμματα που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



Διάγραμμα 5.1: Συντελεστής επιρροής του στόλου στον αριθμό των νεκρών



Διάγραμμα 5.2: Συντελεστής επιρροής του στόλου στον αριθμό των βαριά τραυματιών



Διάγραμμα 5.3: Συντελεστής επιρροής του στόλου στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών

Από τα παραπάνω διαγράμματα, στους νεκρούς, στους βαριά και ελαφρά τραυματίες, παρατηρείται όμοια συμπεριφορά στην επιρροή του στόλου των οχημάτων στον αριθμό τους. Επιπλέον σε όλες τις πόλεις το πρόσημο του συντελεστή του στόλου οχημάτων είναι αρνητικό, δηλαδή η αύξηση του στόλου μειώνει τον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Τέλος συμπεραίνεται ακόμη ότι στις πόλεις με μεγάλο στόλο η επιρροή του στόλου είναι πιο αυξημένη σε σχέση με τις πόλεις με μικρό αριθμό στόλου οχημάτων.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **πολυεπίπεδη διερεύνηση** των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων στις ελληνικές πόλεις.

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προέκυψε ότι τα καταλληλότερα **δεδομένα** για την περαιτέρω ανάλυση, είναι εκείνα που **συλλέγονται** από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛ. ΣΤΑΤ.), μέσω των Δελτίων Οδικών Ατυχημάτων (**Δ.Ο.Τ.Α.**), καθώς επίσης και ορισμένα δημογραφικά στοιχεία για κάθε πόλη που συλλέχθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ.. Αποφασίστηκε να εξεταστούν οι αριθμοί των νεκρών των βαριά και ελαφρά τραυματιών, των πόλεων με πληθυσμό πάνω από 30.000 κατοίκους στην περίοδο 2006-2010. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν αφορούσαν τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος του ατυχήματος, των συμμετεχόντων, του οχήματος, και των πόλεων.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ότι αφορά στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών, μετά από σειρά δοκιμών για την εύρεση των καταλληλότερων προτύπων, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν τα **τελικά μαθηματικά πρότυπα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζομένων παραμέτρων και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Η σχετική επιρροή προσδιορίστηκε μέσω του συντελεστή βί της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται ο συντελεστής επιρροής το σφάλμα και ο παράγοντας t των ανεξάρτητων μεταβλητών στα πρότυπα του αριθμού των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Από τον παρακάτω πίνακα, 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 αυτά που παρουσιάζονται στο επόμενο υποκεφάλαιο.

μεταβλητή	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΕΚΡΩΝ									ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ									ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ																	
	Πρότυπο 1			Πρότυπο 2			Πρότυπο 3			Πρότυπο 1			Πρότυπο 2			Πρότυπο 3			Πρότυπο 1			Πρότυπο 2			Πρότυπο 3			Πρότυπο 4 (επιρροή ηλικίας ανά πόλη)								
	χαρακτηριστικά			ανά πόλη			επιρροή στόλου ανά πόλη			χαρακτηριστικά			ανά πόλη			επιρροή στόλου ανά πόλη			χαρακτηριστικά			ανά πόλη			επιρροή στόλου ανά πόλη			age_2		age_3		age_4				
Fixed effects	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t	βι	s.e.	t
CONS	-9,505	0,114	-83,4	-9,628	0,100	-96,3	-9,628	0,100	-96,3	-9,692	0,108	-89,7	-11,335	0,061	-185,8	-11,335	0,061	-185,8	-11,216	0,064	-175	-11,216	0,064	-175	-11,216	0,064	-175	-11,216	0,064	-175						
median strip_2	0,100	0,038	2,6	0,098	0,040	2,5	0,098	0,040	2,5	0,101	0,043	2,3																								
median strip_3	0,057	0,066	0,9	0,046	0,068	0,7	0,046	0,068	0,7	0,122	0,058	2,1																								
night lighting_2	0,051	0,030	1,7	0,047	0,031	1,5	0,047	0,031	1,5	-0,068	0,032	-2,1																								
accident type_2	0,116	0,050	2,3	0,114	0,051	2,2	0,114	0,051	2,2																											
accident type_3	0,091	0,049	1,9	0,095	0,051	1,9	0,095	0,051	1,9																											
accident type_4	0,064	0,044	1,5	0,072	0,046	1,6	0,072	0,046	1,6																											
accident type_5	-0,042	0,048	-0,9	-0,041	0,050	-0,8	-0,041	0,050	-0,8																											
accident type_6	0,038	0,050	0,8	0,037	0,051	0,7	0,037	0,051	0,7																											
traffic unit type_2	-0,752	0,033	-22,8	-0,756	0,035	-21,6	-0,756	0,035	-21,6																											
traffic unit type_3	-0,532	0,045	-11,8	-0,533	0,047	-11,3	-0,533	0,047	-11,3																											
driving license_2	-0,118	0,031	-3,8	-0,119	0,032	-3,7	-0,119	0,032	-3,7																											
age_2																			0,178	0,053	3,4															
age_3																			0,080	0,042	1,9															
age_4																			-0,124	0,046	-2,7															
vehide sum (per	-0,673	0,090	-7,5	-0,580	0,041	-14,1	-0,580	0,041	-14,1	-0,760	0,087	-8,7							-0,827	0,112	-7,4															
PATRA				-0,403	0,063	-6,4	-0,203	0,032	-6,3				-0,234	0,078	-3,0	-0,118	0,039	-3,0				0,086	0,074	1,2	0,044	0,038	1,2	-0,330	0,074	-4,5	-0,603	0,069	-8,7	-0,628	0,096	-6,5
IARISA				-0,244	0,072	-3,4	-0,131	0,039	-3,4				0,188	0,082	2,3	0,101	0,044	2,3				0,061	0,091	0,7	0,033	0,049	0,7	-0,5	0,132	-3,8	-0,604	0,099	-6,1	-0,504	0,154	-3,3
VOLOS				-0,236	0,094	-2,5	-0,164	0,065	-2,5				0,408	0,119	3,4	0,283	0,083	3,4				0,503	0,102	4,9	0,35	0,071	4,9	-0,132	0,144	-0,9	-0,057	0,122	-0,5	-0,096	0,180	-0,5
IOANNINA				-0,313	0,097	-3,2	-0,288	0,089	-3,2				0,482	0,145	3,3	0,444	0,134	3,3				0,684	0,110	6,2	0,63	0,102	6,2	0,239	0,168	1,4	0,135	0,126	1,1	-0,342	0,283	-1,2
KAVALA				0,071	0,083	0,9	0,071	0,083	0,9				0,94	0,089	10,6	0,94	0,089	10,6				1,036	0,081	12,8	1,036	0,081	12,8	0,68	0,088	7,7	0,447	0,085	5,3	0,057	0,137	0,4
IAMIA				-0,076	0,076	-1,0	-0,083	0,083	-1,0				1,024	0,082	12,5	1,107	0,089	12,4				1,172	0,071	16,5	1,268	0,077	16,5	0,808	0,066	12,2	0,59	0,057	10,4	0,289	0,086	3,4
KALAMATA				-0,128	0,083	-1,5	-0,119	0,077	-1,5				0,844	0,102	8,3	0,782	0,095	8,2				0,926	0,088	10,5	0,858	0,082	10,5	0,311	0,114	2,7	0,384	0,102	3,8	0,132	0,137	1,0
TRIKALA				0,021	0,096	0,2	0,024	0,107	0,2				0,681	0,128	5,3	0,757	0,142	5,3				0,958	0,092	10,4	1,066	0,102	10,5	0,254	0,132	1,9	0,398	0,103	3,9	0,397	0,14	2,8
SERRES				0,002	0,098	0,0	0,001	0,09	0,0				0,876	0,131	6,7	0,802	0,12	6,7				0,766	0,163	4,7	0,702	0,149	4,7	-0,131	0,334	-0,4	0,314	0,209	1,5	0,098	0,39	0,3
AGRINIO				0,008	0,095	0,1	0,009	0,107	0,1				0,955	0,13	7,3	1,076	0,147	7,3				1,049	0,083	12,6	1,181	0,094	12,6	0,637	0,09	7,1	0,511	0,09	5,7	0,108	0,144	0,8
KATERINI				-0,264	0,104	-2,5	-0,324	0,128	-2,5				0,769	0,129	6,0	0,946	0,159	5,9				0,897	0,132	6,8	1,103	0,163	6,8	0,136	0,324	0,4	0,217	0,171	1,3	0,514	0,202	2,5
DRAMA				-0,339	0,093	-3,6	-0,492	0,134	-3,7				0,819	0,111	7,4	1,186	0,16	7,4				1,301	0,075	17,3	1,884	0,109	17,3	0,977	0,071	13,8	0,685	0,075	9,1	0,398	0,101	3,9
HANIA				0,259	0,132	2,0	0,184	0,094	2,0				0,738	0,113	6,5	0,525	0,08	6,6				0,899	0,103	8,7	0,64	0,074	8,6	0,3	0,144	2,1	0,313	0,124	2,5	0,292	0,197	1,5
HALKIDA				-0,008	0,089	-0,1	-0,007	0,077	-0,1				0,908	0,101	9,0	0,785	0,087	9,0				1,166	0,076	15,3	1,007	0,066	15,3	0,762	0,075	10,2	0,608	0,069	8,8	0,143	0,127	1,1
RODOS				0,109	0,086	1,3	0,09	0,071	1,3				0,802	0,096	8,4	0,662	0,08	8,3				1,016	0,083	12,2	0,839	0,069	12,2	0,156	0,125	1,2	0,555	0,078	7,1	0,426	0,126	3,4
KOMOTINI				-0,117	0,095	-1,2	-0,185	0,15	-1,2				0,985	0,102	9,7	1,561	0,161	9,7				1,144	0,081	14,1	1,811	0,129	14,0	0,667	0,091	7,3	0,577	0,082	7,0	0,305	0,139	2,2
XANTHI				-0,182	0,099	-1,8	-0,249	0,135	-1,8				1,038	0,089	11,7	1,417	0,122	11,6				1,119	0,084	13,3	1,527	0,114	13,4	0,859	0,095	9,0	0,402	0,09	4,5	0,021	0,191	0,1
ALEXANDROUPOLI				-0,178	0,095	-1,9	-0,299	0,16	-1,9				1,043	0,118	8,8	1,755	0,198	8,9				0,96	0,099	9,7	1,615	0,166	9,7	0,525	0,122	4,3	0,253	0,145	1,7	0,2	0,168	1,2
KOZANI				0,278	0,145	1,9	0,336	0,175	1,9				1,103	0,122	9,0	1,334	0,148	9,0				1,277	0,098	13,0	1,545	0,119	13,0	0,62	0,146	4,2	0,547	0,128	4,3	0,993	0,143	6,9
VEROIA				0,141	0,092	1,5	0,142	0,093	1,5				1,258	0,106	11,9	1,265	0,107	11,8				1,304	0,085	15,3	1,311	0,085	15,4	0,79	0,111	7,1	0,676	0,104	6,5	0,612	0,113	5,4
KERKIRA				0,427	0,104	4,1	0,427	0,104	4,1				0,908	0,14	6,5	0,907	0,14	6,5				1,243	0,088	14,1	1,241	0,087	14,3	0,646	0,124	5,2	0,781	0,09	8,7	0,289	0,159	1,8
KARDITSA				-0,131	0,091	-1,4	-0,174	0,122	-1,4				1,07	0,127	8,4	1,027	0,169	8,4				1,305	0,096	13,6	1,74	0,129	13,5	0,679	0,157	4,3	0,747	0,115	6,5	0,562	0,148	3,8
KORINTHOS				0,557	0,074	7,5	0,514	0,069	7,4				1,437	0,101																						

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας προέκυψαν αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με το αρχικό ερώτημα και στόχο της εργασίας. Στο υποκεφάλαιο αυτό, επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα συνολικά ερωτήματα της έρευνας με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Έτσι τα **γενικά συμπεράσματα** συνοψίζονται όπως παρακάτω:

1. Τα δεδομένα για τη διερεύνηση που χρησιμοποιήθηκαν, παρουσιάζουν ιεραρχική δομή και ένθετες δομές δεδομένων, καθώς κάποιες παράμετροι αναφέρονται στο επίπεδο των χαρακτηριστικών των νεκρών (ομοίως βαριά και ελαφρά τραυματιών) σε οδικά ατυχήματα, ενώ οι υπόλοιπες στο επίπεδο των πόλεων. Γι' αυτό το λόγο, είναι απαραίτητη η **χρήση πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson**, διότι αν αγνοηθεί η δομή αυτή των δεδομένων, πιθανώς κάποια αποτελέσματα να θεωρηθούν εσφαλμένως σωστά, καθώς στη πραγματικότητα θα οφείλονται στην τυχαιότητα των δεδομένων χωρίς να αποτυπώνουν τις διακυμάνσεις λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών των πόλεων.
2. Τα χαρακτηριστικά των πόλεων διαφοροποιούν και επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών των βαριά και ελαφρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα, ο οποίος μεταβάλλεται σημαντικά στις πόλεις, όπως αποδείχθηκε από το **πρότυπο δευτέρου επιπέδου των πόλεων**.
3. Παρατηρήθηκε από την ανάλυση της επιρροής του στόλου των οχημάτων ανά πόλη, ότι υπάρχει **σημαντική διακύμανση της επιρροής του στόλου των οχημάτων** στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα, στο επίπεδο των πόλεων, που ως χαρακτηριστικό της πόλης, εξηγεί σε μεγάλο βαθμό τη διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι πόλεις στον αριθμό των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών.
4. Από το πολυεπίπεδο πρότυπο των ελαφρά τραυματιών προέκυψε στατιστικά σημαντική η τυχαία επιρροή (random effect) της ηλικίας 16-25, που σημαίνει ότι η επιρροή της υπομεταβλητής, "ηλικία 16-25", στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών διαφοροποιείται ανάλογα τα χαρακτηριστικά των πόλεων. Επιπλέον, βρέθηκε ότι οι **ηλικίες 16-25 και 26-55** αυξάνουν σημαντικά τον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.
5. **Σειρά άλλων χαρακτηριστικών του ατυχήματος** βρέθηκαν επίσης να επηρεάζουν τον αριθμό των παθόντων στα οδικά ατυχήματα στις ελληνικές πόλεις. Η έλλειψη τεχνητού νυχτερινού φωτισμού αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών, ενώ η ύπαρξη κεντρικής νησίδας μειώνει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών και των βαριά τραυματιών. Η πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα ή σε σταθερό αντικείμενο όπως και η μετωπική

σύγκρουση αυξάνουν τον αριθμό των νεκρών. Η παράσυρση πεζού δεν επηρεάζει τον αριθμό των νεκρών διότι δεν είναι τόσο συχνός τύπος ατυχήματος στις ελληνικές πόλεις. Τέλος, η εμπλοκή επιβατικού οχήματος στο ατύχημα αυξάνει τον αριθμό των νεκρών σε σχέση με τα δίκυκλα ή άλλα οχήματα. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει λόγω του μεγάλου αριθμού επιβατικών που κυκλοφορούν στις ελληνικές πόλεις.

6. Η **αύξηση του αριθμού των κυκλοφορούντων** οχημάτων στις πόλεις, οδηγεί σε μείωση του αριθμού των νεκρών, των βαριά και ελαφρά τραυματιών. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην αύξηση των κυκλοφοριακών φόρτων και στη συνεπαγόμενη ελάττωση της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας.
7. Στις πόλεις Χανιά, Κοζάνη, Κέρκυρα, Κόρινθος, Πύργος, Ρέθυμνο Τρίπολη, Γιαννιτσά (**κυρίως μικρότερες πόλεις**) συμβαίνουν συχνότερα ατυχήματα με αριθμό νεκρών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο. Αντίθετα στις πόλεις Πάτρα, Λάρισα, Βόλος, Ιωάννινα, Κατερίνη, Δράμα, Ξάνθη, Αλεξανδρούπολη συμβαίνουν λιγότερο συχνά ατυχήματα με αριθμό νεκρών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο. Στις παραπάνω πόλεις ο στόλος οχημάτων επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών.
8. Στην Πάτρα και στη Λάρισα (**μεγαλύτερες πόλεις**) συμβαίνουν λιγότερο συχνά ατυχήματα με αριθμό βαριά τραυματιών μεγαλύτερο απ' ότι στο Ηράκλειο. Σε αυτές τις πόλεις ο στόλος οχημάτων επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των νεκρών. Οι υπόλοιπες πόλεις δεν διαφέρουν σημαντικά από το Ηράκλειο όσον αφορά στην επιρροή στον αριθμό των βαριά τραυματιών.
9. Το Ηράκλειο οι Σέρρες και τα Γιαννιτσά (**πόλεις μεσαίου μεγέθους**) παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό ελαφρά τραυματιών συγκριτικά με τις άλλες πόλεις που παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά όσον αφορά στον αριθμό ελαφρά τραυματιών. Η μεταβολή του στόλου επηρεάζει λιγότερο αυτές τις πόλεις όσον αφορά στην επιρροή στον αριθμό των ελαφρά τραυματιών.
10. Η μεταβλητές φύλο παθόντα, καιρικές συνθήκες, κατάσταση οδοστρώματος και είδος ρύθμισης της κυκλοφορίας **δεν βρέθηκε να επηρεάζουν** τους αριθμούς των νεκρών, των βαριά και των ελαφρά τραυματιών στα οδικά ατυχήματα.
11. Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, η χρήση της πολυεπίπεδης ανάλυσης Poisson καθώς και τα εξαχθέντα αποτελέσματα αυτής της Διπλωματικής Εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και **σε άλλες περιοχές και σε άλλα κράτη**.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συνολικά συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, επιχειρείται η παράθεση μιας σειράς προτάσεων, οι οποίες ενδεχομένως να συμβάλλουν στη βελτίωση της διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και στη βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- Έλεγχος των οδών των πόλεων για να εγκατασταθεί φωτισμός για τις νυχτερινές ώρες όπου δεν υπάρχει.
- Αύξηση της αστυνόμευσης και του ελέγχου της κυκλοφορίας για την τήρηση του κώδικα οδικής κυκλοφορίας. Περισσότεροι έλεγχοι ταχύτητας και αλκοτέστ.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των τοπικών κοινωνιών για το μέγεθος του προβλήματος
- Βελτίωση της εκπαίδευσης των νέων οδηγών και των εξετάσεων για την απόκτηση διπλώματος οδήγησης
- Θέσπιση ειδικών μαθημάτων στα σχολεία για την απόκτηση “Παιδείας Οδικής Ασφάλειας”.
- Είναι απαραίτητη η χρηματοδότηση από την Πολιτεία για όλα τα παραπάνω.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η διερεύνηση των παρακάτω:

1. Θα ήταν χρήσιμη η διερεύνηση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη, καθώς παρουσιάζουν ιδιαίτερο χαρακτήρα.
2. Επίσης ενδιαφέρουσα θα ήταν και η ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων εκτός κατοικημένης περιοχής στους νομούς ή τις περιφέρειες στην Ελλάδα ή ακόμα πιο ευρεία, στην Ευρώπη.
3. Θα παρουσίαζε ενδιαφέρον να συμπεριληφθούν στη μελέτη και άλλες παράμετροι, όπως κυκλοφοριακοί φόρτοι, που ενδεχομένως θα οδηγούσαν σε καλύτερη εξήγηση της επιρροής των διαφόρων παραμέτρων.
4. Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση θα ήταν η μελέτη των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων με ανάλυση χρονοσειρών.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Φραντζεσκάκη, Ι.Μ., Γκόλια, Ι.Κ., 1994, Οδική Ασφάλεια, Παπασωτηρίου, Αθήνα.
2. Φραντζεσκάκη, Ι.Μ., Γκόλια, Ι.Κ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, Μ.Χ., 2009, Κυκλοφοριακή Τεχνική, Παπασωτηρίου, Αθήνα.
3. Κανελλαΐδης, Γ., Γιαννής, Γ., Βαρδάκη, Σ., 2012, Σημειώσεις ειδικών θεμάτων σχεδιασμού οδών, ΕΜΠ, Αθήνα.
4. Ελληνική Στατιστική Αρχή, www.statistics.gr.
5. ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2006-2010, Στατιστική επετηρίδα της Ελλάδος, ΕΛ.ΣΤΑΤ, Αθήνα.
6. Eurostat epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/.
7. Σιδερίδης, Γ.Δ., Καφέτσιος, Κ., Εφαρμογή πολυεπίπεδης μοντελοποίησης στην εκπαιδευτική και κοινωνική ψυχολογία.
8. Raudenbush, S.W., & Bryk, A.S., 2002, Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods, Thousands Oaks, CA: Sage.
9. Roberts, K.J., 2004, An introductory primer on multilevel and hierarchical linear modeling. Learning Disabilities: A contemporary Journal, 2, 30-38.
10. Rasbash J., Steele F., Browne W.J., Goldstein H., United Kingdom 2012, A user's guide to MLwin, University of Bristol.
11. IRTAD (International Transport Forum), Road safety annual report 2011.
12. Sivak M., Bao S., 2012, Road safety in New York and Los Angeles: U.S. megacities compared with the nation.
13. Schoettle B., Sivak M., 2012 Road safety in two European megacities: London and paris.
14. European Road Safety Observatory, Dacota, Traffic Safety Basic Facts 2011.
15. Dupont, E. and Martensen, H. (Eds.) (2007) Multilevel modelling and time series analysis in traffic research – Manual. Deliverable D7.5 of the EU FP6 project SafetyNet. 52-63.

16. Yannis G., Papadimitriou E., Antoniou C., "Multilevel modeling for the regional effect of enforcement on road accidents" *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 39, 2007, pp. 818–825
17. Yannis G., Papadimitriou E., Antoniou C., "Impact of enforcement on traffic accidents and fatalities: A multivariate multilevel analysis", *Safety Science*, Vol. 46, June 2008, pp. 738-750 .
18. Goldstein, H. (2003). *Multilevel statistical models*. London: Arnold, 3rd edition.
19. Μιτζάλης Ν., Ιούλιος 2010, "Διερεύνηση της επιρροής του φωτισμού στη συχνότητα και στη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων".
20. Χαζίρης Α., Οκτώβριος 2005, "Συγκριτική διερεύνηση παραμέτρων που επηρεάζουν την επικινδυνότητα στους Ελληνικούς αυτοκινητόδρομους".
21. Longford, N.T. (1993). *Random coefficient models*. Oxford: Clarendon Press.
22. Yannis G., Papadimitriou E., April 2012, "Road safety in Greece", *Proceedings of the Transport Research Arena Conference*, Elsevier, Athens.