



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

---

## Συγκριτική Ανάλυση Χαρακτηριστικών Οδικών Ατυχημάτων ανά Εθνικότητα Οδηγού στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Διπλωματική Εργασία



**Αικατερίνη Π. Σκλιάμη**

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

---

Αθήνα, Μάρτιος 2020



## Ευχαριστίες

---

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την πολύτιμη καθοδήγηση του και για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικολάου Δημήτρη, Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για την πολύτιμη βοήθεια του, καθώς και για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του πάνω σε διάφορα θέματα και ερωτήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, η οποία καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου με στήριξε τόσο ηθικά όσο και οικονομικά και με βοήθησε να φτάσω ένα βήμα πιο κοντά στην επίτευξη των στόχων μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2020

Σκλιάμη Αικατερίνη



# Συγκριτική Ανάλυση Χαρακτηριστικών Οδικών Ατυχημάτων ανά Εθνικότητα Οδηγού στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Αικατερίνη Π. Σκλιάμη

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

## Σύνοψη

---

Στόχο της Διπλωματικής εργασίας αποτελεί η συγκριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων για τις διαφορετικές εθνικότητες θανόντων οδηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Για το σκοπό αυτό, αξιοποιήθηκαν δεδομένα από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων CARE που αφορούν στα χαρακτηριστικά των οδικών ατυχημάτων με νεκρούς οδηγούς στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη δεκαετία 2008–2017. Αρχικά αναπτύχθηκε βάση δεδομένων που περιείχε στοιχεία για την εθνικότητα, την ηλικία και το φύλο των οδηγών, τον τύπο της περιοχής του ατυχήματος, τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες φωτισμού την ώρα του ατυχήματος και τον τύπο του οχήματος. Αναπτύχθηκαν μοντέλα αρνητικής διωνυμικής παλινδρόμησης τόσο για το σύνολο των κρατών όσο και για επιμέρους ομάδες κρατών (Βόρεια και Νότια κράτη). Η εφαρμογή των μοντέλων οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η εθνικότητα του οδηγού επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα. Οι βασικοί παράγοντες επιρροής που διαφοροποιούν τα οδικά ατυχήματα ντόπιων και ξένων οδηγών είναι κυρίως το φύλο του οδηγού και ο τύπος της περιοχής του ατυχήματος.

Λέξεις Κλειδιά: Οδική ασφάλεια, Οδικά ατυχήματα, Εθνικότητα οδηγού, Αρνητική διωνυμική παλινδρόμηση



# **Comparative Analysis of Traffic Accident factors per Driver Nationality in the European Union**

Aikaterini P. Skliami

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

## **Abstract**

---

The aim of this Diploma Thesis is the comparative analysis of road accident factors for the various nationalities of killed driver in the European Union. To this end, data from the European CARE database were exploited, concerning key traffic accident factors in the European Union during the period 2008–2017. A database was initially developed containing data on the nationality, age and gender of drivers, accident area type, weather and lighting conditions at the time of the accident and vehicle type. Negative binomial regression models were developed both for all countries and for two distinct groups of Member-States (North- and South-European countries). The application of the models revealed that driver nationality had a statistically significant effect on the number of drivers killed in traffic accidents. The main factors differentiating traffic accidents of local and foreign drivers are driver gender and accident area type.

Keywords: Road safety, Traffic accidents, Driver's nationality, Negative binomial regression





## Περίληψη

---

**Στόχος** της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η συγκριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων για τις διαφορετικές εθνικότητες θανόντων οδηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.

Τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου ακολούθησε η **βιβλιογραφική ανασκόπηση**, στην οποία αναλύθηκαν τα αποτελέσματα συναφών ερευνών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, τόσο σε εθνικό, όσο και Ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η συλλογή των στατιστικών στοιχείων, που κρίθηκαν απαραίτητα για την επίτευξη του προαναφερόμενου στόχου. Για τον αριθμό των θυμάτων από οδικά ατυχήματα, τα στοιχεία αντλήθηκαν από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων οδικών ατυχημάτων, **CARE**. Ως περίοδος μελέτης ορίστηκε η δεκαετία 2008-2017. Τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία και κωδικοποίηση τους ώστε να εισαχθούν στο ειδικό στατιστικό λογισμικό.

Ένας επιπλέον διαχωρισμός που πραγματοποιήθηκε, αφορούσε στα Βόρεια και Νότια κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων επιλέχθηκε η **Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση**. Εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε ο αριθμός των νεκρών οδηγών και αναπτύχθηκαν συνολικά έξι στατιστικά μοντέλα με τις ίδιες μεταβλητές, επιτρέποντας την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα για τους ντόπιους οδηγούς για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και για τις δύο επιμέρους ομάδες κρατών, και άλλα τρία μοντέλα για τους ξένους οδηγούς. Επισημαίνεται ότι η ανάπτυξη των μοντέλων τόσο για το σύνολο των κρατών όσο και για κάθε ομάδα ξεχωριστά, πραγματοποιήθηκε μετά από αρκετές δοκιμές και διάφορους συνδυασμούς ανεξάρτητων μεταβλητών.

Τα τελικά μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής (αριθμός νεκρών οδηγών) και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Η **σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου προτύπου αλλά κι όλων μεταξύ τους. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των μοντέλων:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	NATIONAL			FOREIGNER			NATIONAL SOUTH			FOREIGNER SOUTH			NATIONAL NORTH			FOREIGNER NORTH		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή	
			ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)
	Σταθερός Όρος	2,916			0,776			3,090			0,907			2,530			0,668		
Φύλο	Άρρεν	1,009	2,742	17,69	0,673	1,959	12,64	1,184	3,268	24,95	1,000	2,717	20,74	0,843	2,324	13,75	0,607	1,835	10,86
	Θήλυ																		
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή	0,42	1,516	9,78	0,507	1,660	10,71	0,646	1,908	14,56	0,563	1,757	13,41	0,461	1,588	9,38	0,569	1,766	10,45
	Κατοικημένη περιοχή																		
Καιρικές συνθήκες ατυχήματος	Κακοκαιρία	-0,986	0,373	2,41	-0,102	0,903	5,82	-1,757	0,173	1,32	-1,210	0,298	2,28	-0,120	0,887	5,25	0,523	1,688	9,99
	Καλοκαιρία																		
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Νύχτα	-1,007	0,365	2,36	-0,442	0,643	4,15	-0,90	0,406	3,10	-0,517	0,596	4,55	-1,146	0,318	1,88	-0,536	0,585	3,46
	Σούρουπο	-1,395	0,248	1,80	-0,985	0,374	2,41	-1,471	0,230	1,75	-1,136	0,321	2,45	-1,329	0,265	1,57	-1,029	0,358	2,12
	Μέρα																		
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Άλλος	-1,867	0,155	1,00	-0,664	0,515	3,32	-2,034	0,131	1,00	-0,959	0,383	2,93	-1,780	0,169	1,00	-0,541	0,582	3,44
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	-0,780	0,458	2,96	-0,150	0,860	5,55	-0,833	0,435	3,32	-0,256	0,774	5,91	-0,716	0,489	2,89	-0,284	0,753	4,45
	Ποδήλατο	-0,727	0,483	3,12	-0,489	0,614	3,96	-1,636	0,195	1,49	-0,875	0,417	3,18	-0,392	0,675	4,00	-0,385	0,680	4,03
	Επιβατικό																		

Πίνακας: Συγκεντρωτικός πίνακας στατιστικών μοντέλων

Κατά τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψε μία σειρά συμπερασμάτων που συνδέονται άμεσα με τους αρχικούς στόχους και τα ερωτήματά της. Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα αυτά, με τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα **γενικά συμπεράσματα** συνοψίζονται ως εξής:

1. Στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η **εθνικότητα του οδηγού επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των νεκρών** στα οδικά ατυχήματα, ενδεχομένως διότι οι ξένοι οδηγοί δεν είναι τόσο εξοικειωμένοι με την τοπική κυκλοφορία όσο είναι οι ντόπιοι οδηγοί και πιθανώς προσαρμόζονται δυσκολότερα και κάνουν περισσότερα λάθη.
2. Οι **βασικοί παράγοντες επιρροής** των οδικών ατυχημάτων που διαφοροποιούν τα οδικά ατυχήματα ντόπιων και ξένων οδηγών είναι κατά σειρά σπουδαιότητας το φύλο του οδηγού, ο τύπος της περιοχής του ατυχήματος, ο τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος, οι καιρικές συνθήκες και τέλος οι συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος.
3. Η επιρροή του **φύλου του οδηγού** στον αριθμό των νεκρών είναι μεγαλύτερη στους ντόπιους οδηγούς από ότι στους ξένους. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η αναλογία αντρών οδηγών σε σχέση με τις γυναίκες είναι υψηλότερη για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς.

Επιπλέον, η επιρροή του φύλου του οδηγού στον αριθμό των νεκρών στα Νότια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Βόρεια κράτη της ΕΕ είναι ακόμη μεγαλύτερη στους ντόπιους οδηγούς από ότι στους ξένους. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι στα Νότια σε σχέση με τα Βόρεια κράτη, η αναλογία κυκλοφορούντων αντρών οδηγών σε σχέση με τις γυναίκες είναι υψηλότερη για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς.

4. Η επιρροή του **τύπου της περιοχής του ατυχήματος** στον αριθμό των νεκρών είναι μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους οδηγούς. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται αφενός στην οδηγική συμπεριφορά των ξένων οδηγών, οι οποίοι ίσως να μην γνωρίζουν τόσο καλά το οδικό δίκτυο της περιοχής και τις ιδιαιτερότητες του όσο οι ντόπιοι οδηγοί και αφετέρου ότι οι τουρίστες ξένοι οδηγοί κυκλοφορούν περισσότερο στο υπεραστικό δίκτυο. Όμοια επιρροή παρατηρείται και στα Βόρεια κράτη της ΕΕ.

Ωστόσο, η επιρροή του τύπου της περιοχής του ατυχήματος στον αριθμό των νεκρών στα Νότια κράτη της ΕΕ είναι μεγαλύτερη για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι στα κράτη της Νότιας Ευρώπης, οι ντόπιοι οδηγοί έχουν χαμηλότερες επιδόσεις ασφαλείας από ότι οι ξένοι οδηγοί.

5. Οι **καιρικές συνθήκες την ώρα του ατυχήματος** έχουν μεγαλύτερη επιρροή στον αριθμό των νεκρών στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι ξένοι οδηγοί δεν είναι συνηθισμένοι στις ειδικές καιρικές συνθήκες της κάθε περιοχής και η ασφάλειά τους επηρεάζεται περισσότερο από αυτές.

Επιπλέον, η επιρροή των καιρικών συνθηκών στον αριθμό των νεκρών στα Βόρεια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Νότια κράτη της ΕΕ είναι ακόμη μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους (έξι φορές μεγαλύτερη). Το γεγονός αυτό ενδεχομένως μπορεί να ερμηνευθεί από τα έντονα καιρικά φαινόμενα που παρουσιάζονται συχνότερα στα Βόρεια κράτη της Ευρώπης σε σχέση με τα Νότια κράτη, τα οποία ίσως δυσκολεύουν περισσότερο την οδήγηση των ξένων οδηγών συγκριτικά με τους ντόπιους οδηγούς.

6. Η επιρροή των **συνθηκών φωτισμού την ώρα του ατυχήματος** είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς από ότι για τους ντόπιους οδηγούς. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι ντόπιοι οδηγοί κατά τη διάρκεια της νύχτας μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόσουν καλύτερα την οδηγική τους συμπεριφορά καθώς γνωρίζουν καλύτερα το οδικό δίκτυο και οδηγούν με μεγαλύτερη ασφάλεια σε σχέση με τους ξένους.

Επιπλέον, η επιρροή των συνθηκών φωτισμού στον αριθμό των νεκρών στα Βόρεια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Νότια κράτη της ΕΕ είναι ακόμα μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στο ότι στα Βόρεια κράτη η νύχτα είναι μεγαλύτερη από ότι η μέρα σε σχέση με τα

Νότια κράτη όπου επικρατεί το αντίθετο, καθιστώντας έτσι και πιο συχνή και πιο δύσκολη την προσαρμογή των ξένων οδηγών σε σχέση με τους ντόπιους.

7. Η επιρροή του **τύπου του εμπλεκόμενου οχήματος** είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς. Συγκεκριμένα η χρήση των μηχανοκίνητων δίκυκλων επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τους ξένους οδηγούς από ότι τους ντόπιους, πιθανώς διότι οι ξένοι οδηγοί προσαρμόζουν δυσκολότερα την οδήγηση των μοτοσυκλετών στις τοπικές συνθήκες κυκλοφορίας. Επιπλέον, η επιρροή που έχει η οδήγηση **μηχανοκίνητου δίκυκλου** στον αριθμό των νεκρών στα Νότια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Βόρεια κράτη της ΕΕ είναι ακόμα μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους. Το γεγονός αυτό οφείλεται ενδεχομένως στο ότι στα Νότια σε σχέση με τα Βόρεια κράτη της ΕΕ, η αναλογία κυκλοφορούντων μηχανοκίνητων δίκυκλων σε σχέση με τα επιβατικά οχήματα είναι υψηλότερη, για τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς, κάτι που ίσως να οφείλεται στις πιο ευνοϊκές καιρικές συνθήκες και στον αυξημένο τουρισμό των Νότιων κρατών.
8. Η επιρροή της **χρήσης του ποδηλάτου** στον αριθμό των νεκρών είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς, ενδεχομένως διότι οι ξένοι ποδηλάτες προσαρμόζουν δυσκολότερα την οδήγηση των ποδηλάτων τους στις τοπικές συνθήκες κυκλοφορίας. Επιπλέον, η επιρροή της χρήσης του ποδηλάτου στον αριθμό των νεκρών στα Βόρεια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Νότια κράτη της ΕΕ είναι μικρότερη στους ντόπιους οδηγούς από ότι στους ξένους, διότι ενδεχομένως στα Βόρεια κράτη είναι περισσότερο ανεπτυγμένη τόσο η οδική υποδομή για τα ποδήλατα όσο και η γενικότερη κουλτούρα ασφάλειας και σεβασμού των ποδηλατών.
9. Αξιοσημείωτο είναι επίσης πως μόνο για τους ξένους οδηγούς στις Βόρειες χώρες οι **συνθήκες κακοκαιρίας** οδηγούν σε αύξηση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα συγκριτικά με την καλοκαιρία. Αυτό ίσως μπορεί να ερμηνευθεί από τα έντονα καιρικά φαινόμενα που παρουσιάζονται συχνά στα Βόρεια κράτη της Ευρώπης τα οποία ενδεχομένως να δυσκολεύουν την οδήγηση των ξένων οδηγών και να μειώνουν την ασφάλεια τους.
10. Τέλος, συνολικά, η επιρροή της **χρήσης του ποδηλάτου** επηρεάζει λιγότερο τους ντόπιους οδηγούς **στα Νότια κράτη** της ΕΕ σε σχέση τόσο με τους ντόπιους όσο και με τους ξένους οδηγούς στα Βόρεια κράτη της ΕΕ, που ενδεχομένως δικαιολογείται από το γεγονός ότι το ποδήλατο είναι λιγότερο διαδεδομένο μέσο στους ντόπιους από ότι στους ξένους στα Νότια κράτη σε σχέση με τα Βόρεια.

# Περιεχόμενα

---

1. Εισαγωγή	1
1.1 Γενική Ανασκόπηση	1
1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας	4
1.3 Μεθοδολογία	5
1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	7
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
2.1 Εισαγωγή	9
2.2 Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες	10
2.3 Σύνοψη	19
3. Θεωρητικό Υπόβαθρο	22
3.1 Εισαγωγή	22
3.2 Βασικές Έννοιες Στατιστικής	22
3.3 Συσχέτιση μεταβλητών – Συντελεστής συσχέτισης	24
3.4 Βασικές Κατανομές	24
3.4.1 Κανονική Κατανομή	24
3.4.2 Κατανομή Poisson	24
3.4.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή	25
3.5 Μαθηματικά Πρότυπα	26
3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση	26
3.5.2 Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση	28
3.6 Στατιστική αξιολόγηση και Κριτήρια αποδοχής προτύπου	29
3.7 Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού	33
4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων	35
4.1 Εισαγωγή	35
4.2 Συλλογή Δεδομένων	35
4.2.1 Βάσεις Δεδομένων	35
4.3 Επεξεργασία Στοιχείων	38
4.4 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία	42
4.5 Επεξεργασία Στοιχείων με το λογισμικό IBM SPSS 23.0	45
5. Ανάπτυξη Μαθηματικών Προτύπων	49
5.1 Εισαγωγή	49
5.2 Πρότυπα συσχέτισης μεταβλητών και αριθμού νεκρών	50
5.2.1 Δεδομένα εισόδου – Καθορισμός μεταβλητών	50
5.2.2 Συσχέτιση των μεταβλητών	51
5.2.3 Περιγραφική στατιστική	53

5.2.4 Τρόπος ανάπτυξης αρνητικής διωνυμικής κατανομής	54
5.3 Ανάπτυξη μοντέλου για το σύνολο των ντόπιων νεκρών από οδικά ατυχήματα σ όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης	58
5.3.1 Αποτελέσματα Μοντέλου	58
5.3.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου	59
5.4 Ανάπτυξη υπόλοιπων μοντέλων για το σύνολο των ντόπιων και ξένων νεκρών από οδικά ατυχήματα στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης	60
5.5 Συγκριτική Αξιολόγηση των Μοντέλων	66
5.5.1 Σχετική επιρροή παραγόντων	66
5.5.2 Περιγραφή Σχετικών Επιρροών	67
6. Συμπεράσματα	73
6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων	73
6.2 Συμπεράσματα	74
6.3 Προτάσεις για βελτίωση	77
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	77
7.Βιβλιογραφία	79

## Πίνακες

---

Πίνακας 4.1: Μορφή των εξαγομένων στοιχείων από τη βάση CARE σε πίνακα EXCEL ....	38
Πίνακας 4.2 & Πίνακας 4.3: Χώρες που περιλαμβάνει η βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε και χώρες που αφαιρέθηκαν.....	39
Πίνακας 4.4: Κωδικοποίηση μεταβλητών στο CARE και στο IBM SPSS 21.0.....	40
Πίνακας 4.5: Βάση δεδομένων .....	41
Πίνακας 4.6 & Πίνακας 4.7: Βόρειες και Νότιες Χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που χρησιμοποιήθηκαν στη βάση δεδομένων. ....	42
Πίνακας 4.8: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα την ηλικία.....	42
Πίνακας 4.9: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα το φύλο του οδηγού ...	43
Πίνακας 4.10: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τον τύπο της περιοχής του ατυχήματος.....	43
Πίνακας 4.11: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τις καιρικές συνθήκες του ατυχήματος .....	43
Πίνακας 4.12: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τις συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος.....	43
Πίνακας 4.13: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τον τύπο του εμπλεκόμενου στο ατύχημα οχήματος .....	43
Πίνακας 4.14: Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τον τύπο της οδού του ατυχήματος στις χώρες της Ε.Ε.....	44
Πίνακας 5.1: Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για τους ντόπιους νεκρούς σ όλα τα κράτη της Ε.Ε.....	52
Πίνακας 5.2: Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για τους ξένους νεκρούς σ όλα τα κράτη της Ε.Ε.....	53
Πίνακας 5.3&Πίνακας 5.4&Πίνακας 5.5: Περιγραφικές στατιστικές συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο για τους ντόπιους νεκρούς σ όλη την Ευρώπη.....	54
Πίνακας 5.6&Πίνακας 5.7&Πίνακας 5.8: Περιγραφικές στατιστικές συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο για τους ντόπιους νεκρούς σ όλη την Ευρώπη.....	54
Πίνακας 5.9: Έλεγχος καλής προσαρμογής του μοντέλου των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών.....	58
Πίνακας 5.10: Έλεγχος αποδοχής του μοντέλου των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών.....	58
Πίνακας 5.11: Έλεγχος σταθερών επιδράσεων του μοντέλου των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών .....	58
Πίνακας 5.12: Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών.....	59
Πίνακας 5.13: Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ξένων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών.....	61
Πίνακας 5.14: Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ντόπιων νεκρών για τα Βόρεια Κράτη της Ευρώπης.....	62
Πίνακας 5.15: Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ντόπιων νεκρών για τα Νότια Κράτη της Ευρώπης.....	63

Πίνακας 5.16: Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ξένων νεκρών για τα Βόρεια Κράτη της Ευρώπης .....	64
Πίνακας 5.17: Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ξένων νεκρών για τα Νότια Κράτη της Ευρώπης .....	65
Πίνακας 5.18: Σχετική επιρροή των μοντέλων για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών .....	67
Πίνακας 5.19: Συγκριτική επιρροή των τεσσάρων μοντέλων για τη Βόρεια και Νότια Ευρώπη .....	69
Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας στατιστικών μοντέλων .....	74



## Διαγράμματα

---

Διάγραμμα 1.1: Μείωση των θανάτων από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το έτος 2001 και στόχοι μείωσης έως το 2020 [Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019] .....	1
Διάγραμμα 1.2: Θάνατοι ανά εκατομμύριο κατοίκων ανά χώρα της ΕΕ από το έτος 2010-2018 [Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019] .....	3
Διάγραμμα 1.3: Διάγραμμα ροής των διαδοχικών σταδίων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.....	6
Διάγραμμα 3.1: Ευθεία Ελαχίστων Τετραγώνων .....	27
Διάγραμμα 3.2: Παράδειγμα υψηλού συντελεστή $R^2$ .....	33
Διάγραμμα 3.3: Παράδειγμα χαμηλού συντελεστή $R^2$ .....	33

## Εικόνες

---

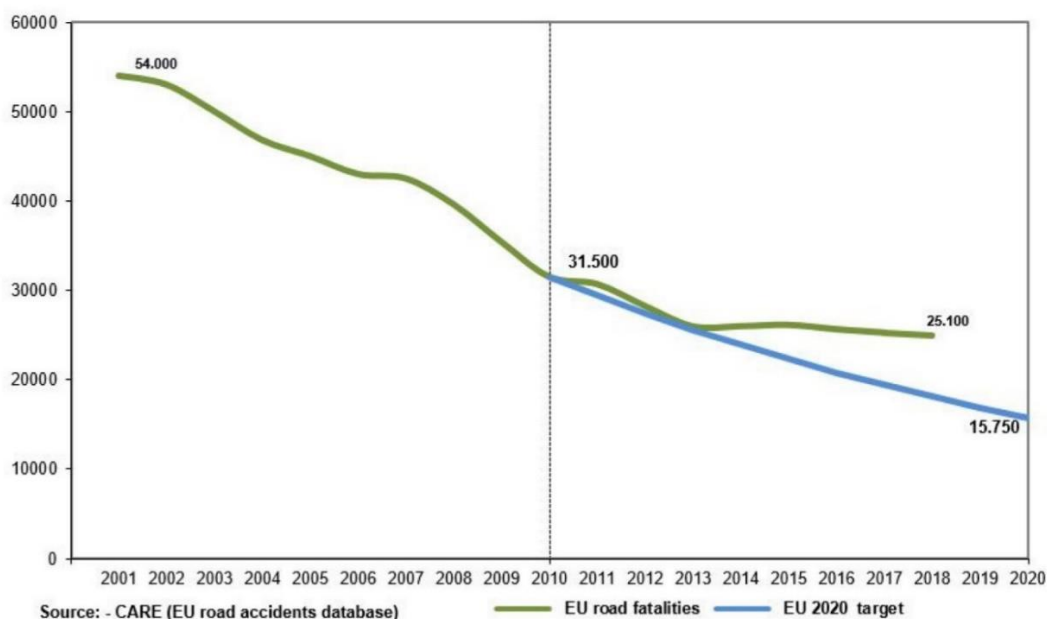
Εικόνα 1.1: Ποσοστό θανάτων από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκους, σύμφωνα με τον τύπο οδικού δικτύου, τον τύπο μεταφοράς και την ηλικία [ΠΗΓΗ: Eurostat, 2017] .....	2
Εικόνα 4.1: Τα δεδομένα των οδικών ατυχημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης .....	36
Εικόνα 4.2: Πεδίο Δεδομένων SPSS (Data View).....	45
Εικόνα 4.3: Πεδίο Μεταβλητών SPSS (Variable View) .....	46
Εικόνα 4.4: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών .....	47
Εικόνα 4.5: Επιλογή μεταβλητών και είδους συσχέτισης .....	47
Εικόνα 4.6: Επιλογή γραμμικής παλινδρόμησης .....	48
Εικόνα 5.1: Παράδειγμα προβολής στοιχείων βάσης δεδομένων στο SPSS (Data View), για τους ντόπιους νεκρούς όλων των Ευρωπαϊκών Κρατών .....	51
Εικόνα 5.2: Διαδικασία για Συσχέτιση μεταβλητών .....	51
Εικόνα 5.3: Επιλογή Γενικευμένου Γραμμικού Μοντέλου.....	55
Εικόνα 5.4: Καθορισμός Τύπου Μοντέλου .....	55
Εικόνα 5.5: Καθορισμός Εξαρτημένης Μεταβλητής.....	56
Εικόνα 5.6: Καθορισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών .....	56
Εικόνα 5.7: Καθορισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών .....	57



# 1. Εισαγωγή

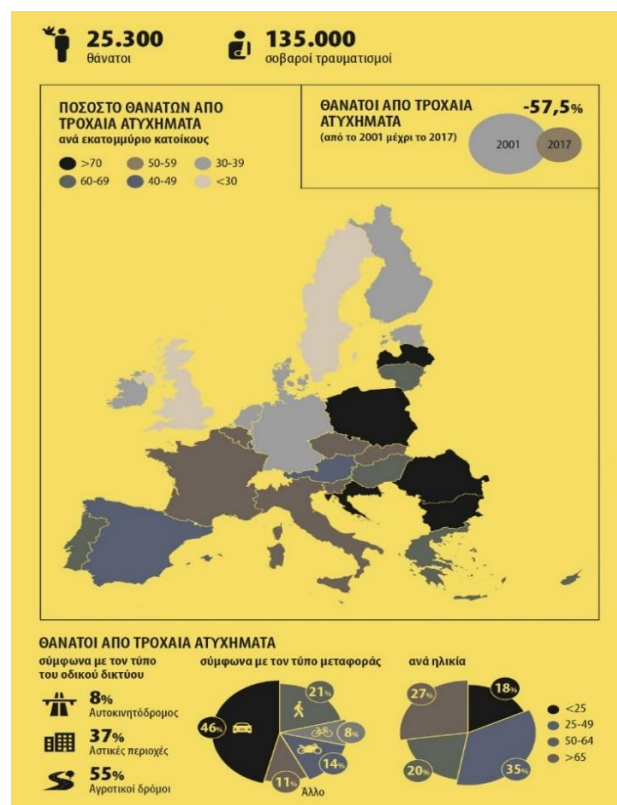
## 1.1 Γενική Ανασκόπηση

Όπως εύστοχα και περιεκτικά έχει επισημάνει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή «Οι μεταφορές έχουν θεμελιώδη σημασία για την οικονομία και την κοινωνία μας. Η κινητικότητα είναι ζωτική για την εσωτερική αγορά και την ποιότητα διαβίωσης των πολιτών, διότι απολαμβάνουν ελευθερία μετακινήσεων. Οι μεταφορές επιτρέπουν την οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία θέσεων εργασίας: πρέπει να είναι βιώσιμες ενόψει των νέων προκλήσεων που αντιμετωπίζουμε...» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011). Ενόψει τούτου καθίσταται προφανές ότι η οργάνωση του συστήματος των μεταφορών σε ευρωπαϊκό επίπεδο ανάγεται σε θεμελιώδη προτεραιότητα των οργάνων της Ένωσης. Ωστόσο, όπως έχει διαπιστωθεί «κλειδί για τη βελτίωση της συνολικής επίδοσης του συστήματος μεταφορών και για την κάλυψη των αναγκών και των προσδοκιών τόσο των πολιτών όσο και των επιχειρήσεων» αποτελεί η **μείωση του αριθμού των θυμάτων** οδικών ατυχημάτων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010). Το 2018, από τα 28 κράτη μέλη της ΕΕ, καταγράφηκε μείωση των θανάτων από οδικά ατυχήματα σε σύγκριση με το 2010, κατά 21% και απομακρύνεται η προοπτική επίτευξης του στόχου της μείωση κατά 50%, την περίοδο 2011 – 2020 (Διάγραμμα 1.1) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).



**Διάγραμμα 1.1:** Μείωση των θανάτων από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το έτος 2001 και στόχοι μείωσης έως το 2020 [Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019α]

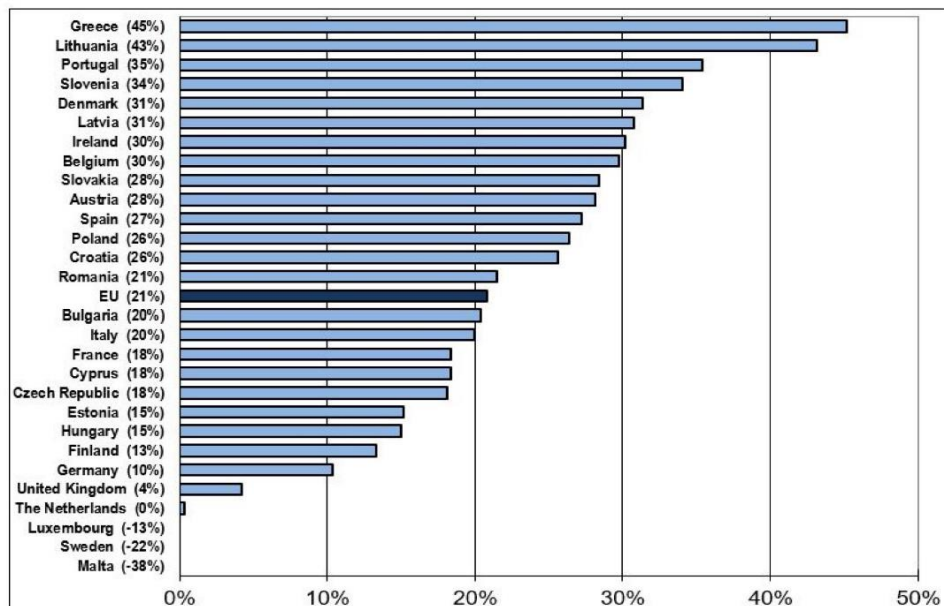
Κάθε χρόνο, χιλιάδες άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους εξαιτίας οδικών ατυχημάτων. Αν και οι θάνατοι μειώθηκαν κατά 57,5% την περίοδο 2001 – 2017, η μείωση αυτή παραμένει στάσιμη. Πιο συγκεκριμένα οι **επιβάτες αυτοκινήτων** αντιπροσωπεύουν το 46% των θανατηφόρων ατυχημάτων, ενώ οι **ευάλωτοι χρήστες της οδού** αντιπροσωπεύουν ένα επιπλέον 46% (21% πεζοί, 14% μοτοσικλετιστές, 8% ποδηλάτες και 3% αναβάτες μοτοποδηλάτων). Το 2017, οι χώρες με τις καλύτερες επιδόσεις στην οδική ασφάλεια ήταν η Σουηδία και η Βρετανία ενώ οι χώρες με τη μικρότερη βαθμολογία ήταν η Ρουμανία, η Βουλγαρία και η Κροατία. Σύμφωνα με τα στοιχεία, μόνο το 8% των οδικών ατυχημάτων σημειώθηκε σε αυτοκινητοδρόμους, το 55% στο υπεραστικό οδικό δίκτυο και το 37% σε αστικές περιοχές. Σχεδόν το 14% των χρηστών της οδού που σκοτώθηκαν στους δρόμους της ΕΕ ήταν ηλικίας μεταξύ 18 και 24 ετών, ενώ μόλις το 8% του ευρωπαϊκού πληθυσμού εμπίπτει σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα. Επιπλέον, λόγω την δημογραφικών μεταβολών, το ποσοστό θανάτων ηλικιωμένων (άνω των 65 ετών) αυξήθηκε από 22% το 2010 σε 27% το 2017. Όλα αυτά φαίνονται αναλυτικά στην παρακάτω εικόνα. Για το 2016, εκτιμάται ότι **1,35 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως** έχασαν τη ζωή τους εξαιτίας οδικού ατυχήματος (WHO, 2018).



**Εικόνα 1.1:** Ποσοστό θανάτων από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκους, σύμφωνα με τον τύπο οδικού δικτύου, τον τύπο μεταφοράς και την ηλικία [ΠΗΓΗ: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2019]

Είναι δε χαρακτηριστικό ότι καίτοι η τεχνολογική ανάπτυξη θα μπορούσε να είχε οδηγήσει στην μείωση του ποσοστού των οδικών ατυχημάτων, ο αριθμός των θυμάτων αυτών εξακολουθεί να είναι υψηλός τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε Παγκόσμιο επίπεδο. Συγκεκριμένα, παρότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση το ποσοστό θνησιμότητας εξαιτίας οδικών ατυχημάτων φαίνεται να μειώνεται ποσοστιαία ανά δεκαετία «το 2018 25.100 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στους δρόμους της ΕΕ και περίπου 135.000 τραυματίστηκαν σοβαρά» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019β). Ενόψει δε όλων των παραπάνω, καθίσταται προφανής η ανάγκη αφενός, της μελέτης και αξιολόγησης του εν λόγω φαινομένου και αφετέρου, της παράλληλης προσπάθειας αναζήτησης πιθανών τρόπων αντιμετώπισης του μείζονος αυτού κοινωνικού προβλήματος.

Κάθε χώρα της ΕΕ είναι μοναδική. Αυτό σημαίνει ότι, π.χ., το ακαθάριστο εθνικό προϊόν (ΑΕΠ) και η αύξηση του πληθυσμού μπορεί να διαφέρουν κατά πολύ από τη μια χώρα στην άλλη. Κάθε χώρα έχει επίσης τη δική της προσέγγιση όσον αφορά βασικούς τομείς πολιτικής, όπως η εκπαίδευση. Άλλη μία μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις χώρες τις ΕΕ είναι η οδηγική συμπεριφορά. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στο οδικό δίκτυο της κάθε χώρας, οι συγκοινωνιακές υποδομές, η εκπαίδευση των οδηγών αλλά και τα χαρακτηριστικά του κάθε λαού κι άρα κι οδηγού. Όλα αυτά αποτυπώνονται σε μεγάλο βαθμό στο ετήσιο ποσοστό θανάτων από οδικά ατυχήματα που συμβαίνουν κάθε χρόνο στις διάφορες χώρες τις Ευρώπης. Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται η εξέλιξη τους από το έτος 2010 έως 2018.



**Διάγραμμα 1.2:** Θάνατοι ανά εκατομμύριο κατοίκων ανά χώρα της ΕΕ από το έτος 2010-2018 [Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019]

Τα οικονομικά μεγέθη μίας χώρας, η επιβολή της τήρησης του κώδικα οδικής κυκλοφορίας, η υπερβολική ταχύτητα, η κατανάλωση αλκοόλ, η χρήση ζώνης ασφαλείας, η εκπαίδευση των οδηγών, η ικανότητα οδήγησης, η διάσπαση προσοχής του οδηγού, το φύλο, η ηλικία είναι κάποια από τα χαρακτηριστικά του οδηγού τα οποία συνθέτουν την συμπεριφορά οδήγησης του. Αυτοί οι παράγοντες κι αρκετοί άλλοι επηρεάζουν την οδική ασφάλεια. Είναι αρκετά πολύπλοκο να καταλάβει κανείς το ποσοστό στο οποίο επηρεάζει ο κάθε παράγοντας των αριθμό των οδικών ατυχημάτων. Ακόμα πιο δύσκολο είναι να αντιληφθεί αν υπάρχουν ομοιότητες ή διαφορές, σ αυτούς τους παράγοντες, ανάμεσα στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στο οδικό δίκτυο συνυπάρχουν οδηγοί διαφόρων εθνικοτήτων με διαφορετικές οδηγικές συνήθειες κάτι το οποίο είναι λογικό να αυξάνει την πολυπλοκότητα των οδικών ατυχημάτων. Η διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών εθνικοτήτων στο ίδιο οδικό δίκτυο είναι ιδιαίτερα σημαντική για την επιστήμη της οδικής ασφάλειας.

## 1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι **η συγκριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων για τις διαφορετικές εθνικότητες θανόντων οδηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.

Η οδική συμπεριφορά είναι **στοιχείο πολιτισμού** μιας χώρας. Ανάμεσα στα Ευρωπαϊκά κράτη εντοπίζονται διαφορές όσον αφορά το οικονομικό, πολιτικό, κοινωνικό επίπεδο αλλά και σε πολιτικές οδικής ασφάλειας. Προκειμένου να γίνει μία σύγκριση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξετάστηκε ο βαθμός στον οποίο επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του οδηγού (φύλο, ηλικία), της οδού (περιοχής, καιρικές συνθήκες, φωτισμός) και του οχήματος, στον αριθμό των ντόπιων και ξένων νεκρών από οδικά ατυχήματα. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε στο σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και σε δύο υπο-ομάδες κρατών, τα βόρεια και τα νότια κράτη.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, αρχικά κρίνεται αναγκαία η συλλογή και επεξεργασία μεγάλου όγκου στοιχείων ντόπιων και ξένων νεκρών από οδικά ατυχήματα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς και των χαρακτηριστικών τους έτσι ώστε να είναι ικανά για στατιστική ανάλυση, σύγκριση και εξαγωγή συμπερασμάτων. Έπειτα κρίνεται απαραίτητη η επιλογή των κατάλληλων **μαθηματικών προτύπων** τα οποία θα εκφράσουν επαρκώς τις συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζονται. Τα πρότυπα που θα προκύψουν μετά από την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων, θα περιγράψουν και θα ποσοτικοποιούν επαρκώς την επιρροή των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων ανά εθνικότητα στα Ευρωπαϊκά κράτη.

Συγκεκριμένα, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία περιγράφονται μοντέλα για τους ντόπιους και ξένους νεκρούς για το σύνολο των κρατών της Ευρώπης καθώς και για

τους ντόπιους και ξένους νεκρούς της βόρειας και νότιας Ευρώπης. Συνεπώς επιδιώκεται μέσω των αποτελεσμάτων να γίνει μία **συγκριτική αξιολόγηση** των ομάδων των κρατών.

### 1.3 Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας και για την επίτευξη του τελικού της στόχου ακολουθήθηκε συγκεκριμένη **μεθοδολογία** τα στάδια της οποίας παρουσιάζονται στην συνέχεια.

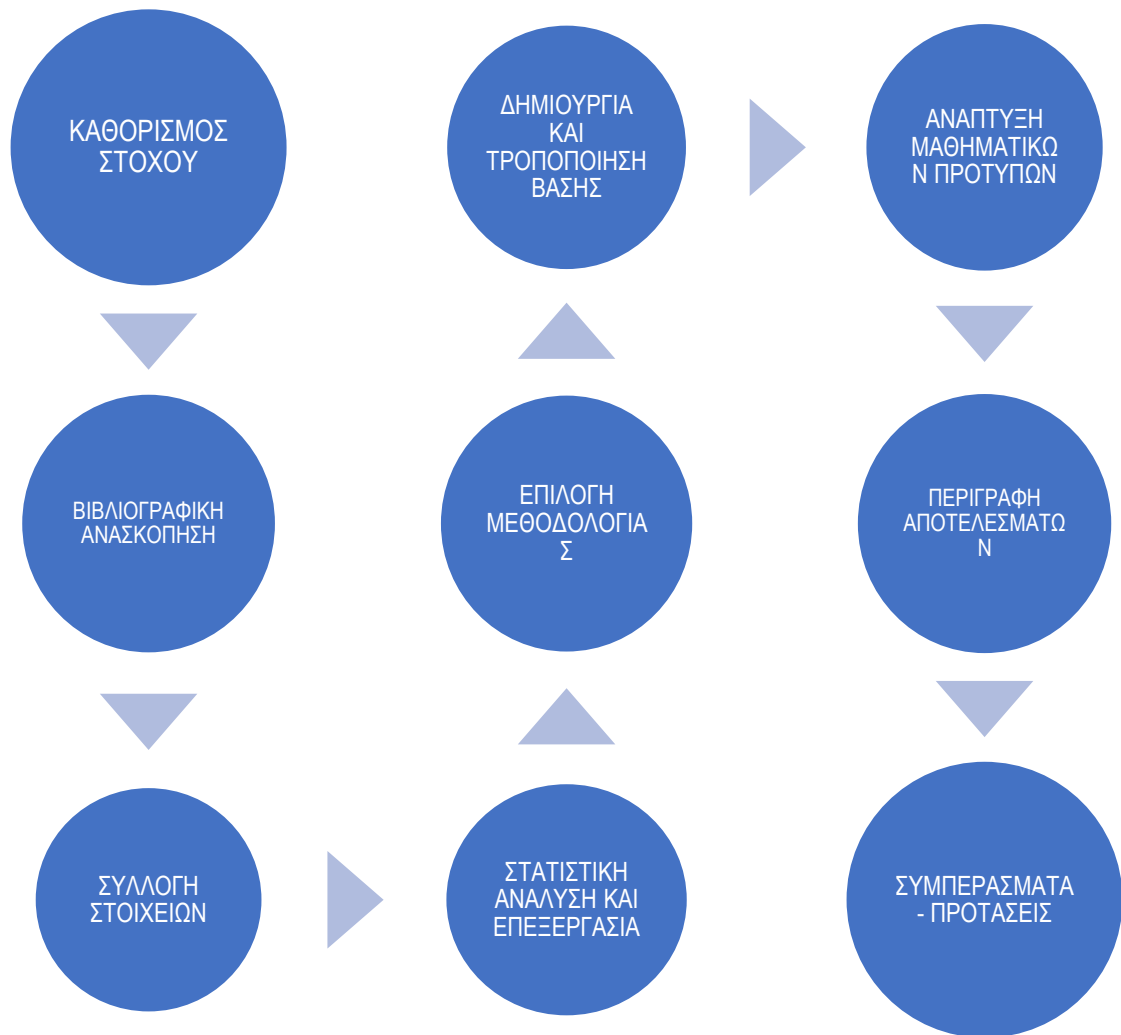
Αρχικά πραγματοποιήθηκε ο **καθορισμός του αντικειμένου** προς εξέταση καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την επίτευξη του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν δηλαδή έρευνες με θέμα παρεμφερές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Μέσω των ερευνών αυτών ανακτήθηκε σχετική εμπειρία η οποία συνέβαλε στην επιλογή μεθόδου συλλογής των στοιχείων, όσο και στην επιλογή μεθόδων ανάλυσης αυτών.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η **συλλογή των στοιχείων** που απαιτούνταν για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν ήταν για κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το χρονικό διάστημα 2008 – 2017. Τα στοιχεία αυτά, τα οποία αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των νεκρών αντλήθηκαν από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων **CARE** (Community database on Accidents on the Roads in Europe).

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η δημιουργία μίας νέας βάσης δεδομένων για τις ανάγκες της Διπλωματικής Εργασίας. Αυτό έγινε με την καταχώρηση των στοιχείων στο διαδεδομένο λογισμικό υπολογιστικών φύλλων Microsoft Excel. Η ομαδοποίηση τους πραγματοποιήθηκε μετά από διάφορες δοκιμές και αυτή οδήγησε στην τελική μορφή του βασικού πίνακα (master file). Τα στοιχεία αυτά κωδικοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι έτοιμα για το στάδιο της **στατιστικής ανάλυσης** με τη χρήση ειδικού στατιστικού λογισμικού (IBM SPSS Statistics 21). Επόμενο στάδιο αποτέλεσε η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου στατιστικής ανάλυσης (αρνητική διωνυμική κατανομή) και μία σειρά εκτενών δοκιμών διαφόρων συνδυασμών δεδομένων τα οποία οδήγησαν στην ανάπτυξη έξι τελικών μαθηματικών προτύπων. Τα δύο κύρια μοντέλα αφορούσαν τους ντόπιους και τους ξένους νεκρούς σ' όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έπειτα η Ευρωπαϊκή Ένωση χωρίστηκε σε δύο επιμέρους ομάδες κρατών, τα βόρεια και τα νότια κράτη της. Τα άλλα τέσσερα μοντέλα αφορούσαν τους ντόπιους και τους ξένους νεκρούς στις δύο αυτές υποομάδες αντίστοιχα. Για την ανάλυση αυτών των μαθηματικών προτύπων, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε ο αριθμός των νεκρών ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές, τα χαρακτηριστικά των χρηστών και του περιβάλλοντος της οδού.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε **αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων** και με βάση τα αποτελέσματα των προτύπων εξήχθησαν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για την επιρροή των εκάστοτε ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη καθώς και για τη σύγκριση τους. Με τον τρόπο αυτό προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες για το υπό εξέταση ζήτημα και διατυπώθηκαν σχετικές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

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



**Διάγραμμα 1.3:** Διάγραμμα ροής των διαδοχικών σταδίων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας



## 1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής Εργασίας μέσω περιλήψεων των κεφαλαίων της, για διευκόλυνση και καλύτερη κατανόηση του αναγνώστη.

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την εισαγωγή καθώς και τη βάση για την κατανόηση του στόχου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Ξεκινάει με αναφορά στο γενικότερο πρόβλημα των ατυχημάτων και την εξέλιξη τους σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Στη συνέχεια αναφέρει μερικούς από τους λόγους για τους οποίους είναι σημαντική η ανάλυση της οδηγικής συμπεριφοράς όπως και τους τρόπους συλλογής δεδομένων για την επίτευξη της συγκεκριμένης ανάλυσης. Κατόπιν παρουσιάζεται η μεθοδολογία η οποία θα ακολουθηθεί για την επίτευξη των στόχων, με τη μορφή κειμένου αλλά και διαγράμματος ροής για μεγαλύτερη σαφήνεια. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρούσα σύνοψη της δομής του συνόλου της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, όπως αυτά προέκυψαν από την αναζήτηση ερευνών με παρεμφερές αντικείμενο. Παρατίθενται εργασίες από την Ελλάδα αλλά και το εξωτερικό, οι οποίες έχουν δημοσιευθεί σε συνέδρια, επιστημονικά περιοδικά, άρθρα ή συγγράμματα. Έπειτα πραγματοποιείται σύνοψη των αποτελεσμάτων των ερευνών και κριτική αξιολόγησή τους, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσον κάποιες από αυτές είναι ικανές να συμβάλλουν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Το **τρίτο κεφάλαιο** αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο της Διπλωματικής Εργασίας και παρουσιάζεται η ευρύτερη κατηγορία στην οποία ανήκει η επιλεγείσα μεθοδολογία, δηλαδή η αρνητική διωνυμική κατανομή. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση των μαθηματικών και στατιστικών θεωριών στις οποίες βασίζεται αυτή και καταγράφονται όλα τα επιμέρους στοιχεία που αφορούν την εφαρμογή της. Ύστερα παρατίθεται η διαδικασία παραγωγής των μαθηματικών προτύπων και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους αυτά υποβάλλονται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται πριν την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS Statistics 21.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** αφορά στην ενότητα συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων. Αρχικά πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στη διαδικασία άντλησης και προεργασίας των στοιχείων από τη βάση δεδομένων οδικών ατυχημάτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (CARE) με σκοπό τη δημιουργία μίας νέας βάσης δεδομένων στο λογισμικό Microsoft Excel για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, και στη μορφοποίηση και την ομαδοποίηση των δεδομένων που συντέλεσαν στη διαμόρφωση του τελικού κεντρικού πίνακα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των δεδομένων ώστε να αποτελέσουν μεταβλητές συμβατές με το λογισμικό στατικής επεξεργασίας IBM SPSS Statistics 21, καθώς και η διαδικασία εισαγωγής τους σ αυτό. Στο τέλος παρατίθενται ενδεικτικές εικόνες και συγκριτικοί πίνακες των κρίσιμων

βημάτων από τις οθόνες των λογισμικών για τη διευκόλυνση και την καλύτερη κατανόηση του αναγνώστη.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται ολόκληρη η διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής της επιλεγμένης μεθοδολογίας για την παραγωγή των τελικών μαθηματικών προτύπων καθώς και τα αποτελέσματα αυτών. Αναλύονται οι συσχετίσεις των μεταβλητών μεταξύ τους και οι επιλεγόμενες προς τελική χρήση. Κλείνοντας, παρουσιάζονται τα τελικά πρότυπα.

Στο **έκτο κεφάλαιο**, έπειτα από τη σύνοψη των αποτελεσμάτων παρατίθενται τα συνολικά συμπεράσματα, όπως αυτά προέκυψαν από την ερμηνεία των παραχθέντων μαθηματικών προτύπων. Τα συμπεράσματα αυτά αποτελούν μία σύνθεση αρκετών στοιχείων και επιμέρους αποτελεσμάτων που επιχειρεί να δώσει απάντηση στα συνολικά ερωτήματα αυτής της έρευνας. Καταγράφεται οργανωμένα η γνώση που απορρέει από το υπολογιστικό τμήμα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

Το **έβδομο κεφάλαιο** αποτελεί τη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Παρατίθενται, με μορφή καταλόγου, το σύνολο των ερευνών που έχουν αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

---

### 2.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Παρουσιάζονται αποτελέσματα από συναφείς έρευνες που έχουν διεξαχθεί είτε στην Ελλάδα είτε διεθνώς. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αφορούν στη συσχέτιση των οδικών ατυχημάτων με τα χαρακτηριστικά και την εθνικότητα του οδηγού. Για κάθε έρευνα γίνεται συνοπτική παρουσίαση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε καθώς και των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξε. Οι συγκεκριμένες έρευνες επιλέχθηκαν να μελετηθούν καθώς είτε το αντικείμενο είτε η μεθοδολογία τους παρουσιάζουν συνάφεια με τα υπό μελέτη ζητήματα, όπως αυτά τέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τέλος, μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός του ακριβές αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας και η επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου για την ολοκλήρωση της.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι ακόλουθες έρευνες με την εξής σειρά:

Accident risk of foreign drivers—the case of Russian drivers in South-Eastern Finland (Leviäkangas, P., 1998)

Traffic Control Device Comprehension (Dissanayake, S. and LU, J., 2001)

Accident risk of foreign drivers in various road environments (Yannis, G., Golias, J. and Papadimitriou, E., 2007)

Comparative study on foreign drivers' characteristics using traffic violation and accident statistics in Japan (Yoh, K., Okamoto, T., Inoi, H. and Doi, K., 2017)

Road accidents and tourism: The case of the Balearic Islands (Spain) (Rosselló, J. and Saenz-de-Miera, O., 2011)

Tourism and Road Accidents in Greece (Nikolaou, D., Folla, K., Bellos, E. and Yannis, G., 2019)

Investigation of the effect of tourism on road crashes (Bellos, V., Ziakopoulos, A. and Yannis, G., 2019)

## 2.2 Συναφείς έρευνες και μεθοδολογίες

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται έρευνες συναφείς με το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας με στόχο τον προσδιορισμό ενός αντικειμένου το οποίο δεν έχει καλυφθεί πλήρως, συμπληρώνοντας έτσι υπάρχουσες εργασίες. Επιπρόσθετα, επιτρέπει τον έλεγχο εάν τα αποτελέσματα της Διπλωματικής Εργασίας συμφωνούν με εκείνα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Ο καθηγητής του Πανεπιστημίου Ουλού της Φινλανδίας, **Leviäkangas Pekka**, πραγματοποίησε μία έρευνα που παρέχει **ευρήματα για τον κίνδυνο που διατρέχουν οι ξένοι οδηγοί στη νοτιοανατολική Φινλανδία την περίοδο 1992 με 1995**. Οι ξένοι οδηγοί θεωρείται ότι έχουν μεγαλύτερο ρίσκο απ' τους εγχώριους οδηγούς στις περισσότερες χώρες του κόσμου για να προκαλέσουν ατύχημα. Χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά στοιχεία που συλλέχτηκαν από την αστυνομία και μελέτες προέλευσης-προορισμού που διεξήχθησαν στα Φινλανδικά-Ρωσικά σύνορα δεδομένου ότι οι περισσότερη ξένοι οδηγοί στη Φινλανδία είναι Ρώσοι. Υπολογίστηκαν έτσι οι αναλογίες των οδικών ατυχημάτων για τους Φινλανδούς και για τους ξένους οδηγούς.

Για να μπορέσει να γίνει ο υπολογισμός των ποσοστών ατυχημάτων για τους ξένους οδηγούς, αρχικά έγινε καθορισμός του ορισμού κινδύνου και στη συνέχεια έγινε διανομή της κίνησης των ξένων οδηγών στο οδικό δίκτυο και ο καθορισμός του αντίστοιχου φόρτου κυκλοφορίας για κάθε τμήμα της οδού και για κάθε χρονική περίοδο. Ο υπολογισμός του αριθμού των ατυχημάτων και ετήσιων στατιστικών βασίστηκε σε τρεις παραμέτρους :

A) Θεωρήθηκε πως οι διασυνοριακοί κυκλοφορία παρέμεινε σταθερή στη διάρκεια της έρευνας

B) Η διασπορά των εθνικοτήτων των επιβατών προήλθε από ερωτηματολόγιο

Γ) Θεωρήθηκε πως η εθνικότητα των οδηγών των βαρέων οχημάτων ήταν ίδια με την εθνικότητα του οχήματος

Τέλος, έγινε στατιστική ανάλυση ώστε να διαχωριστούν τα ατυχήματα τα οποία αφορούσαν ξένους οδηγούς.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα ποσοστά ατυχημάτων των ξένων οδηγών είναι πιο υψηλά από αυτά εγχώριων οδηγών. Πιο συγκεκριμένα από τη σύγκριση των ποσοστών των οδικών ατυχημάτων οι ξένοι οδηγοί παρουσιάζουν δύο με τρεις φορές υψηλότερη επικινδυνότητα σε σχέση με τους εγχώριους οδηγούς. Παρατηρήθηκε ακόμη πως την χειμερινή περίοδο είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη η οδήγηση για τους ξένους οδηγούς. Γίνεται αντιληπτό πως η οδική κουλτούρα διαφορετικών χωρών εξηγεί τις διαφορές σε μεγάλο βαθμό αντί των άλλων συγκεκριμένων ειδικών και τεχνικών παραμέτρων κινδύνου. Ορισμένοι από τους πιθανούς παραμέτρους κινδύνου που

αναγνωρίζονται είναι η έλλειψη γνώσης για τους τοπικούς κανόνες κυκλοφορίας, η ανεπάρκεια των ξένων οδηγών να οδηγήσουν σε χειμερινές συνθήκες, η έλλειψη χειμερινού εξοπλισμού των αυτοκινήτων, καθώς και η γενικότερη συμπεριφορά των ξένων οδηγών με γνώμονα την οδική ασφάλεια (Leviäkangas, 1998).

Αυτό επιβεβαιώνεται και από την έρευνα της καθηγήτριας **Dissanayake Sunanda** και του καθηγητή **Jian John Lu**. Η μελέτη που πραγματοποίησαν **αξιολόγησε την κατανόηση του μηχανισμού ελέγχου κυκλοφορίας από τους διεθνείς και ντόπιους οδηγούς στις Ηνωμένες Πολιτείες**. Με βάση τα στοιχεία από τη Μελέτη επισκεπτών της Φλόριντα, στις χώρες από τις οποίες προήλθαν οι διεθνείς τουρίστες υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των συστημάτων μεταφοράς και των πρακτικών σήμανσης που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις χώρες προέλευσης και στις ΗΠΑ. Έτσι, οι διεθνείς τουρίστες ενδέχεται να μην είναι σε θέση να ερμηνεύσουν σωστά ορισμένους από τους μηχανισμούς ελέγχου της κυκλοφορίας. Τυπικά προβλήματα μπορεί να περιλαμβάνουν την κατανόηση λέξεων και συμβόλων, συντομογραφιών, σειράς πληροφοριών, κατευθυντήριων οδηγιών, κλπ.

Λόγω της έλλειψης εξοικείωσης με το κυκλοφοριακό σύστημα, οι διεθνείς τουρίστες ενδέχεται να έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες εμπλοκής σε κυκλοφοριακά ατυχήματα κατά την οδήγηση σε ξένες χώρες. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι υπάρχει έλλειψη ερευνητικών μελετών που διεξήχθησαν στον τομέα της ασφάλειας των οδικών δικτύων και των μεταφορικών αναγκών των διεθνών επισκεπτών / τουριστών, η μελέτη αυτή αναγνώρισε άλλες ανησυχίες σχετικά με τις μεταφορές και πρότεινε ιδέες για την αντιμετώπιση των αναγκών των διεθνών τουριστών.

Αυτοί οι στόχοι επιτεύχθηκαν με τη διεξαγωγή έρευνας στο τμήμα αναχωρήσεων δύο διεθνών αερολιμένων της Φλόριντα, Τάμπα και Ορλάντο. Ετοιμάστηκε ένα **έντυπο έρευνας στην πρώτη ενότητα** του οποίου περιγράφονταν διάφορες γενικές ερωτήσεις όπως τον κύριο τρόπο μεταφοράς του ερωτηθέντος στις ΗΠΑ / Φλόριντα, πληροφορίες σχετικά με τα προβλήματα που σχετίζονται με τη μεταφορά, τη μόνιμη τοποθεσία διαμονής, αν το ταξίδι που ερευνήθηκε ήταν το πρώτο στις ΗΠΑ / Φλόριντα, κλπ. Επιπλέον, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν επίσης να παρέχουν αξιολογήσεις ικανοποίησης για επτά παράγοντες ανάλογα με τη γνώμη τους. Οι παράγοντες ήταν: **Το σύστημα μεταφορών των Ηνωμένων Πολιτειών, ευκολία εύρεσης του προορισμού, άνεση να ακολουθήσουν σημάτων κυκλοφορίας, σημάνσεις, κ.λπ, ευκολία στην κατανόηση των σημάτων κυκλοφορίας, διαθεσιμότητα και ακρίβεια πληροφοριών που σχετίζονται με τη μεταφορά, γνώση αγγλικών για μεταφορικές ανάγκες, ασφάλεια των μεταφορών ενώ ταξιδεύετε στη Φλόριντα.**

Στην **δεύτερη ενότητα** της έρευνας, που έπρεπε να συμπληρωθεί μόνο εάν ο ερωτώμενος οδήγησε στις Ηνωμένες Πολιτείες ή τη Φλόριντα, παρατίθενται τέσσερις πινακίδες κυκλοφορίας, δύο σημάσεις οδοστρώματος και δύο θέσεις σημάτων κυκλοφοριακής σήμανσης, όπου οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να επισημάνουν την έννοια του καθενός επιλέγοντας από τις τέσσερις δυνατές επιλογές.

Συνολικά συμπληρώθηκαν 740 έρευνες εκτός από διεθνείς τουρίστες, το ερωτηματολόγιο δόθηκε και σε Αμερικανούς, όπου θεωρούνταν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες ως "άτομα εντός του κράτους / οδηγούς" και "άτομα εκτός του κράτους / οδηγοί" ανάλογα με τη μόνιμη κατοικία τους, για να μπορέσει να γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων. Από το σύνολο των διεθνών ερωτηθέντων, το 65,4% ήταν Ευρωπαίοι, ακολουθούμενο από το 20,9% των νοτιο-κεντρικών Αμερικανών και των Μεξικανών. Οι Καναδοί αποτελούσαν το 4,3% και οι Ασιάτες 2,6%. Το υπόλοιπο ήταν από πολλές διαφορετικές χώρες. Συνολικά, το 13% των διεθνών επισκεπτών αντιμετώπισε ή διαμαρτυρήθηκε για κάποιο πρόβλημα σχετικό με τη μεταφορά ποσοστό μικρότερο από αυτό των εγχώριων ερωτηθέντων. Ωστόσο, αυτό μπορεί να οφείλεται στην περιορισμένη χρήση του συστήματος μεταφοράς από τους διεθνείς ερωτηθέντες.

Μέσω των αναλύσεων δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι **περισσότεροι διεθνείς οδηγοί από ό, τι εγχώρια άτομα δεν έχουν κατανοήσει τις σημάνσεις, τις ενδείξεις και τα σήματα κυκλοφορίας**. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα ικανοποίησης σχετικά με τους επτά παράγοντες από καθεμία από τις υποομάδες των ερωτώμενων κατηγοριοποιήθηκαν από τα πέντε επίπεδα ικανοποίησης ως ποσοστά συχνότητας. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα του ερωτηματολογίου, η λιγότερο ικανοποιημένη ομάδα σχετικά με πολλά θέματα ήταν οι Νοτιοαμερικάνοι ενώ οι Μεξικανοί ήταν η πιο ικανοποιημένη ομάδα εκτός από την περίπτωση της γνώσης αγγλικών για μεταφορικές ανάγκες. Όσον αφορά την άνεση υπακοής στους μηχανισμούς ελέγχου της κυκλοφορίας, την ευκολία κατανόησης των σημάτων κυκλοφορίας, τη διαθεσιμότητα και την ακρίβεια των πληροφοριών που σχετίζονται με τη μεταφορά, και η γνώση της αγγλικής γλώσσας για τις μεταφορικές ανάγκες, οι διεθνείς οδηγοί ανέφεραν χαμηλότερα ικανοποιητικά επίπεδα από ό, τι οι κρατικοί όσο και οι μη κρατικοί κάτοικοι των Ηνωμένων Πολιτειών.

Στην κατανόηση του κυκλοφορικού συστήματος όπου αξιολογήθηκαν τα επίπεδα κατανόησης σημάτων όπως "STOP", "Ολισθηρός δρόμος", "Διαιρεμένες οδικές άκρες", "Μην περάσετε", της διακεκομμένης κίτρινης κεντρικής γραμμή, και των διπλών σημάνσεων στερεών λευκών γραμμών οδοστρώματος, η έρευνα έδειξε ότι η κατανόηση του διεθνούς οδηγού ήταν χαμηλότερη από αυτή των εγχώριων οδηγών. Αναφορικά με τις δύο ενδείξεις σημάτων κυκλοφοριακού που δοκιμάστηκαν σε αυτήν την έρευνα, το κίτρινο σήμα και το πράσινο βέλος, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι διεθνείς οδηγοί είχαν πολύ χαμηλή αντίληψη για το κοινό κίτρινο σήμα που μπορεί να οδηγήσει σε ανησυχίες για την ασφάλεια των οδών. Η διασταυρούμενη ανάλυση έδειξε επίσης πως παράγοντες όπως το φύλο και η ηλικία δεν φαίνεται να έχουν κάποια συσχέτιση με την κατανόηση των συστημάτων κυκλοφορίας. Ωστόσο, παράμετροι όπως η διάρκεια άδειας οδήγησης δεν ήταν δυνατόν να δοκιμαστούν στη μελέτη αυτή λόγω της έλλειψης διαθεσιμότητας δεδομένων.

Εν κατακλείδι, διαπιστώθηκε ότι οι διεθνείς ερωτηθέντες ήταν λιγότερο ικανοποιημένοι από την άνεση και την ευκολία τους σχετικά με τις συσκευές ελέγχου της κυκλοφορίας

και, κυρίως, λιγότερο ικανοποιημένοι από τη διαθεσιμότητα πληροφοριών σχετικά με τη μεταφορά. Όταν δοκιμάστηκαν για την κατανόηση των συσκευών ελέγχου κυκλοφορίας, οι διεθνείς οδηγοί πραγματοποίησαν πολύ χαμηλότερα από τους εγχώριους οδηγούς, υποδεικνύοντας την ανάγκη βελτίωσης. Πιθανότερα μέτρα που μπορούν να ληφθούν ώστε να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες των διεθνών επισκεπτών για την ασφάλεια τους θα ήταν να διατίθενται πληροφορίες σχετικά με τις μεταφορές σε διεθνείς επισκέπτες καθώς η τυποποίηση των κανόνων και κανονισμών κυκλοφορίας θα ήταν πολύ χρήσιμη όχι μόνο για τους διεθνείς επισκέπτες στις Ηνωμένες Πολιτείες αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο (DISSANAYAKE and LU, 2001).

Μία σημαντική έρευνα που εκπονήθηκε το 2007 από τους καθηγητές κ. Γιαννή και κ. Γκόλια καθώς και Παπαδημητρίου Ε. εξέταζε την **επικινδυνότητα εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα ξένων και Ελλήνων οδηγών σε διαφορετικά περιβάλλοντα στην Ελλάδα**. Η ανάλυση στοχεύει στον προσδιορισμό της συνδυασμένης επίδρασης της εθνικότητας του οδηγού, του τύπου της περιοχής (εντός/εκτός αστικής περιοχής), της ύπαρξης διασταυρώσεως (ναι/οχι), και των συνθηκών φωτισμού (ημέρα/νύχτα), στην επικινδυνότητα εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα. Ειδικότερα, επιδιώκει να εξετάσει την έκταση που η πιθανότητα συμμετοχής των ξένων (μεταναστών ή τουριστών) οδηγών σε ατυχήματα είναι δυσανάλογα υψηλή σε σύγκριση με την αντίστοιχη πιθανότητα των Ελλήνων οδηγών, και να καθορίσει τον ρόλο των διαφόρων παραμέτρων υποδομής. Τα αποτελέσματα αποσκοπούν στην προώθηση των κατάλληλων μέτρων, προσαρμοσμένων στις ειδικές ανάγκες κάθε κατηγορίας ξένων οδηγών, για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και άνεσης.

Επεξεργάστηκαν δεδομένα τα οποία αντλήθηκαν από την εθνική βάση δεδομένων οδικών ατυχημάτων της Ελλάδας και περιλάμβαναν όλους τους οδηγούς που καταγράφηκαν ότι ενεπλάκησαν σε ατύχημα τραυματισμού για την περίοδο 1996 έως 2001, διασταυρωμένα με την **εθνικότητα του οδηγού, την περιοχή και την ώρα του ατυχήματος**. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιλέχθηκαν ως τα κρίσιμα για τον προσδιορισμό του κινδύνου οδικών ατυχημάτων όσον αφορά την οδική υποδομή. Αναλύθηκαν τέσσερις κατηγορίες οδηγών: οι Έλληνες οδηγοί, οι Αλβανοί οδηγοί, οι οδηγοί από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (από την ΕΕ των 15 κρατών-μελών), οι οδηγοί από άλλες εθνικότητες.

Λόγω έλλειψης δεδομένων έκθεσης, εφαρμόστηκε η τεχνική της επαγόμενης έκθεσης (included exposure). Η τεχνική επαγόμενης έκθεσης βασίζεται στην υπόθεση ότι σε κάθε οδικό ατύχημα στο οποίο εμπλέκονται Ν οχήματα υπάρχει ένας οδηγός υπεύθυνος για το ατύχημα και ένας αθώος οδηγός που επιλέγεται τυχαία από το συνολικό πληθυσμό οδηγών. Η βασική απαίτηση για τη χρήση αυτής της μεθόδου είναι η αναγνώριση του οδηγού που προκάλεσε το ατύχημα. επιπλέον, δεν συνιστάται η χρήση της μεθόδου σε άλλα ατυχήματα εκτός από των δύο οχημάτων.

Η συγκεκριμένη ανάλυση αποσκοπεί στη διερεύνηση των συνδυασμένων επιπτώσεων της εθνικότητας του οδηγού, του τύπου της περιοχής, της ύπαρξης

διασταυρώσεως και των συνθηκών φωτισμού, στην επικινδυνότητα εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα. Οι εκτιμώμενοι και παρατηρούμενοι λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (odds ratios) εξετάζονται για την ποσοτικοποίηση των διαφόρων επιδράσεων όσον αφορά τη σχετική επικινδυνότητα. Προκειμένου να προσδιοριστεί η σημασία όλων των αλληλεπιδράσεων, εφαρμόζεται μοντελοποίηση μέσω λογαριθμογραμμικής ανάλυσης.

Τα **αποτελέσματα της ανάλυσης** των κατηγοριών των τεσσάρων οδηγών έδειξαν ότι οι Έλληνες οδηγοί έχουν χαμηλότερη σχετική επικινδυνότητα εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα σε σύγκριση με όλους τους ξένους οδηγούς. Η ερμηνεία του γεγονότος αποδόθηκε στο ότι οι Έλληνες οδηγοί είναι πολύ πιο εξοικειωμένοι με τη διαφορετική πολυπλοκότητα της οδικής υποδομής στην Ελλάδα, και η προσαρμογή τους αυτή συμβάλλει στην καλύτερη αντίδραση στον κίνδυνο. Μεταξύ των τριών κατηγοριών ξένων οδηγών, οι οδηγοί άλλης εθνικότητας μη αλβανική και μη ΕΕ) φαίνεται να έχουν υψηλότερη επικινδυνότητα εμπλοκής στα ατυχήματα σε σχέση με τις άλλες δύο κατηγορίες.

Συγκεκριμένα, τα δεδομένα που αναλύθηκαν δείχνουν ότι οι ξένοι οδηγοί στην Ελλάδα διακρίνονται πράγματι από αυξημένη επικινδυνότητα εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα. Επιπλέον, χαρακτηριστικά της οδικής υποδομής βρέθηκαν να διαφοροποιούν σημαντικά την επικινδυνότητα των διαφόρων εθνοτήτων που εξετάστηκαν. Οι κατοικημένες περιοχές και οι κόμβοι ήταν οι δύο παράγοντες οδικής υποδομής που επηρεάζουν περισσότερο την επικινδυνότητα. Αντιθέτως οι συνθήκες φωτισμού και οι μη κατοικημένες περιοχές δεν φάνηκε να διαφοροποιούν σημαντικά την επικινδυνότητα των ξένων οδηγών. αυτό αποδόθηκε στο γεγονός ότι οι αστικές περιοχές και οι διασταυρώσεις προϋποθέτουν μία πιο απαιτητική συμπεριφορά οδήγησης, δηλαδή ενός συνδυασμού αποφάσεων κάτω από πιο συνθέτες συνθήκες κυκλοφορίας και περισσότερους κανόνες κυκλοφορίας. σημειώθηκε ότι οι Αλβανοί, δηλαδή οι μετανάστες μόνιμοι κάτοικοι, Οι οποίοι είναι πιο εξοικειωμένοι με το οδικό περιβάλλον και τους κανόνες κυκλοφορίας, φάνηκε να είναι λιγότερο ευάλωτοι από τους οδηγούς χωρών της ΕΕ και οδηγούς άλλης εθνικότητας, οι οποίοι αντιστοιχούν σε τουρίστες ή σε άλλους περιστασιακούς χρήστες του οδικού δικτύου (Yannis, Golias and Papadimitriou, 2007).

Άλλη μία μελέτη που αφορούσε τα χαρακτηριστικά των ξένων οδηγών είναι εκείνη που έγινε το 2017 από τους Yoh, K., Okamoto, T., Inoi, H. and Doi, K.. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να προσδιοριστούν τα **χαρακτηριστικά των αλλοδαπών οδηγών μέσω της ανάλυσης των παραβιάσεων της κυκλοφορίας** και των δεδομένων σχετικά με το ατύχημα στην Ιαπωνία. Έχει εφαρμοστεί δοκιμή ανεξαρτησίας  $\chi^2$  και συντελεστής εξειδίκευσης, προκειμένου να κατανοηθούν οι συγκεκριμένες παραβιάσεις και ατυχήματα με υψηλή τάση σε σχέση με την περιοχή από την οποία κατάγεται ο αλλοδαπός. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης για να αποκαλυφθούν οι σχέσεις μεταξύ παραβιάσεων της κυκλοφορίας και ατυχημάτων. Ως



αποτέλεσμα, αποκαλύφθηκε ότι η αίσθηση προτεραιότητας, ταχύτητας και κατανόησης των κανόνων επηρεάζει τις παραβιάσεις της κυκλοφορίας.

Τα **δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν** σε αυτή τη μελέτη είναι ο αριθμός των παραβάσεων της κυκλοφορίας και των ατυχημάτων που αναφέρθηκαν από την τοπική αστυνομική υπηρεσία στην Ιαπωνία. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν την εθνικότητα αλλά όχι το φύλο, την ηλικία, τον τύπο άδειας και ούτω καθεξής.

Η οπτική γωνία από την οποία έγιναν αντιληπτά τα χαρακτηριστικά των αλλοδαπών οδηγών ήταν η εξής: Αρχικά η κατάσταση ασφαλείας ταξινομήθηκε από τον Doi K. σε δύο κατηγορίες: στη λειτουργική ασφάλεια και στην εγγενή ασφάλεια. Λειτουργικά ασφαλής είναι η κατάσταση κατά την οποία είτε η πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος είτε το μέγεθος βλάβης μειώνεται μέσω της επιβολής. Η εγγενής ασφάλεια αντιστοιχεί στην κατάσταση στην οποία οι κίνδυνοι απομακρύνονται στην πηγή τους, π.χ. ο σεβασμός της προτεραιότητας οδηγεί σε ελάχιστες ή καθόλου πιθανότητες σύγκρουσης. Η εκπαίδευση, η εμπειρία και η πρόληψη είναι ζωτικής σημασίας, διότι η συνήθης ασφάλεια πραγματοποιείται από τις συμπεριφορές των οδηγών. Ωστόσο, τόσο η προτεραιότητα όσο και η ταχύτητα είναι συνήθεις παράγοντες που διαμορφώνονται στη χώρα των αντίστοιχων οδηγών λόγω των διαφορών στα συστήματα άδειας οδήγησης, τους κανόνες κυκλοφορίας κλπ. Εκτός από αυτούς τους δύο παράγοντες, η σωστή κατανόηση των κανόνων κυκλοφορίας και των οδικών σημάτων είναι ο παράγοντας κλειδί για τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, ιδίως για τους αλλοδαπούς οδηγούς. Έτσι, η έννοια της PSC (Προτεραιότητα, Ταχύτητα και Συμπεριφορά) χρησιμοποιείται ως βάση για να κατανοηθούν οι διαφορές των χαρακτηριστικών ξένων οδηγών σε αυτή τη μελέτη.

Η **μεθοδολογία** που εφαρμόστηκε περιείχε πρώτον, την ανάλυση της σχέσης μεταξύ εθνικότητας και παραβάσεων κυκλοφορίας με την εφαρμογή δύο δοκιμών ανεξαρτησίας  $\chi^2$  για να προσδιοριστεί εάν η εθνικότητα σχετίζεται με τις παραβιάσεις κυκλοφορίας. Το ένα εφαρμόστηκε στα δεδομένα των Ιαπώνων και των αλλοδαπών και το άλλο εφαρμόστηκε στα δεδομένα των Ανατολικών Ασιατών, των Νοτιοανατολικών Ασιατών και της Βόρειας/ Νότιας Αμερικής. Δεύτερον, περιείχε την ανάλυση των συγκεκριμένων παραβάσεων και ατυχημάτων με υψηλή τάση ανά εθνικότητα. Προκειμένου να εξειδικευθεί η τάση κάθε εκάστοτε οδηγού προτάθηκαν τέσσερις συντελεστές ειδίκευσης: η τάση εξειδίκευσης της παραβίασης της κυκλοφορίας εκάστου αντιπροσωπευτικού οδηγού σε σύγκριση με τους Ιάπωνες οδηγούς (VSCJ), η τάση εξειδίκευσης της παραβίασης της κυκλοφορίας σε σύγκριση με όλους τους αλλοδαπούς οδηγούς στην Ιαπωνία (VSCF), η τάση εξειδίκευσης των τροχαίων ατυχημάτων κάθε αντιπροσωπευτικού οδηγού σε σύγκριση με τους Ιάπωνες οδηγούς (ASCJ) και η τάση εξειδίκευσης των τροχαίων ατυχημάτων κάθε αντιπροσωπευτικού οδηγού σε σύγκριση με όλους τους αλλοδαπούς οδηγούς. Τρίτον, περιείχε την ανάλυση της σχέσης μεταξύ παραβάσεων κυκλοφορίας και ατυχημάτων. Η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης εφαρμόστηκε για να αποκαλύψει τους παράγοντες που επηρεάζουν ένα συγκεκριμένο ατύχημα ως κοινά χαρακτηριστικά των ξένων οδηγών, εξετάζοντας τη σχέση μεταξύ της τάσης εξειδίκευσης της

παραβίασης της κυκλοφορίας και των τάσεων εξειδίκευσης του τροχαίου ατυχήματος χρησιμοποιώντας το VSCF και το ASCF, Ιαπωνία.

Η διαδικασία της ανάλυσης περιείχε δύο τύπους δεδομένων και τρεις τύπους αναλύσεων. Πρώτον, διεξήχθησαν αναλύσεις της σχέσης μεταξύ εθνικοτήτων και παραβιάσεων της κυκλοφορίας με τον αριθμό των παραβιάσεων της κυκλοφορίας. Δεύτερον, υπολογίστηκαν οι συντελεστές ειδίκευσης τόσο των παραβάσεων της κυκλοφορίας όσο και των ατυχημάτων. Αυτοί οι συντελεστές προσδιορίζουν την τάση εξειδίκευσης κάθε αντιπροσωπευτικής χώρας σε σύγκριση με τους Ιάπωνες οδηγούς και όλους τους ξένους οδηγούς στην Ιαπωνία. Τέλος, αποκαλύφθηκε η σχέση μεταξύ παραβιάσεων της κυκλοφορίας και ατυχημάτων βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης που εφαρμόστηκε για τους συντελεστές VSCFs και ASCFs.

Τα **αποτελέσματα** δείχνουν ότι οι τάσεις παραβίασης των κανόνων κυκλοφορίας και πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων ποικίλλουν από περιοχή σε περιοχή. Παρά ταύτα, οι περισσότερες παραβιάσεις της κυκλοφορίας και τα ατυχήματα που αναφέρονται από τη βάση δεδομένων των αλλοδαπών οδηγών θεωρείται ότι προκαλούνται από τους κατοίκους και όχι από τους βραχυπρόθεσμους επισκέπτες.

Τα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής διευκρινίστηκαν συγκρίνοντας τις παραβιάσεις της κυκλοφορίας και τα ατυχήματα των αλλοδαπών οδηγών σε αυτήν την έρευνα. Αναφέρεται επίσης ότι η αίσθηση προτεραιότητας, η ταχύτητα και η κατανόηση των κανόνων επηρεάζουν την τάση των παραβιάσεων της κυκλοφορίας. Μπορούμε λοιπόν να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η έννοια του PSC είναι αποτελεσματική για να κατανοήσει τα χαρακτηριστικά των οδηγών. Ως εκ τούτου, συμπεραίνεται ότι η βελτιστοποίηση των μέτρων ασφαλούς οδήγησης βάσει των χαρακτηριστικών των οδηγών σε σχέση με την περιοχή είναι αποτελεσματική. Η μελέτη αυτή αναγνώρισε το χαρακτηριστικό οδήγησης με βάση την περιοχή. Άλλες πηγές όπως οι κάμερες ανιχνευτών αυτοκινήτων και παγίδων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη περισσότερων δεδομένων με σκοπό την περαιτέρω κατανόηση αυτών των χαρακτηριστικών του οδηγού (Yoh et al., 2017).

Επίσης σημαντικό είναι να αναφερθούν έρευνες που αφορούν τη συσχέτιση των οδικών ατυχημάτων με τον τουρισμό καθώς επηρεάζεται από την ποικιλία των εθνικοτήτων. Το 2011 πραγματοποιήθηκε από τους Rosselló J. και Saenz-de-Miera μία μελέτη που ερευνά τη **συσχέτιση των οδικών ατυχημάτων με τον τουρισμό** στις Βαλεριάδες Νήσους της Ισπανίας. Η αύξηση της τουριστικής κινητικότητας σε πολλούς προορισμούς υποδηλώνει μία αύξηση εξωτερικότητας που σχετίζονται με τον τουρισμό μεταξύ των οποίων τα οδικά ατυχήματα είναι από τα πιο σημαντικά και έχουν βρεθεί σαν το συχνότερο αίτιο τραυματισμού για τους τουρίστες. Πολλές προσπάθειες για την κατανόηση των αιτιών που προκαλούν τα οδικά ατυχήματα προέκυψαν από την ανάλυσή της βιβλιογραφίας των μεταφορών και των κυκλοφοριακών συστημάτων, με πολλές έρευνες να καταδεικνύουν τις μετεωρολογικές συνθήκες και τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες σαν

συχνότερα και σημαντικότερα αίτια χωρίς να εξετάζεται ο ρόλος του τουρισμού. Χρησιμοποιώντας μία μελέτη στις Βαλεριάδες Νήσους της Ισπανίας, η έρευνα συσχετίζει τον αριθμό ατυχημάτων καθώς και τη μεταβολή αυτού του αριθμού με τον πιο σύνηθες σύνολο προσδιοριστικών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στην βιβλιογραφία αναφοράς και επιπρόσθετα συμπεριλαμβάνει μία νέα επεξηγηματική μεταβλητή που ενσωματώνει την τουριστική δραστηριότητα.

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα **εκτιμά τον ρόλο του τουρισμού στον καθορισμό του αριθμού των ατυχημάτων** σε ένα καθημερινό πλαίσιο χρησιμοποιώντας τις ήδη γνωστές μεταβλητές από την βιβλιογραφία αναφοράς και ενσωματώνοντας στην εξίσωση μία ημερήσια μέτρηση του αποθέματος των τουριστών σε έναν προορισμό φιλοξενίας. Τα αποτελέσματά έδειξαν πώς οι μεταβλητές που σχετίζονται με τις καιρικές συνθήκες διαδραματίζουν βασικό ρόλο στον προσδιορισμό των τροχαίων ατυχημάτων και επίσης τον τρόπο με τον οποίο ο τουρισμός μπορεί να συνδεθεί με ένα σημαντικό ποσοστό των ατυχημάτων που συμβαίνουν στις Βαλεαρίδες. Έγινε χρήση της μεθόδου κατανομή Poisson και αρνητικής διωνυμικής κατανομή καθώς και χρήση του κριτηρίου μεγιστοποίησης του λογαρίθμου πιθανοφάνειας και του κριτηρίου Akaike για την εύρεση του βέλτιστου μοντέλου. Από τα αποτελέσματα διαμορφώθηκαν διάφορα μοντέλα προσομοίωσης για να εξετάσουν τις επιπτώσεις του τουρισμού στα οδικά ατυχήματα. Μεταξύ άλλων η προσομοίωση έδειξε ότι ο αριθμός των ατυχημάτων θα μειωθεί κατά 15.8% στις Βαλεριάδες. Το ποσοστό αυτό μπορεί να συσχετιστεί με το γεγονός πως ο πληθυσμός στις Βαλεριάδες αυξήθηκε από 875,000 το 2000 σε 1.000.000 το 2006 ενώ ο αριθμός αφίξεων τουριστών αυξήθηκε 11.000.000 σε 12.000.000 στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Συνοψίζοντας, η μελέτη αυτή παρείχε εμπειρικά στοιχεία για να αποδείξει ότι πράγματι η **παρουσία τουριστών οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των τροχαίων ατυχημάτων** και μια ποσοτική εκτίμηση αυτής της σχέσης για την περίπτωση των Βαλεαρίδων Νήσων. Τα αποτελέσματα έδειξαν την αναμενόμενη θετική σχέση σύμφωνα με την οποία η αύξηση του πληθυσμού λόγω της παρουσίας τουριστών οδηγεί σε αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων. Η εφαρμογή του μοντέλου θα πρέπει να επεκταθεί και σε άλλες τουριστικές περιοχές, ώστε να εκτιμηθεί περαιτέρω ο ρόλος του τουρισμού στα οδικά ατυχήματα (Rosselló and Saenz-de-Miera, 2011).

Μία επιπλέον έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2019 από τους Νικολάου Δ., Φώλλα Κ., Μπέλλο Ε. και Γιαννή Γ.. Ο σκοπός της έρευνας ήταν να μελετήσει **την επίπτωση του τουρισμού στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα** για την περίοδο 2011-2015. Η ανάλυση των δεδομένων για τα οδικά ατυχήματα ήταν βασισμένη σε συλλογή δεδομένων από την αστυνομία και κωδικοποιημένη από την ΕΛΣΤΑΤ. Αυτή η εθνική βάση δεδομένων αποτελείται από αναλυτικά δεδομένα για ατυχήματα που προκάλεσαν τραυματισμούς στην Ελλάδα. Υπογραμμίζεται πως τα ατυχήματα που λήφθηκαν υπόψη δεν περιλαμβάνουν ατυχήματα που προκάλεσαν ζημία μόνο βλάβη στα οχήματα, διότι τα ατυχήματα χωρίς τουλάχιστον ένα τραυματία δεν καταγράφονται. Η ανάλυση έγινε σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο βασίζεται στον τύπο της περιοχής, ενώ το δεύτερο βασίζεται στην εθνικότητα του τραυματία ή του

θανόντα στο οδικό ατύχημα. Γι' αυτό τον σκοπό οι ελληνικές περιοχές κατηγοριοποιήθηκαν σε **τουριστικές και μη τουριστικές**, και οι τραυματίες των οδικών ατυχημάτων κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με την εθνικότητά τους: **Έλληνες, ξένοι τουρίστες και μετανάστες**. Επιπλέον με τη χρήση της μεθόδου της εξαγόμενης έκθεσης σε κίνδυνο υπολογίστηκε η ευθύνη του οδηγού ανά εθνικότητα και περιοχή.

Η ανάλυση αποκάλυψε πολύ ενδιαφέροντα αποτελέσματα αναφορικά με **την σχέση των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα και του τουρισμού**. Κατά την τουριστική περίοδο παρατηρήθηκε μια αύξηση στα οδικά ατυχήματα και στους θανάτους, με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται στις τουριστικές περιοχές. Το δεδομένο αυτό υποδηλώνει ξεκάθαρα το σημαντικό αντίκτυπο που έχει ο τουρισμός στην οδική ασφάλεια στην Ελλάδα. Επιπλέον στις τουριστικές περιοχές, τα μεγαλύτερα ποσοστά θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων αφορούν τα δίκυκλα, κάτι που μπορεί να εξηγηθεί από τη αυξημένη κυκλοφορία των συγκεκριμένων οχημάτων στις τουριστικές περιοχές. Μια άλλη παρατήρηση όπου διαφαίνεται είναι πως στις τουριστικές περιοχές υπάρχουν περισσότεροι θανόντες ή τραυματίες μεταξύ των ηλικιών 15 έως 24 και 25 έως 44 συγκριτικά με τις μη τουριστικές περιοχές, κάτι που υποδεικνύει την αυξανόμενη κυκλοφορία νεότερων ανθρώπων στις τουριστικές περιοχές και στη διάρκεια των τουριστικών περιόδων. Μεταξύ των ξένων τουριστών τα ποσοστά θανάτων για γυναίκες και άντρες είναι παρεμφερή ενώ για τους Έλληνες παρατηρούνται μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας αντρών. Όσον αφορά την ευθύνη του ατυχήματος οι ξένοι τουρίστες έχουν μεγαλύτερα ποσοστά κατά 25% σε σχέση με τους Έλληνες και τους μετανάστες. Εν κατακλείδι τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας μας επιτρέπουν να αποκτήσουμε μια γενικότερη εικόνα για το επίπεδο της οδικής ασφάλειας στις τουριστικές και μη περιοχές της Ελλάδας, πληροφορίες οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας (Nikolaou et al., 2019).

Τέλος, μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Μπέλλο Ε., Ζιακόπουλο Α. και Γιαννή Γ. το 2019 είχε ως αντικείμενο τη **διερεύνηση των επιπτώσεων του τουρισμού σε οδικά ατυχήματα**. Για το σκοπό αυτό, συλλέχθηκαν στοιχεία από την αστυνομία σχετικά με τις οδικές συγκρούσεις στην Ελλάδα για την πενταετία 2011-2015 και ακολούθως υποβλήθηκαν σε επεξεργασία για να εντοπιστούν οι συνεισφέροντες παράγοντες που χαρακτηρίζουν τα οδικά ατυχήματα. Ένα πρώτο βήμα επεξεργασίας των δεδομένων ήταν η δημιουργία ομάδων εθνικοτήτων. Συγκεκριμένα χωρίστηκαν στις εξής κατηγορίες: την Ελλάδα, την Αλβανία, την Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Ασία.

Για την ανάλυση αυτή αναπτύχθηκαν αρνητικά μοντέλα δυαδικής παλινδρόμησης, τα οποία όρισαν ως εξαρτημένη μεταβλητή τη συχνότητα σύγκρουσης ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές την εθνικότητα του οδηγού, την εποχή, το σκοπό του ταξιδιού και την περιοχή. Λόγω του γεγονότος ότι η Ελλάδα έχει 51 διαφορετικές περιφέρειες, χρησιμοποιήθηκε μια μεθοδολογία δύο σταδίων για τον προσδιορισμό τουριστικών και μη τουριστικών περιοχών. Ο δείκτης περιοχής κατηγορίας (RCI) υπολογίστηκε αρχικά

διαιρώντας τον αριθμό των συγκρούσεων που σημειώθηκαν κατά την τουριστική περίοδο με τον αριθμό των συγκρούσεων που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της μη τουριστικής περιόδου. Οι 15 περιφέρειες με τα υψηλότερα RCI ορίστηκαν ως τουριστικές περιοχές, με τα υπόλοιπα να εμπίπτουν στην κατηγορία των μη τουριστικών περιοχών. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι σχεδόν όλες οι τουριστικές περιοχές αποτελούνταν από νησιά.

Ο σκοπός του ταξιδιού όπως έχει καταγραφεί από την αστυνομία είναι μια νέα προσέγγιση σχετικά με τις επιπτώσεις του τουρισμού σε οδικά ατυχήματα. Τα αποτελέσματα καθορισμού του σκοπού του τουριστικού ή μη ταξιδιού, υποδεικνύουν αύξηση κατά την τουριστική περίοδο για τον τουρισμό ως σκοπό ταξιδιού, παρουσιάζοντας μάλλον ακόμη και η διανομή του χρόνου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους για τον μη τουρισμό ως σκοπό του ταξιδιού.

Τα μοντέλα που προκύπτουν καταγράφουν τη συσχέτιση μεταξύ συγκρούσεων και τις πτυχές του τουρισμού που τους επηρεάζουν. Η κύρια μέθοδος επιλογής των βέλτιστων μοντέλων ήταν η μεγιστοποίηση του φυσικού λογάριθμου της συνάρτησης πιθανότητας, ακολουθούμενη από την αξιοποίηση των κριτηρίων Akaike (AIC). Οι μεταβλητές πρόβλεψης εξετάζονται κάθε φορά και σε σχέση με τη στατιστική σημασία.

Η εφαρμογή και η σύγκριση των μοντέλων οδήγησε στο συμπέρασμα ότι οι τουρίστες συμμετέχουν συχνότερα σε οδικά ατυχήματα. Τα πιο σημαντικά συμπεράσματα συνοψίζονται στις ακόλουθες περιπτώσεις, ταξινομημένα σε κάθε περίπτωση από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που ερευνήθηκαν κι έχοντας λάβει υπόψη: α) τον τουρισμό ως προορισμό ταξιδιού β) την τουριστική εθνικότητα γ) την τουριστική περίοδο δ) τις τουριστικές περιοχές ε) τη σύγκριση με τις δύο μεγάλες πόλεις και στ) τους περιορισμούς εξαιτίας συμπεριφοράς. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι η τουριστική περίοδος και ο τουρισμός ως σκοπός του ταξιδιού οδήγησε σε αύξηση των οδικών ατυχημάτων, με την υψηλότερη αύξηση να παρατηρείται στις τουριστικές περιοχές. Όσον αφορά την εθνικότητα, το γεγονός ότι οι ξένοι τουρίστες συμμετέχουν σε λιγότερα οδικά ατυχήματα από τους Έλληνες οδηγούς αποδίδεται στην έκθεση σχετικού κινδύνου. Εντούτοις, η αύξηση του ποσοστού της σχετικής αναλογίας του ποσοστού συμμετοχής των ξένων τουριστών στις τουριστικές περιοχές μπορεί να υποδηλώνει τον αυξημένο κίνδυνο ξένων τουριστών σε σύγκριση με τους Έλληνες οδηγούς (Bellos, Ziakopoulos and Yannis, 2019).

### 2.3 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που έγινε για τις ανάγκες της Διπλωματικής Εργασίας. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των ερευνών με σκοπό τη διερεύνηση των χαρακτηριστικών των ξένων οδηγών αλλά και των παραγόντων που επηρεάζουν την οδηγική τους συμπεριφορά. Επίσης στόχος ήταν η σύγκριση τους με τα χαρακτηριστικά των ντόπιων οδηγών. Από τη σύνθεση των βασικών σημείων των ερευνών που εξετάστηκαν προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Τα **ποσοστά των ατυχημάτων** των ξένων οδηγών είναι πιο υψηλά από εκείνα των ντόπιων οδηγών. Συγκεκριμένα κατά την **τουριστική περίοδο** παρατηρήθηκε μία αύξηση στα οδικά ατυχήματα και στους θανάτους, με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται στις τουριστικές περιοχές.
- Στις τουριστικές περιοχές τα μεγαλύτερα ποσοστά θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων αφορούν **δίκυκλα**, κάτι που αποδόθηκε στην αυξημένη κυκλοφορία των συγκεκριμένων οχημάτων. Επίσης καταγράφονται περισσότεροι θανόντες μεταξύ των ηλικιών 15 έως 44 συγκριτικά με τις μη τουριστικές περιοχές. Τέλος, όσον αφορά στην εθνικότητα, οι ξένοι τουρίστες συμμετέχουν σε λιγότερα οδικά ατυχήματα από τους ντόπιους οδηγούς.
- Η **μη επαρκής γνώση** του οδικού δικτύου, η **έλλειψη κατανόησης** των τοπικών χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας και οι **περιορισμένες δεξιότητες οδήγησης** κάτω από άγνωστες συνθήκες είναι κάποιοι από τους παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση της συμμετοχής σε οδικά ατυχήματα, σε αύξηση της σοβαρότητας αυτών, και γενικά σε αύξηση της σχετικής επικινδυνότητας εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα των ξένων οδηγών. Ειδικά την χειμερινή περίοδο είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη η οδήγηση για τους ξένους οδηγούς.
- Διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι διεθνείς οδηγοί, σε σχέση με τους ντόπιους, δεν έχουν **κατανοήσει τις σημάνσεις, τις ενδείξεις και τα σήματα κυκλοφορίας**.
- Η γενική στάση απέναντι στην οδική ασφάλεια, η οποία αντικατοπτρίζεται στη **συμπεριφορά οδήγησης**, μπορεί να συμβάλει στη υψηλότερη επικινδυνότητα των ξένων οδηγών σε σύγκριση με τους ντόπιους.
- Οι **ντόπιοι οδηγοί** έχουν **χαμηλότερη σχετική επικινδυνότητα** εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα σε σύγκριση με όλους τους ξένους οδηγούς. Η ερμηνεία αποδίδεται στο γεγονός ότι οι ντόπιοι οδηγοί είναι πολύ πιο εξοικειωμένοι με τη διαφορετική πολυπλοκότητα της οδικής υποδομής στην χώρα τους και η προσαρμογή τους αυτή συμβάλλει στην καλύτερη αντίδραση στον κίνδυνο.
- Όλοι οι ξένοι οδηγοί φάνηκε να διατρέχουν **αυξημένο κίνδυνο στις αστικές περιοχές**, ενδεχομένως λόγω της πολυπλοκότητας της κυκλοφορίας στις πόλεις. Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός ότι ενώ η επικινδυνότητα υπολογίστηκε διπλάσια για τους οδηγούς της ΕΕ και άλλων εθνικοτήτων σε σύγκριση με τους ξένους οδηγούς εντός αστικών περιοχών, δεν υπήρχε ουσιαστική διαφορά μεταξύ επικινδυνότητας των οδηγών από την ΕΕ και τον ξένων εκτός αστικών περιοχών.
- Επιπλέον **χαρακτηριστικά της οδικής υποδομής** βρέθηκαν να διαφοροποιούν σημαντικά την επικινδυνότητα των διαφόρων εθνικοτήτων. Οι κατοικημένες περιοχές και οι κόμβοι είναι οι δύο παράγοντες οδικής υποδομής που επηρεάζουν

περισσότερο την επικινδυνότητα. Στις **διασταυρώσεις** οι ντόπιοι οδηγοί είχαν τη χαμηλότερη επικινδυνότητα, ωστόσο και οι ντόπιοι οδηγοί άλλης εθνικότητας φάνηκε να είχαν επίσης χαμηλότερες επικινδυνότητες από τους ξένους οδηγούς. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι κόμβοι είναι ευαίσθητα και πολύπλοκα τμήματα της οδικής υποδομής, θεωρήθηκε ότι η εποχικότητα και η περιστασιακή χρήση τους από τους πολίτες της ΕΕ και τους οδηγούς άλλης εθνικότητας καθιστούν τους ξένους οδηγούς πιο ευάλωτους σε κίνδυνο εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα σε αυτούς.

- Οι **συνθήκες φωτισμού** δεν φαίνεται να επηρεάζουν την επικινδυνότητα εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα των ξένων οδηγών, ενώ οι ντόπιοι οδηγοί παραμένουν εκείνοι με τη χαμηλότερη επικινδυνότητα. Αυξημένη επικινδυνότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας παρατηρήθηκε μόνο για τους οδηγούς χωρών της ΕΕ.
- Το μικρότερο ποσοστό του συνόλου των ατυχημάτων σχετίζονταν με οδικά ατυχήματα **μονίμων κατοίκων και τουριστών**, σε σύγκριση με το αντίστοιχο ποσοστό **τουριστών ξένων εθνικοτήτων**. Αυτό υποδηλώνει ότι οι τραυματισμοί λόγω οδικών ατυχημάτων μπορεί να πρόκειται για πιο συχνό φαινόμενο στους ξένους τουρίστες.
- Μεθοδολογικά, η συχνή παρουσία υπερ-διασποράς, δηλαδή όταν η διακύμανση είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή στα δεδομένα οδικών ατυχημάτων (των οποίων συμπεριλάμβαναν και τα τουριστικά ατυχήματα), οδήγησε κατά περίπτωση στην απόρριψη του μοντέλου παλινδρόμησης Poisson και στη χρήση του μοντέλου της **αρνητικής διωνυμικής παλινδρόμησης**.

## 3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

---

### 3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο επιδιώκεται η **περιγραφή του θεωρητικού υποβάθρου** που αξιοποιήθηκε για την ανάλυση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, γίνεται μια σύντομη περιγραφή βασικών εννοιών της στατιστικής και εν συνεχεία παρατίθενται οι βασικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην οδική ασφάλεια, στην ανάλυση της οδηγικής συμπεριφοράς αλλά και σε πλήθος άλλων εφαρμογών. Έπειτα πραγματοποιείται μια λεπτομερής ανάλυση των προτύπων που χρησιμοποιήθηκαν για να περιγράψουν τη συνδυαστική επιρροή των χαρακτηριστικών της οδού και της κυκλοφορίας στη συμπεριφορά του οδηγού. Τέλος, παρουσιάζονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι και τα κριτήρια αποδοχής των προτύπων.

### 3.2 Βασικές Έννοιες Στατιστικής

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Για την περίπτωση συμμετρικά κατανομημένου δείγματος. 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 two variables): Αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων.

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

Μέτρα αξιοπιστίας:

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

### 3.3 Συσχέτιση μεταβλητών – Συντελεστής συσχέτισης

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

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

Ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  εκφράζει το βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται. Δεν εξαρτάται από την μονάδα μέτρησης των  $X$  και  $Y$  και παίρνει τιμές στο διάστημα  $[-1, 1]$ . Τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, τιμές κοντά στο -1 δηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των  $X$  και  $Y$ .

Η εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης  $\rho$  γίνεται με την αντικατάσταση στην ανωτέρω εξίσωση της συνδιασποράς  $\sigma_{XY}$  και των διασπορών  $\sigma_X$ ,  $\sigma_Y$  από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της εκτιμήτριας  $r$ :

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

### 3.4 Βασικές Κατανομές

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 οδικών ατυχημάτων.

#### 3.4.1 Κανονική Κατανομή

Από τις 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  $\mu$ ,  $\sigma$  ( $-\infty < \mu < +\infty$ ,  $\sigma > 0$ ), και γράφεται  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ , όταν έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας την:

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

όπου  $\mu$  και  $\sigma$  είναι σταθερές ίσες με την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση αντίστοιχα.

#### 3.4.2 Κατανομή Poisson

Αντίστοιχα, η κατανομή που εφαρμόζεται συνήθως σε **διακριτές μεταβλητές**, είναι η κατανομή Poisson. Μια τυχαία μεταβλητή  $X$  θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο  $\lambda$  ( $\lambda > 0$ ), και γράφεται  $X \sim P(\lambda)$ , όταν έχει συνάρτηση μάζας πυκνότητας πιθανότητας την:

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

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

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

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

### 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 παρουσιάζουν 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:

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

όπου  $x = 0, 1, 2, 3, \dots$

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  $\alpha$  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  $\alpha$ , τότε η μηδενική υπόθεση  $H_0$  απορρίπτεται.

### 3.5 Μαθηματικά Πρότυπα

#### 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 μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Με τον όρο εξαρτημένη μεταβλητή εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ 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 ενώ 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 η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί την κανονική κατανομή, μία από τις πλέον διαδεδομένες στατιστικές τεχνικές είναι η γραμμική παλινδρόμηση. Η απλούστερη μορφή 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 γραμμική συνάρτηση του  $X$ . Η τιμή  $y_i$  της  $Y$ , για κάθε τιμή  $x_i$  της  $X$ , δίνεται από τη σχέση:

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

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

- ο σταθερός όρος  $\alpha$  είναι η τιμή του  $y$  για  $x=0$
- ο συντελεστής  $\beta$  του  $x$  είναι η κλίση (slope) της ευθείας ή αλλιώς ο **συντελεστής παλινδρόμησης** (regression coefficient) και εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής  $Y$  όταν η μεταβλητή  $X$  μεταβληθεί κατά μία μονάδα

Ο όρος  $\varepsilon_i$  ονομάζεται **σφάλμα παλινδρόμησης** (regression error). Στην πράξη ο γραμμικός προσδιορισμός που επιτυγχάνεται μέσω της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί μόνο να προσεγγίσει την πραγματική μαθηματική σχέση

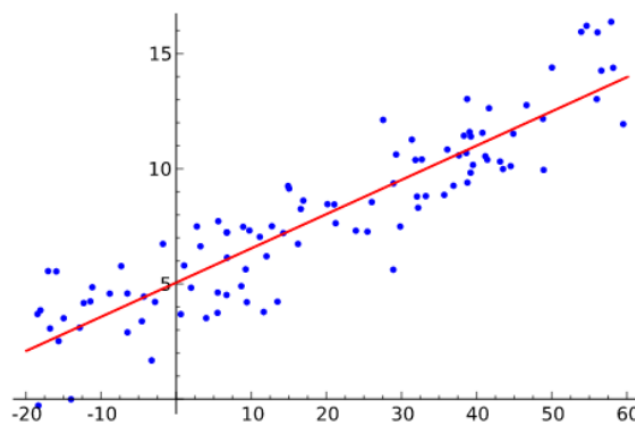
μεταξύ των δύο μεταβλητών  $X$  και  $Y$ . Έτσι, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθεί στο πρότυπο ο όρος του σφάλματος  $\varepsilon_i$ . Αυτό γίνεται τόσο για να αντιπροσωπευθούν στο πρότυπο τυχόν παραληφθείσες μεταβλητές, όσο και για να ληφθεί υπόψη κάθε σφάλμα προσέγγισης που σχετίζεται με τη γραμμική συναρτησιακή μορφή (Σταθόπουλος και Καρλαύτης, 2008).

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

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

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

Η εκτίμηση των παραμέτρων του προτύπου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται με τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** (method of least squares). Ο προσδιορισμός των  $\beta_i$  δίνει μια προσεγγιστική ευθεία, που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής  $Y$  δοθέντων των τιμών της  $X$ . Η ευθεία που προκύπτει λέγεται ευθεία παλινδρόμησης της  $Y$  πάνω στην  $X$ . Σκοπός είναι το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων ( $X, Y$ ) από την ευθεία να είναι ελάχιστο. Ακολουθεί ένα ενδεικτικό διάγραμμα μιας ευθείας ελαχίστων τετραγώνων.



**Διάγραμμα 3.1: Ευθεία Ελαχίστων Τετραγώνων**

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 οι παρακάτω τέσσερις προϋποθέσεις:

- I. Η υπόθεση της **γραμμικότητας**, που δηλώνει ότι η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών  $X$  και  $Y$  είναι κατά προσέγγιση γραμμική.
- II. Η υπόθεση της **ανεξαρτησίας**, που δηλώνει ότι τα υπόλοιπα (σφάλματα, αποκλίσεις) για διαφορετικές παρατηρήσεις πρέπει να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- III. Η υπόθεση της **κανονικότητας**, που δηλώνει ότι η απόκλιση πρέπει να είναι (προσεγγιστικά) κανονικά κατανομημένη.
- IV. 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 Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση

Το πρότυπο της παλινδρόμησης κατά Poisson μπορεί να ελεγχθεί, σε ότι αφορά στην ιδιότητα στην οποία βασίζεται, ότι δηλαδή η διασπορά της εξαρτημένης μεταβλητής  $Y_i$  είναι ίση με το μέσο όρο. Έτσι, σε μία προσπάθεια να αντιμετωπιστούν σφάλματα, που ενδέχεται να γίνονται όταν χρησιμοποιείται η παλινδρόμηση Poisson, ενώ ο μέσος δεν είναι ίσος με τη διασπορά, έχει 'επεκταθεί' το πρότυπο ώστε να παρακάμπτεται η ιδιότητα αυτή. Το πρότυπο αυτό ονομάζεται **αρνητική διωνυμική παλινδρόμηση** (Negative Binomial Regression), και χρησιμοποιείται κυρίως σε δεδομένα με μεγάλη διασπορά, δηλαδή όταν η διακύμανση (variance) υπερβαίνει τη μέση τιμή (mean). Μπορεί να θεωρηθεί ως ένα γενικευμένο μοντέλο παλινδρόμησης Poisson καθώς έχει την ίδια δομή μέσου όπως η Poisson και μία επιπλέον παράμετρο ώστε να αντισταθμίσει την μεγάλη διασπορά.

Το μοντέλο παλινδρόμησης Poisson μπορεί να γενικευθεί με την εισαγωγή ενός ετερογενή όρου που δεν ανήκει στις παρατηρήσεις,  $\tau_i$ . Με αυτό τον τρόπο, οι παρατηρήσεις υποτίθεται ότι διαφέρουν τυχαία με έναν τρόπο που δεν αντιστοιχεί πλήρως στους παρατηρούμενους παράγοντες. Αυτό έχει διατυπωθεί ως:

$$E[Y_i | x_i, \tau_i] = \mu_i \tau_i = e^{x_i^T \beta + \varepsilon_i}$$

Όπου ο Όρος  $\tau_i = e^{\varepsilon_i}$  είναι ανεξάρτητος από τον φορέα της παλινδρόμησης  $x_i$ . Στη συνέχεια, η κατανομή της  $Y_i$  εξαρτάται από την  $x_i$  και η  $\tau_i$  είναι Poisson με μέση τιμή και διακύμανση  $\mu_i \tau_i$ :

$$f(y_i | x_i, \tau_i) = \frac{e^{-\tau_i \mu_i} (\tau_i \mu_i)^{y_i}}{y_i!} y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Αφήνοντας την  $g(\tau_i)$  να είναι η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας του  $\tau_i$ , η κατανομή  $f(y_i | x_i)$  δεν εξαρτάται πλέον από το  $\tau_i$  και ενσωματώνοντας την σχέση  $f(y_i | x_i, \tau_i)$  με το  $\tau_i$  προκύπτει η παρακάτω σχέση:

$$f(y_i | x_i) = \int_0^{\infty} f(y_i | x_i, \tau_i) g(\tau_i) d\tau_i$$

Μία αναλυτική λύση σ αυτό το ολοκλήρωμα υπάρχει όταν το  $\tau_i$  θεωρείται ότι ακολουθεί μία **κατανομή γάμμα**. Αυτή η λύση είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Όταν το μοντέλο περιέχει ένα σταθερό όρο, είναι απαραίτητο να υποθεθεί ότι  $Ee^{\epsilon_i} = E\tau_i = 1$  προκειμένου να προσδιοριστεί η μέση τιμή της κατανομής. Έτσι, θεωρείται ότι το  $\tau_i$  ακολουθεί μία κατανομή γάμμα  $(\theta, \theta)$  με  $E\tau_i = 1$  και  $\text{Var}\tau_i = 1/\theta$ :

$$g(\tau_i) = \frac{\theta^\theta}{\Gamma(\theta)} \tau_i^{\theta-1} \exp\{-\theta\tau_i\}$$

Όπου

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} z^{x-1} \exp\{-z\} dz$$

Είναι η συνάρτηση γάμμα και το  $\theta$  είναι μία θετική παράμετρος. Στη συνέχεια, η πυκνότητα  $x_i$  των δοσμένων  $Y_i$  προκύπτει ως:

$$f(y_i | x_i) = \frac{r(y_i + \theta)}{y_i! r(\theta)} \left(\frac{\theta}{\theta + \mu_i}\right)^\theta \left(\frac{\mu_i}{\theta + \mu_i}\right)^{y_i}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Κάνοντας την αντικατάσταση  $\alpha = 1/\theta$  ( $\alpha > 0$ ), η αρνητική διωνυμική κατανομή μπορεί τότε να ξαναγραφτεί ως:

$$f(y_i | x_i) = \frac{r(y_i + \alpha^{-1})}{y_i! r(\alpha^{-1})} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu_i}\right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu_i}{\alpha^{-1} + \mu_i}\right)^{y_i}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Έτσι, η αρνητική διωνυμική κατανομή προκύπτει ως ένα μίγμα γάμμα του Poisson, τυχαίες μεταβλητές. Έχει μέσο όρο:

$$E[Y_i | x_i] = e^{x_i^T \beta}$$

Και διακύμανση:

$$\text{Var}[Y_i | x_i] = \mu_i \left(1 + \frac{\mu_i}{\theta}\right) = \mu_i (1 + \alpha \mu_i) > E[Y_i | x_i]$$

### 3.6 Στατιστική αξιολόγηση και Κριτήρια αποδοχής προτύπου

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

- Μη συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών

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

- Λογική ερμηνεία των προσήμων

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

- Ελαστικότητα

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

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

Επισημαίνεται ότι η παραπάνω σχέση εφαρμόζεται αποκλειστικά σε συνεχείς μεταβλητές. Για διακριτές μεταβλητές χρησιμοποιείται η έννοια της **ψευδοελαστικότητας**, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η μαθηματική σχέση για τον υπολογισμό της ψευδοελαστικότητας δίνεται ακολούθως:

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

Όπου:

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



- Στατιστική σημαντικότητα

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

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων των μεταβλητών πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο  $t$  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  $t$  εκφράζεται με τη σχέση:

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

Όπου  $s.e.$  το τυπικό σφάλμα (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  $t$ , (κατά απόλυτη τιμή), τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα 3.2. που δίνεται στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή  $t$  ( $t^*$ ) για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης.

**Πίνακας 3. 1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή  $t$**

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0,900	0,950	0,975	0,990	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

Ως βαθμοί ελευθερίας (degrees of freedom) τίθενται το πλήθος δείγματος μείον ένα. Έτσι για μέγεθος δείγματος 81 (άρα βαθμοί ελευθερίας 80) και για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι  $t^* = 1,7$  ενώ για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι  $t^* = 1,3$ . Αν λοιπόν  $t = -3,2$  για κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή  $X_i$  τότε παρατηρείται ότι η **απόλυτη τιμή** του  $t$  είναι μεγαλύτερη από την τιμή του  $t^*(1,7)$  και επομένως είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

- Η δοκιμή Omnibus

Η **δοκιμή Omnibus** είναι ένα είδος στατιστικού ελέγχου. Ελέγχουν αν η εξηγηθείσα διακύμανση σε ένα σύνολο δεδομένων είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ανεξήγητη διακύμανση συνολικά. Ένα παράδειγμα είναι η δοκιμή  $F$  στην ανάλυση της διακύμανσης. Μπορεί να υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις σε ένα μοντέλο, ακόμη και αν η δοκιμή omnibus δεν είναι σημαντική. Για παράδειγμα, σε ένα μοντέλο με δύο

ανεξάρτητες μεταβλητές, εάν μόνο μία μεταβλητή ασκεί σημαντική επίδραση στη εξαρτώμενη μεταβλητή και η άλλη όχι, τότε η δοκιμή omnibus μπορεί να είναι μη σημαντική. Το γεγονός αυτό δεν επηρεάζει τα συμπεράσματα που μπορεί να αντληθούν από τη μία σημαντική μεταβλητή. Προκειμένου να ελεγχθούν τα αποτελέσματα σε μια δοκιμή omnibus, οι ερευνητές συχνά χρησιμοποιούν αντιθέσεις.

Η δοκιμή Omnibus ως στατιστική δοκιμή εφαρμόζεται σε μια γενική υπόθεση που τείνει να βρει γενική σημασία μεταξύ της διακύμανσης των παραμέτρων, ενώ εξετάζει παραμέτρους του ίδιου τύπου, όπως: Υποθέσεις σχετικά με την ισότητα έναντι της ανισότητας μεταξύ των προσδοκιών  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  έναντι τουλάχιστον ενός ζεύγους  $\mu_j \neq \mu_{j'}$ , όπου  $j, j' = 1, \dots, k$  και  $j \neq j'$ , στην Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA), ή σχετικά με την ισότητα μεταξύ των τυπικών αποκλίσεων  $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_k$  έναντι τουλάχιστον ενός ζεύγους  $\sigma_j \neq \sigma_{j'}$  κατά τον έλεγχο της ισότητας των διακυμάνσεων στο ANOVA, ή σχετικά με τους συντελεστές  $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$  έναντι τουλάχιστον ενός ζεύγους  $\beta_j \neq \beta_{j'}$  σε Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση ή σε Λογιστική παλινδρόμηση.

Συνήθως, δοκιμάζει περισσότερες από δύο παραμέτρους του ίδιου τύπου και ο ρόλος της είναι να βρει γενική σημασία τουλάχιστον μίας από τις παραμέτρους που εμπλέκονται.

- Συντελεστής προσαρμογής  $R^2$

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

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

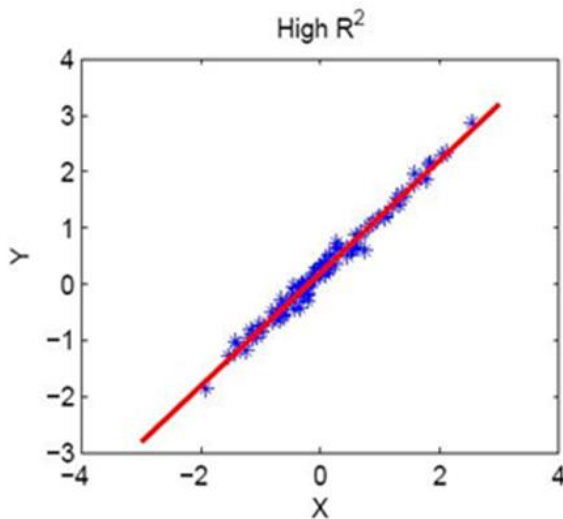
Όπου:

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

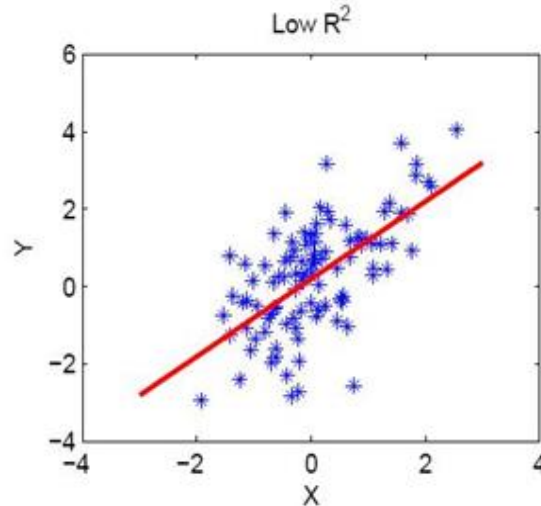
$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Τα αρχικά SSR και SST έχουν προέλθει από τις φράσεις υπόλοιπο άθροισμα τετραγώνων (Residual Sum of Squares) και συνολικό άθροισμα τετραγώνων (Total Sum of Squares), αντίστοιχα. Με  $\hat{y}$  συμβολίζεται η προβλεπόμενη τιμή της εξαρτημένες μεταβλητές από τις ανεξάρτητες.

Ο συντελεστής  $R^2$  εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής  $Y$  που εξηγείται από την μεταβλητή  $X$  και λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του  $R^2$  στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών  $Y$  και  $X$ . Ο συντελεστής  $R^2$  έχει συγκριτική αξία που σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του  $R^2$ . Τέλος, ο συντελεστής  $R^2$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το  $X$  παίρνει καθορισμένες τιμές ή αν είναι τυχαία μεταβλητή.



**Διάγραμμα 3.2: Παράδειγμα υψηλού συντελεστή  $R^2$**



**Διάγραμμα 3.3: Παράδειγμα χαμηλού συντελεστή  $R^2$**

- Σφάλμα εξίσωσης προτύπου

Όσον αφορά στο **σφάλμα** της εξίσωσης του μοντέλου, αυτό θα πρέπει να πληροί τις τρεις ακόλουθες προϋποθέσεις για τη γραμμική παλινδρόμηση:

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

Αναφέρεται ότι η **διασπορά του σφάλματος** εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$ . Όσο μεγαλύτερο είναι το  $R^2$  τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

### 3.7 Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού

Στο παρόν υποκεφάλαιο αναφέρονται ενδεικτικά τα θεωρητικά στοιχεία που συνδέονται με τη λειτουργία του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάπτυξη των προτύπων. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού λογισμικού IBM SPSS Statistics

(έκδοση αρ. 21). Αφού καταχωρήθηκαν τα στοιχεία σε βάσεις δεδομένων, μεταφέρθηκαν στο στατιστικό λογισμικό στο πεδίο δεδομένων και ακολουθήθηκαν οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια.

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

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η εντολή Analyze για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Η εντολή αυτή περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

- ❖ **Descriptive Statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Πρόκειται για χρήσιμα στατιστικά περιγραφικά μεγέθη (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).
- ❖ **Correlate:** Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή Bivariate correlations. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης **Pearson** αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman** αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.
- ❖ **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης, μία εκ των οποίων είναι η γραμμική που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των προτύπων. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο πρότυπο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί. Στην επιλογή Options επιλέγεται η εισαγωγή σταθεράς ή όχι στο πρότυπο.

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

Επιδιώκεται:

- ✓ Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης  **$\beta_i$**  να μπορούν να εξηγηθούν λογικά για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή.
- ✓ Η τιμή του στατιστικού ελέγχου  **$t$**  να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,671 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.
- ✓ Το επίπεδο σημαντικότητας κάθε μεταβλητής να είναι μικρότερο από 5%. Κατ' εξαίρεση ίσως γίνονται δεκτές μεταβλητές με επίπεδο σημαντικότητας λίγο μεγαλύτερο του 5%, αλλά σε καμία περίπτωση μεγαλύτερο του 10%.
- ✓ Ο συντελεστής συσχέτισης  **$R^2$**  να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος

## 4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

---

### 4.1 Εισαγωγή

Μετά την αναγνώριση της αναγκαιότητας για ανάλυση της οδηγικής συμπεριφοράς, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί σύγκριση των χαρακτηριστικών των οδηγών ανά εθνικότητα, για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να απαντήσει στο ερώτημα αν υπάρχουν ή όχι κοινά στοιχεία ανάμεσα στους ξένους και στους ντόπιους οδηγούς στα κράτη της Ευρώπης. Αφού ολοκληρώθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση και αναλύθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο, ακολούθησε η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων και η επεξεργασία τους.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των συλλεχθέντων στοιχείων, έτσι ώστε να δοθεί μία πλήρη εικόνα για την ποιότητα και αξιοπιστία των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η μέθοδος κωδικοποίησης τους έτσι ώστε να είναι συμβατά με το περιβάλλον του λογισμικού στο οποίο έγινε η στατιστική ανάλυση τους (IBM SPSS Statistics 21) , όπως επίσης και η αρχική επεξεργασία που υπέστησαν στο Excel. Τέλος αναφέρονται τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής όπως και η επίλυση τους.

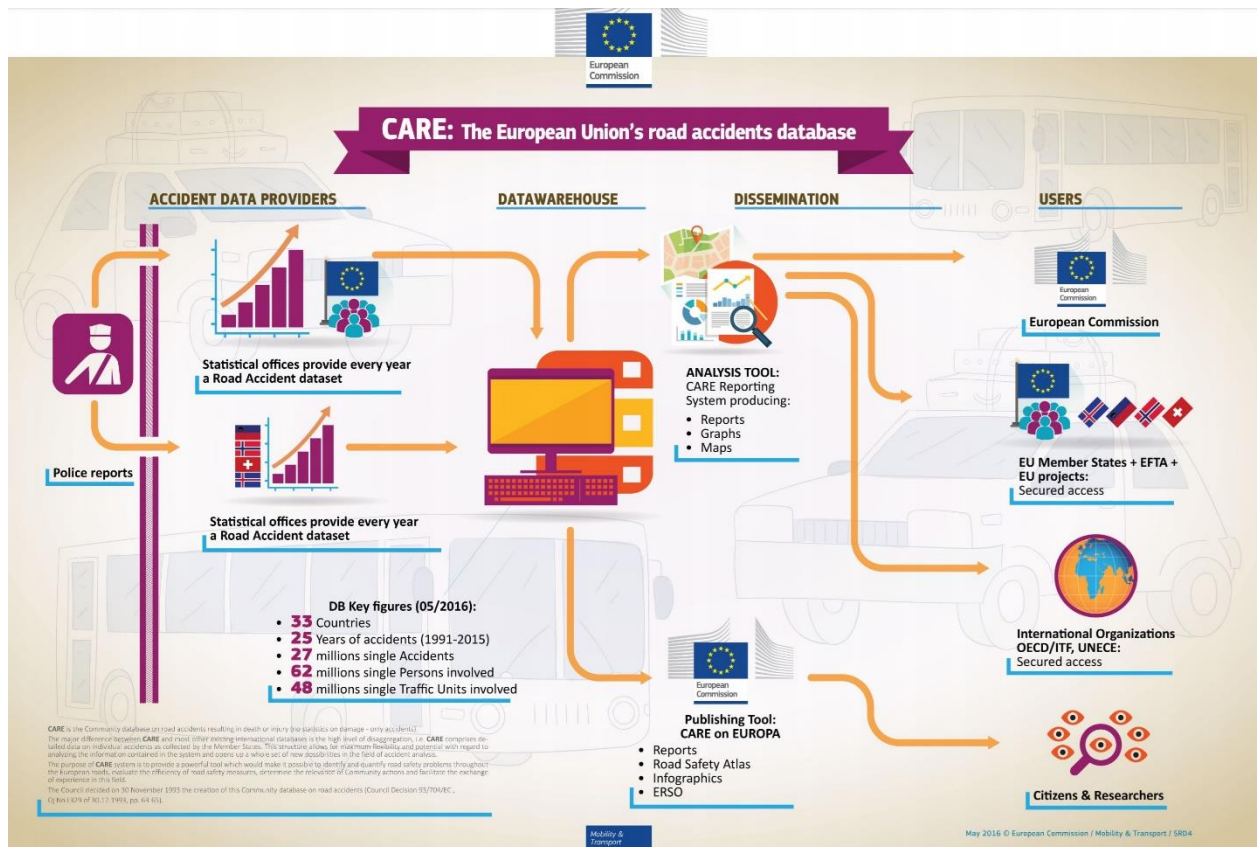
### 4.2 Συλλογή Δεδομένων

Για να επιτευχθεί ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας ήταν αναγκαία η συλλογή στοιχείων που αφορούν στον **αριθμό των θυμάτων λόγω οδικών ατυχημάτων** στην Ευρώπη. Τα στοιχεία αυτά αφορούσαν και στα 28 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στη Νορβηγία και στην Ελβετία για το χρονικό διάστημα από το 2008 έως το 2017.

#### 4.2.1 Βάσεις Δεδομένων

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ήταν η **Ευρωπαϊκή Βάση Οδικών Ατυχημάτων, CARE** (CARE – Community database on Accidents on the Roads in Europe). Η βάση αυτή αποτελεί μια πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, προκειμένου να δημιουργηθεί μία βάση δεδομένων εξατομικευμένων στοιχείων οδικών ατυχημάτων. Περιέχονται αναλυτικά στοιχεία για κάθε ατύχημα, όπως αυτά συγκεντρώνονται από τα κράτη μέλη της Ε.Ε.. Η δομή του συστήματος CARE εξασφαλίζει μεγάλη ευελιξία και δυνατότητες πολλαπλής επεξεργασίας των πληροφοριών που εισάγονται, ανοίγοντας νέες προοπτικές στον τομέα ανάλυσης των ατυχημάτων.

Ο στόχος της βάσης δεδομένων CARE είναι να αποτελέσει ένα ισχυρό εργαλείο, που θα συμβάλλει σημαντικά στην ανταλλαγή εμπειριών στον τομέα της οδικής ασφάλειας, στη σύγκριση του επιπέδου οδικής ασφάλειας ανάμεσα στα ευρωπαϊκά κράτη, στον εντοπισμό και τον ποσοτικό υπολογισμό των προβλημάτων οδικής ασφάλειας, στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων οδικής ασφάλειας και στην υποστήριξη της λήψης νέων μέτρων τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Τμήματα των εθνικών βάσεων δεδομένων ενσωματώνονται στη βάση δεδομένων CARE στην αρχική τους μορφή. Ωστόσο, επειδή τα υπάρχοντα εθνικά συστήματα συλλογής στοιχείων οδικών ατυχημάτων δεν είναι πάντα συμβατά και συγκρίσιμα μεταξύ των διαφορετικών χωρών, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρέχει και εφαρμόζει ένα πλαίσιο με κανόνες μετασχηματισμού των εθνικών δεδομένων επιτρέποντας στη βάση δεδομένων CARE να διαθέτη συμβατά δεδομένα.



**Εικόνα 4.1:** Τα δεδομένα των οδικών ατυχημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Σήμερα, η βάση δεδομένων CARE περιλαμβάνει 55 κοινές μεταβλητές ατυχημάτων με βάση το πρωτόκολλο CADAS. Για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας επιλέχθηκαν να αναλυθούν επτά κατηγορίες μεταβλητών, που είναι οι ακόλουθες:

#### ❖ **Ανάλογα την εθνικότητα**

Η μεταβλητή αυτή υποδηλώνει την εθνικότητα του νεκρού οδηγού από οδικό ατύχημα. Η συγκεκριμένη μεταβλητή είναι πολύ σημαντική για την αξιολόγηση του ποσοστού των ντόπιων και ξένων νεκρών καθώς και για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη συμπεριφορά οδήγησής τους. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν, αφορούσαν στους νεκρούς οδηγούς από οδικά ατυχήματα που ήταν **ντόπιοι, ξένοι ή αγνώστου εθνικότητας**.

#### ❖ **Ανάλογα την ηλικία**

Η μεταβλητή αυτή αντιπροσωπεύει την ηλικία του νεκρού οδηγού και παρέχει ολοκληρωμένη εικόνα για το εύρος της ηλικίας σε σχέση με την εθνικότητα. Τα στοιχεία που λήφθηκαν για τη συγκεκριμένη μεταβλητή ήταν για ηλικία **κάτω των 15 ετών , από 15 – 17 ετών, από 18 – 24 ετών , από 25 – 49 ετών , από 50 – 64 ετών , από 65 ετών και πάνω**.

#### ❖ **Ανάλογα το φύλο**

Η μεταβλητή αυτή αφορά στο φύλο του θύματος και οδηγεί σε συμπεράσματα για το αν κάποιο φύλο εμπλέκεται συχνότερα σε οδικά ατυχήματα. Από τη βάση δεδομένων CARE αντλήθηκαν στοιχεία που ήταν για οδηγούς **θηλυκού ή αρσενικού φύλου**.

#### ❖ **Ανάλογα το είδος της περιοχής – οδού**

Η μεταβλητή αυτή δηλώνει την περιοχή στην οποία έγινε το οδικό ατύχημα. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν αφορούσαν **εντός ή εκτός κατοικημένης περιοχής** στην οποία πραγματοποιήθηκε το θανατηφόρο ατύχημα.

#### ❖ **Ανάλογα τις καιρικές συνθήκες**

Η μεταβλητή αυτή υποδηλώνει τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν την ώρα του ατυχήματος και μέσω αυτής εξάγονται συμπεράσματα για την επιρροή του καιρού στα οδικά ατυχήματα. Τα στοιχεία που λήφθηκαν από την Ευρωπαϊκή Βάση Οδικών Ατυχημάτων για τη συγκεκριμένη μεταβλητή είναι: **καλοκαιρία, ομιχλώδες, βροχερός, με σοβαρούς ανέμους, με χιονόνερο – χαλάζι, με χιόνι, με χιόνι ή χιονόνερο ή χαλάζι**.

#### ❖ **Ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού**

Η μεταβλητή αφορά στην ώρα του ατυχήματος. Η πληροφορία αυτή είναι σημαντικό στοιχείο για την ανάλυση των ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο, καθώς εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα της επιρροής των επικρατουσών συνθηκών φωτισμού στα ατυχήματα. Τα δεδομένα, που αντλήθηκαν, αφορούσαν σε θύματα οδικών ατυχημάτων που προέκυψαν **κατά τη διάρκεια της ημέρας, κατά τη διάρκεια της νύχτας με αναμμένα τα φώτα της οδού, κατά τη διάρκεια της νύχτα με σβηστά τα φώτα της οδού, κατά τη διάρκεια της νύχτας με άγνωστο αν τα φώτα της οδού ήταν αναμμένα ή όχι, κατά τη διάρκεια της νύχτας με καθόλου φώτα στην οδό, το σούρουπο**.



### ❖ Ανάλογα με το είδος του οχήματος

Η μεταβλητή αυτή υποδηλώνει το είδος του οχήματος με το οποίο έγινε το οδικό ατύχημα. Η μεταβλητή αυτή είναι σημαντική για την αξιολόγηση των επιπέδων επικινδυνότητας για τους διαφορετικούς τύπους οχημάτων που εμπλέκονται στα οδικά ατυχήματα. Τα στοιχεία που λήφθηκαν από τη βάση δεδομένων CARE για τη συγκεκριμένη μεταβλητή είναι: **επιβατικό όχημα και ταξί, μοτοποδήλατα και μοτοσυκλέτες, ποδήλατα, λεωφορείο, βαρέα οχήματα όπως φορτηγά, φορτηγά κάτω των 3,5 τόνων.**

### 4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των στοιχείων επόμενο βήμα ήταν η επεξεργασία των δεδομένων. Γι' αυτό το λόγο **δημιουργήθηκε μία ενιαία βάση δεδομένων** η οποία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Excel. Η βάση αυτή περιείχε για κάθε κράτος και έτος (από το 2008 έως το 2017) τα αντίστοιχα δεδομένα, δηλαδή τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα, την ηλικία και το φύλο του νεκρού οδηγού, το είδος της οδού που έγινε το ατύχημα, τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες φωτισμού καθώς και τον τύπο του εμπλεκόμενου οχήματος.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η μορφή των εξαγομένων στοιχείων όπως αυτά εμφανίστηκαν από τη βάση δεδομένων CARE σε πίνακα του Excel.

**Πίνακας 4.1:** Μορφή των εξαγομένων στοιχείων από τη βάση CARE σε πίνακα EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	C - Country Name	Fatally injured (at 30 days)	P-4 Person Nationality Group	P-2 Person Age Group	P-3 Person Gender	R-12 Urban Area (Y/N)	A-6 Weather condition	A-7 Light Conditions	U-2 Transport Mode (TU type group)
2	Austria	1	Foreigner	<15	Female	Yes	Dry / Clear	Daylight	pedal cycle
3	Austria	1	Foreigner	15 - 17	Female	No	Dry / Clear	Daylight	pedal cycle
4	Austria	1	Foreigner	15 - 17	Male	No	Dry / Clear	Darkness street lights lit	car + taxi
5	Austria	1	Foreigner	15 - 17	Male	No	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	moped
6	Austria	1	Foreigner	15 - 17	Male	No	Dry / Clear	Daylight	car + taxi
7	Austria	1	Foreigner	15 - 17	Male	Yes	Dry / Clear	Daylight	moped
8	Austria	4	Foreigner	18 - 24	Female	No	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	car + taxi
9	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Female	No	Dry / Clear	Daylight	car + taxi
10	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Female	No	Dry / Clear	Daylight	motor cycle
11	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Female	Yes	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	car + taxi
12	Austria	2	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Darkness street lights lit	car + taxi
13	Austria	17	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	car + taxi
14	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	heavy goods vehicle
15	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	lorry, under 3.5 tonnes
16	Austria	10	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Daylight	car + taxi
17	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Daylight	heavy goods vehicle
18	Austria	5	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Daylight	lorry, under 3.5 tonnes
19	Austria	5	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Daylight	motor cycle
20	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Daylight	pedal cycle
21	Austria	2	Foreigner	18 - 24	Male	No	Dry / Clear	Twilight	car + taxi
22	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Fog, Mist, Smoke	Darkness street lights unlit	car + taxi
23	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Fog, Mist, Smoke	Daylight	car + taxi
24	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	No	Rain	Darkness street lights unlit	car + taxi
25	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	Yes	Dry / Clear	Darkness street lights lit	car + taxi
26	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	Yes	Dry / Clear	Darkness street lights lit	pedal cycle
27	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	Yes	Dry / Clear	Darkness street lights unlit	car + taxi
28	Austria	1	Foreigner	18 - 24	Male	Yes	Dry / Clear	Daylight	pedal cycle



Η αρχική κωδικοποίηση που είχαν οι μεταβλητές στη βάση CARE είναι εκείνη που αναφέρθηκε στο προηγούμενο υπο-κεφάλαιο. Κρίθηκε απαραίτητο ότι κάποιες από τις κατηγορίες των μεταβλητών έπρεπε να ομαδοποιηθούν έτσι ώστε σε ένα επόμενο στάδιο να επεξεργαστούν καλύτερα με το λογισμικό IBM SPSS 21.0.

Σε πρώτο στάδιο κρίθηκε απαραίτητο να αφαιρεθούν τα στοιχεία που αφορούσαν στην κατηγορία άγνωστο από τις μεταβλητές εθνικότητα, ηλικία και φύλο του νεκρού οδηγού καθώς και τα στοιχεία που αναφερόντουσαν στο άγνωστο είδος της περιοχής του ατυχήματος. Ενώ η αρχική βάση δεδομένων των οδικών ατυχημάτων περιλάμβανε συνολικά τριάντα μία χώρες, μετά την αφαίρεση των στοιχείων που αναφέρθηκαν, στην τελική βάση έμειναν είκοσι τέσσερις χώρες. Τόσο αυτές όσο και εκείνες που αφαιρέθηκαν από την αρχική βάση δεδομένων αναφέρονται με αλφαβητική σειρά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 4.2 & Πίνακας 4.3:** Χώρες που περιλαμβάνει η βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε και χώρες που αφαιρέθηκαν.

Χώρες που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε			
Αυστρία	Εσθονία	Ισλανδία	Πορτογαλία
Βέλγιο	Φινλανδία	Λετονία	Ρουμανία
Βουλγαρία	Γαλλία	Λουξεμβούργο	Σλοβακία
Κροατία	Γερμανία	Μάλτα	Σλοβενία
Κύπρος	Ελλάδα	Ολλανδία	Ισπανία
Δανία	Ουγγαρία	Πολωνία	Σουηδία

Χώρες που εξαιρέθηκαν από την επεξεργασία	
Τσεχία	Νορβηγία
Ιρλανδία	Ελβετία
Ιταλία	Ηνωμένο Βασίλειο
Λιθουανία	

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η αρχική κωδικοποίηση των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών των ατυχημάτων, όπως αυτή ήταν από τη βάση δεδομένων CARE, η τελική κωδικοποίηση τους όπως προέκυψε μετά από αρκετές δοκιμές και η αντίστοιχη έτσι ώστε να είναι συμβατές με το λογισμικό IBM SPSS 21.0. Παρατηρείται ότι μετά την ομαδοποίηση για την μεταβλητή εθνικότητα προκύπτουν δύο κατηγορίες, οι ντόπιοι και οι ξένοι νεκροί με την κωδικοποίηση να καθορίζει τον αριθμό 1 για τους ντόπιους και τον αριθμό 0 για τους ξένους. Αναφορικά με τη μεταβλητή ηλικία οι κατηγορίες μένουν ίδιες όπως ήταν και στην αρχική κωδικοποίηση της βάσης CARE, δηλαδή έξι κατηγορίες ενώ η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε με αύξουσα σειρά με τον αριθμό 1 να αντιστοιχεί στα άτομα ηλικίας κάτω των 15 ετών. Για την μεταβλητή φύλο του νεκρού προκύπτουν δύο κατηγορίες, οι νεκροί γένους θηλυκού και οι νεκροί γένους αρσενικού και η κωδικοποίηση καθορίστηκε με 1 για τις γυναίκες και 0 για τους άνδρες.

Επίσης, για τη μεταβλητή τύπος περιοχής ατυχήματος προκύπτουν δύο κατηγορίες, η αστική και η αγροτική περιοχή ατυχήματος, με τον αριθμό 1 να αντιστοιχεί στην αστική περιοχή και τον αριθμό 0 στην αγροτική. Όσο για τη μεταβλητή καιρικές συνθήκες ατυχήματος προκύπτουν πάλι δύο κατηγορίες η καλοκαιρία, με αριθμό κωδικοποίησης το 1 και η κακοκαιρία, με αριθμό κωδικοποίησης το 0. Για τη μεταβλητή συνθήκες

φωτισμού ατυχήματος προκύπτουν τρεις κατηγορίες, η νύχτα, η μέρα και το σούρουπο με αριθμούς κωδικοποίησης 1 για τη νύχτα, 2 για το σούρουπο και 3 για τη μέρα. Τέλος αναφορικά με τον τύπο του εμπλεκόμενου οχήματος προκύπτουν τέσσερις κατηγορίες, τα άλλα οχήματα, τα μοτοποδήλατα και οι μοτοσυκλέτες, τα ποδήλατα, τα επιβατικά οχήματα και ταξί, με αριθμούς κωδικοποίησης 1, 2, 3 και 4 αντίστοιχα.

**Πίνακας 4.4:** Κωδικοποίηση μεταβλητών στο CARE και στο IBM SPSS 21.0.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ			
	Κωδικοποίηση CARE	Τελική Κωδικοποίηση	Κωδικοποίηση για IBM SPSS 21
Εθνικότητα	Ντόπιος	Ντόπιος	1
	Ξένος	Ξένος	0
	Άγνωστη	-	
Ηλικία Νεκρού	<15 ετών	<15 ετών	1
	15 - 17 ετών	15 - 17 ετών	2
	18 - 24 ετών	18 - 24 ετών	3
	25 - 49 ετών	25 - 49 ετών	4
	50 - 64 ετών	50 - 64 ετών	5
	65+ ετών	65+ ετών	6
Φύλο Νεκρού	Άρρεν	Θήλυ	1
	Θήλυ	Άρρεν	0
	Άγνωστο	-	
Τύπος Περιοχής Ατυχήματος	Αστική περιοχή	Αστική περιοχή	1
	Αγροτική περιοχή	Αγροτική περιοχή	0
	Άγνωστη περιοχή	-	
Καιρικές συνθήκες ατυχήματος	Καλοκαιρία	Καλοκαιρία	1
	Ομιχλώδης καιρός	Κακοκαιρία	0
	Βροχερός καιρός		
	Καιρός και σοβαρούς ανέμους		
	Χιονόνερο - Χαλάζι		
	Χιόνι		
	Χιόνι - Χιονόνερο - Χαλάζι		
Άγνωστος καιρός			
Άλλος			
Συνθήκες Φωτισμού Ατυχήματος	Νύχτα με αναμμένα φώτα στην οδό	Νύχτα	1
	Νύχτα με σβηστά φώτα στην οδό		
	Νύχτα χωρίς φώτα στην οδό		
	Νύχτα με άγνωστο αν υπήρχαν αναμμένα φώτα ή όχι στην οδό		
	Σούρουπο	Σούρουπο	2
	Άγνωστες συνθήκες	Μέρα	3
Τύπος Εμπλεκόμενου Οχήματος	Λεωφορείο	Άλλα	1
	Βαρέα Οχήματα Φορτηγά		
	Φορτηγά λάτρω των 3,5 τόνων		
	Γεωργικά Οχήματα		
	Άγνωστο είδος		
	Άλλο		
	Μοτοποδήλατα	Μοτοποδήλατα / Μοτοσυκλέτες	2
	Μοτοσυκλέτες	Ποδήλατα	3
Ποδήλατα	Επιβατικό Όχημα και Ταξί	4	

Μετά απ' αυτή τη διαδικασία δημιουργήθηκε η νέα βάση δεδομένων όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Στην πρώτη στήλη τοποθετήθηκαν τα κράτη και στη δεύτερη το πλήθος των νεκρών από οδικά ατυχήματα στο οποίο αντιστοιχούν τα διάφορα χαρακτηριστικά που ακολουθούν.

Πίνακας 4.5: Βάση δεδομένων

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	COUNTRY NAME	Fatally Injured (at 30 days)	NATIONALITY	AGE	GENDER	URBAN AREA	WEATHER CONDITION	LIGHT CONDITIONS	Transport Mode (TU type group)
2	Austria	1	0	1	1	1	1	3	3
3	Austria	1	0	2	1	0	1	3	3
4	Austria	1	0	2	0	0	1	1	4
5	Austria	1	0	2	0	0	1	1	2
6	Austria	1	0	2	0	0	1	3	4
7	Austria	1	0	2	0	1	1	3	2
8	Austria	4	0	3	1	0	1	1	4
9	Austria	1	0	3	1	0	1	3	4
10	Austria	1	0	3	1	0	1	3	2
11	Austria	1	1	3	1	1	1	1	4
12	Austria	2	0	3	0	0	1	1	4
13	Austria	17	0	3	0	0	1	1	4
14	Austria	1	0	3	0	0	1	1	1
15	Austria	1	0	3	0	0	1	1	1
16	Austria	10	1	3	0	0	1	3	4
17	Austria	1	0	3	0	0	1	3	1
18	Austria	5	0	3	0	0	1	3	1
19	Austria	5	0	3	0	0	1	3	2
20	Austria	1	1	3	0	0	1	3	3
21	Austria	2	0	3	0	0	1	2	4
22	Austria	1	0	3	0	0	0	1	4
23	Austria	1	0	3	0	0	0	3	4
24	Austria	1	0	3	0	0	0	1	4
25	Austria	1	1	3	0	1	1	1	4
26	Austria	1	0	3	0	1	1	1	3
27	Austria	1	0	3	0	1	1	1	4
28	Austria	1	0	3	0	1	1	3	3
29	Austria	1	1	3	0	1	0	2	4
30	Austria	1	0	4	1	0	1	1	4
31	Austria	7	0	4	1	0	1	1	4
32	Austria	8	1	4	1	0	1	3	4
33	Austria	3	0	4	1	0	1	3	2
34	Austria	2	0	4	1	0	1	3	3
35	Austria	2	0	4	1	0	0	1	4
36	Austria	2	0	4	1	0	0	3	4
37	Austria	1	0	4	1	0	0	3	4

Αφού δημιουργήθηκε ο τελικός πίνακας στο λογισμικό Microsoft Excel, ακολούθησε η διάσπαση του σε δύο επιμέρους πίνακες, με τον έναν να αφορά αποκλειστικά στους ντόπιους νεκρούς από οδικά ατυχήματα και τον άλλο στους ξένους νεκρούς από οδικά ατυχήματα. Για την παραγωγή των επιμέρους πινάκων χρησιμοποιήθηκε στη στήλη Nationality η εντολή Filter ώστε να απομονωθούν από το υπόλοιπο δείγμα αυτοί που ανήκουν στους ντόπιους νεκρούς κάθε εθνικότητας και αντίστοιχα αυτοί που ανήκουν στους ξένους νεκρούς κάθε εθνικότητας. Στη συνέχεια αποφασίστηκε να γίνει ο διαχωρισμός των κρατών σε Βόρειες και Νότιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι Βόρειες χώρες περιλάμβαναν την Αυστρία, το Βέλγιο, τη Γερμανία, τη Δανία, το Λουξεμβούργο, την Ολλανδία, τη Σουηδία και την Φινλανδία. Οι Νότιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιλάμβαναν τη Γαλλία, την Ελλάδα, την Ισπανία, την Κύπρο, τη Μάλτα και τη Πορτογαλία.

**Πίνακας 4.6 & Πίνακας 4.7:** Βόρειες και Νότιες Χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που χρησιμοποιήθηκαν στη βάση δεδομένων.

Βόρειες Χώρες Ε.Ε.	
Αυστρία	Λουξεμβούργο
Βέλγιο	Ολλανδία
Γερμανία	Σουηδία
Δανία	Φινλανδία

Νότιες Χώρες Ε.Ε.	
Γαλλία	Κύπρος
Ελλάδα	Μάλτα
Ισπανία	Πορτογαλία

Με αυτό τον τρόπο κάθε βάση χωρίστηκε σε δύο επιμέρους. Δηλαδή η βάση που αφορούσε τους ντόπιους νεκρούς χωρίστηκε στους ντόπιους νεκρούς των Βόρειων Χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στους ντόπιους νεκρούς των Νότιων Χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αντίστοιχα η βάση των ξένων νεκρών από οδικά ατυχήματα χωρίστηκε στους ξένους νεκρούς των Βόρειων Χωρών και τους ξένους νεκρούς των Νότιων χωρών της Ευρώπης. Επομένως, στο τέλος προέκυψαν έξι βάσεις δεδομένων. Δύο κύριες για τους ντόπιους και ξένους νεκρούς από οδικά ατυχήματα και δύο επιμέρους για την κάθε μία βάση που αφορούσαν του νεκρούς στη Βόρεια και στη Νότια Ευρώπη.

#### 4.4 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία

Στο υποκεφάλαιο αυτό επιχειρείται να διαμορφωθεί μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Από τον τελικό πίνακα προέκυψαν τα αρχικά περιγραφικά στοιχεία με το πως επηρεάζει η κάθε μεταβλητή των αριθμό των ντόπιων και των ξένων νεκρών από οδικά ατυχήματα. Πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν συγκεντρωτικοί πίνακες (**pivot tables**) με τη χρήση του λογισμικού Microsoft Excel. Οι πίνακες που παρουσιάζονται αποτελούν μία προκαταρκτική ανάλυση που συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων και χρησιμοποιείται για την εξαγωγή ποιοτικότερων συμπερασμάτων.

Οι πίνακες παρατίθενται παρακάτω:

**Πίνακας 4.8:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα την ηλικία

Άθροισμα από Fatally Injured (at 30 days)	Ετικέτες στήλης		
Ετικέτες γραμμής	Foreigner	National	Γενικό Άθροισμα
<15	0,26%	0,70%	0,66%
15 - 17	0,71%	2,02%	1,90%
18 - 24	13,93%	16,73%	16,49%
25 - 49	51,32%	41,78%	42,62%
50 - 64	20,98%	19,94%	20,03%
65+	12,81%	18,84%	18,31%
Γενικό Άθροισμα	100,00%	100,00%	100,00%

**Πίνακας 4.9:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα το φύλο του οδηγού

Αθροισμα από Fatally Injured (at 30 days)	Ετικέτες στήλης		
Ετικέτες γραμμής	Foreigner	National	Γενικό Άθροισμα
Female	11,65%	13,99%	13,79%
Male	88,35%	86,01%	86,21%
Γενικό Άθροισμα	100,00%	100,00%	100,00%

**Πίνακας 4.10:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τον τύπο της περιοχής του ατυχήματος

Αθροισμα από Fatally Injured (at 30 days)	Ετικέτες στήλης		
Ετικέτες γραμμής	Foreigner	National	Γενικό Άθροισμα
Rural	75,86%	68,93%	69,54%
Urban	24,14%	31,07%	30,46%
Γενικό Άθροισμα	100,00%	100,00%	100,00%

**Πίνακας 4.11:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τις καιρικές συνθήκες του ατυχήματος

Αθροισμα από Fatally Injured (at 30 days)	Ετικέτες στήλης		
Ετικέτες γραμμής	Foreigner	National	Γενικό Άθροισμα
Dry / Clear	74,25%	72,29%	72,46%
Other	25,75%	27,71%	27,54%
Γενικό Άθροισμα	100,00%	100,00%	100,00%

**Πίνακας 4.12:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τις συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος

Αθροισμα από Fatally Injured (at 30 days)	Ετικέτες στήλης		
Ετικέτες γραμμής	Foreigner	National	Γενικό Άθροισμα
Darkness	31%	30%	30%
Twilight	10%	8%	9%
Daylight	59%	62%	62%
Γενικό Άθροισμα	100%	100%	100%

**Πίνακας 4.13:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τον τύπο του εμπλεκόμενου στο ατύχημα οχήματος

Αθροισμα από Fatally Injured (at 30 days)	Ετικέτες στήλης		
Ετικέτες γραμμής	Foreigner	National	Γενικό Άθροισμα
Other	12%	9%	9%
Pedal Cycle	12%	12%	12%
Moped / Motor cycle	22%	26%	26%
Car + Taxi	54%	53%	53%
Γενικό Άθροισμα	100%	100%	100%

**Πίνακας 4.14:** Ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών ανάλογα τον τύπο της οδού του ατυχήματος στις χώρες της Ε.Ε.

Άθροισμα από Fatally Injured (at 30 days) Ετικέτεςστήλης

Ετικέτες γραμμής	Foreigner		Foreigner Άθροισμα	National		National Άθροισμα
	Rural Area	Urban Area		Rural Area	Urban Area	
Austria	86%	14%	100%	79%	21%	100%
Belgium	82%	18%	100%	71%	29%	100%
Bulgaria	75%	25%	100%	72%	28%	100%
Croatia	83%	17%	100%	40%	60%	100%
Cyprus	35%	65%	100%	39%	61%	100%
Denmark	74%	26%	100%	72%	28%	100%
Estonia	70%	30%	100%	85%	15%	100%
Finland	78%	22%	100%	82%	18%	100%
France	89%	11%	100%	76%	24%	100%
Germany	80%	20%	100%	77%	23%	100%
Greece	54%	46%	100%	55%	45%	100%
Hungary	92%	8%	100%	65%	35%	100%
Iceland	79%	21%	100%	74%	26%	100%
Latvia	56%	44%	100%	78%	22%	100%
Luxembourg	87%	13%	100%	85%	15%	100%
Malta	0%	100%	100%	32%	68%	100%
Netherlands	76%	24%	100%	62%	38%	100%
Poland	79%	21%	100%	62%	38%	100%
Portugal	72%	28%	100%	52%	48%	100%
Romania	66%	34%	100%	44%	56%	100%
Slovakia	38%	63%	100%	73%	27%	100%
Slovenia	86%	14%	100%	65%	35%	100%
Spain	90%	10%	100%	83%	17%	100%
Sweden	92%	8%	100%	78%	22%	100%
Γενικό Άθροισμα	76%	24%	100%	69%	31%	100%

Γενικά σχόλια – Παρατηρήσεις:

Τόσο για τους ξένους οδηγούς όσο και για τους ντόπιους οδηγούς τα υψηλότερα ποσοστά νεκρών αντιστοιχούν στην ηλικιακή ομάδα 25 έως 49 ετών.

Οι άνδρες νεκροί οδηγοί είναι περισσότεροι απ ότι οι γυναίκες οδηγοί, τόσο για τους ντόπιους όσο και για τους ξένους οδηγούς.

Το μεγαλύτερο ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών αντιστοιχεί σ ατυχήματα εκτός κατοικημένης περιοχής.

Αντίστοιχα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ντόπιων και ξένων νεκρών οδηγών συμβαίνει όταν οι καιρικές συνθήκες είναι καλές.

Όσον αφορά τις συνθήκες φωτισμού διαπιστώνεται ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας, τόσο για τους ντόπιους όσο και για τους ξένους οδηγούς αντιστοιχούν μεγαλύτερα ποσοστά νεκρών οδηγών. Παρόλα αυτά το ποσοστό των νεκρών οδηγών κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι αρκετά υψηλό, αν ληφθεί υπόψιν η μειωμένη κυκλοφορία κατά τις νυχτερινές ώρες.

Οι περισσότεροι ντόπιοι και ξένοι νεκροί σε οδικά ατυχήματα ήταν οδηγοί επιβατικών αυτοκινήτων.



#### 4.5 Επεξεργασία Στοιχείων με το λογισμικό IBM SPSS 23.0

Μετά από την τελική διαμόρφωση των πινάκων στο λογισμικό Microsoft Excel, τα στοιχεία μεταφέρθηκαν στο πεδίο δεδομένων (data view) του ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS Statistics. Έπειτα **καθορίστηκαν και χαρακτηρίστηκαν οι μεταβλητές** μέσω του πεδίου μεταβλητών (Variable View). Ειδικότερα, για κάθε μεταβλητή ορίστηκε το όνομα της, ο τύπος της (αριθμητική, αλφαριθμητική κ.λπ.), ο αριθμός δεκαδικών ψηφίων. Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής στις εξής κατηγορίες:

- Συνεχείς μεταβλητές (Scale Variables), οι οποίες λαμβάνουν όλες τις τιμές πραγματικών αριθμών, όπως ο αριθμός των νεκρών από οδικά ατυχήματα.
- Διατεταγμένες μεταβλητές (Ordinal Variables), οι οποίες λαμβάνουν ακέραιες τιμές, με μαθηματική συσχέτιση μεταξύ τους, δηλαδή μικρότεροι αριθμοί συμβολίζουν μικρότερες αξίες μεταβλητής. Μια τέτοια μεταβλητή είναι η ηλικία των νεκρών οδηγών.
- Διακριτές μεταβλητές (Nominal Variables), οι οποίες λαμβάνουν συμβολικές ακέραιες τιμές χωρίς μαθηματική συσχέτιση, όπως για παράδειγμα οι καιρικές συνθήκες την ώρα του ατυχήματος.

Στις εικόνες που ακολουθούν εμφανίζεται ενδεικτικά η εισαγωγή των στοιχείων στο λογισμικό και ο χαρακτηρισμός των μεταβλητών.

	COUNTRYNAME	FatalityInjuredat30days	NATIONALITY	AGE	GENDER	URBANAREA	WEATHERCONDITION	LIGHTCONDITIONS	TRANSPORTMODE	ETUtypegroup
1	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	0	1.0	3.0	1.0	
2	Austria	2.0	1.0	1.0	1.0	0	1.0	3.0	3.0	
3	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	
4	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	
5	Austria	1.0	1.0	1.0	0	0	1.0	1.0	1.0	
6	Austria	1.0	1.0	1.0	0	0	1.0	3.0	2.0	
7	Austria	2.0	1.0	1.0	0	0	1.0	3.0	3.0	
8	Austria	1.0	1.0	1.0	0	1.0	1.0	1.0	3.0	
9	Austria	4.0	1.0	1.0	0	1.0	1.0	3.0	3.0	
10	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0	1.0	1.0	4.0	
11	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0	1.0	1.0	2.0	
12	Austria	4.0	1.0	2.0	1.0	0	1.0	3.0	4.0	
13	Austria	2.0	1.0	2.0	1.0	0	1.0	3.0	2.0	
14	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0	1.0	3.0	3.0	
15	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0	1.0	2.0	2.0	
16	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0	0	2.0	2.0	
17	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	
18	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	
19	Austria	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	
20	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	
21	Austria	1.0	1.0	2.0	0	0	1.0	1.0	2.0	
22	Austria	2.0	1.0	2.0	0	0	1.0	1.0	1.0	
23	Austria	10.0	1.0	2.0	0	0	1.0	1.0	4.0	
24	Austria	7.0	1.0	2.0	0	0	1.0	1.0	2.0	
25	Austria	10.0	1.0	2.0	0	0	1.0	3.0	4.0	
26	Austria	23.0	1.0	2.0	0	0	1.0	3.0	2.0	
27	Austria	7.0	1.0	2.0	0	0	1.0	3.0	2.0	
28	Austria	1.0	1.0	2.0	0	0	1.0	3.0	3.0	
29	Austria	1.0	1.0	2.0	0	0	1.0	3.0	1.0	
30	Austria	3.0	1.0	2.0	0	0	1.0	2.0	2.0	
31	Austria	2.0	1.0	2.0	0	0	0	1.0	4.0	
32	Austria	1.0	1.0	2.0	0	0	0	1.0	2.0	
33	Austria	2.0	1.0	2.0	0	0	0	1.0	4.0	
34	Austria	1.0	1.0	2.0	0	0	0	1.0	1.0	

Εικόνα 4.2: Πεδίο Δεδομένων SPSS (Data View)

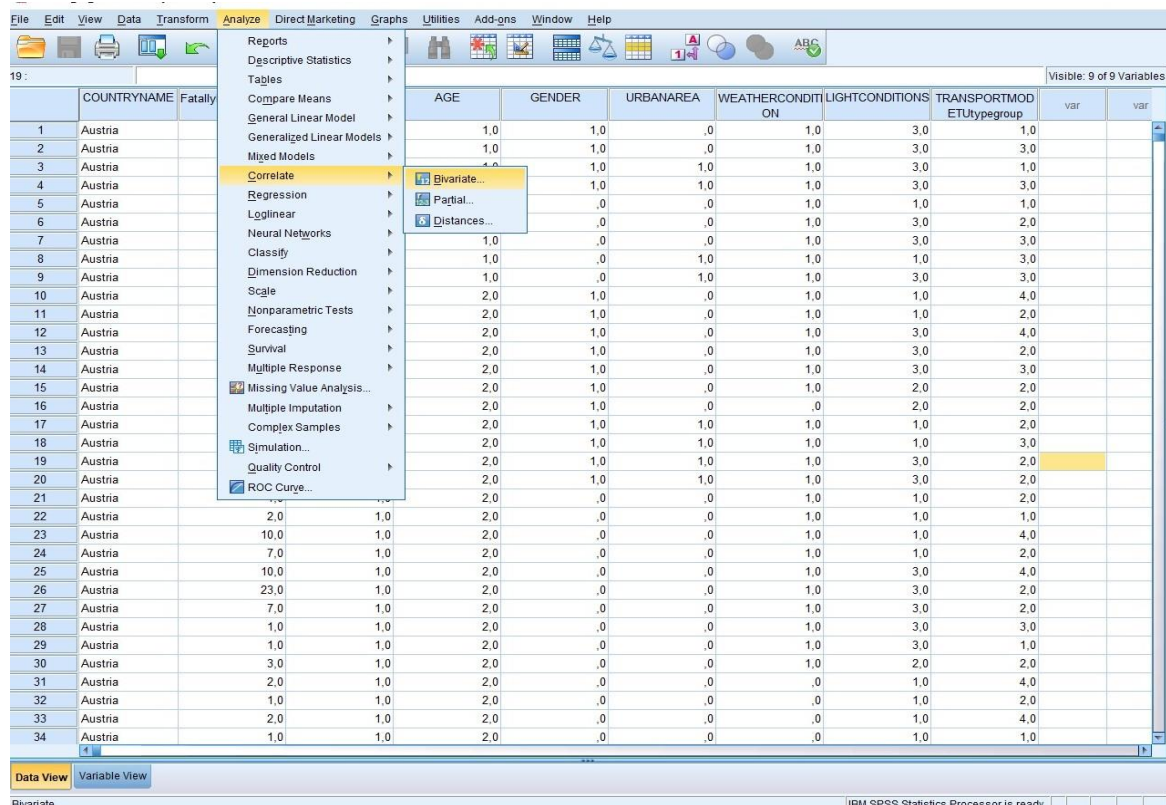
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	COUNTRYNAME	String	11	0		None	None	11	Left	Nominal	Input
2	FatallyInjuredat30days	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Scale	Input
3	NATIONALITY	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
4	AGE	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Ordinal	Input
5	GENDER	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
6	URBANAREA	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
7	WEATHERCONDITION	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
8	LIGHTCONDITIONS	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
9	TRANSPORTMODETypegroup	Numeric	12	1		None	None	12	Right	Nominal	Input
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											

Εικόνα 4.3:Πεδίο Μεταβλητών SPSS (Variable View)

Σε αυτή τη διαδικασία υποβλήθηκαν τόσο οι επιμέρους όσο και οι κύριοι πίνακες δεδομένων που είχαν δημιουργηθεί, καθώς σκοπός ήταν η παραγωγή τόσο δύο ενιαίων μοντέλων όσο και ξεχωριστών μοντέλων για τους νεκρούς της Βόρειας αλλά και Νότιας Ευρώπης.

Ακολούθησε **διερεύνηση συσχετίσεων μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών**. Όλες οι επιλεγμένες μεταβλητές αναλύονται ανά ζεύγη και προκύπτουν οι συντελεστές συσχέτισης Pearson και Spearman. Οι συντελεστές κυμαίνονται από -1,00 (τέλεια αντιστρόφως ανάλογη συσχέτιση) έως +1,00 (τέλεια ανάλογη συσχέτιση), ενώ συντελεστής 0,00 δηλώνει τέλεια ασυσχέτιστες μεταβλητές. Επισημαίνεται ότι παρά τους ορισμούς αυτούς, δεν υπάρχει συγκεκριμένος κανόνας αποδοχής ή απόρριψης ζεύγους μεταβλητών προς ανάλυση παρά μόνο η κρίση του ερευνητή. Τα βήματα εντολών για αυτό το σκοπό είναι: Analyze → Correlate → Bivariate και έπειτα η επιλογή μεταβλητών και στατιστικών μεγεθών προς διερεύνηση.





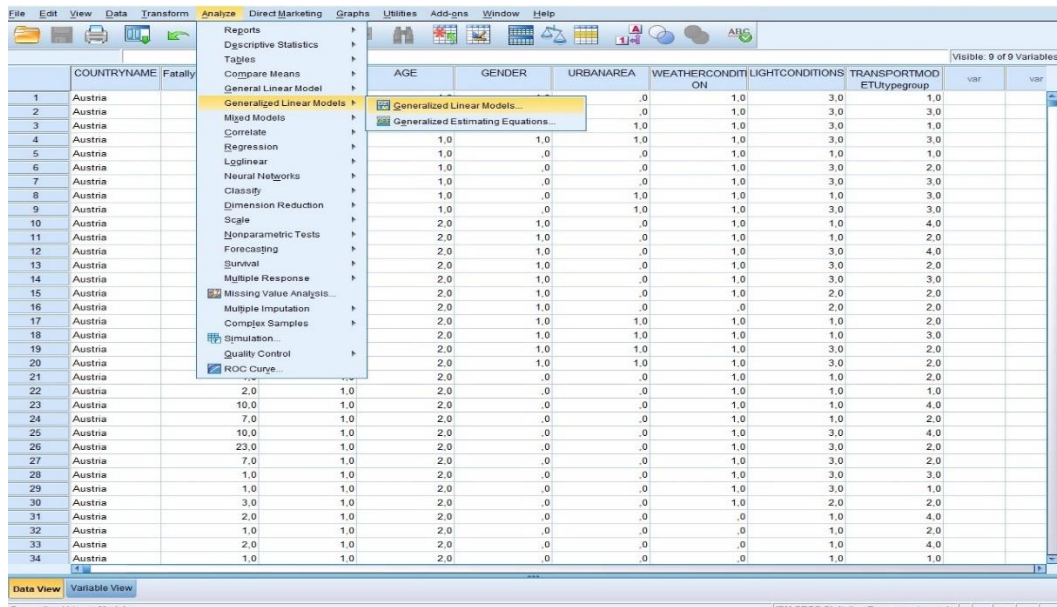
Εικόνα 4.4: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών



Εικόνα 4.5: Επιλογή μεταβλητών και είδους συσχέτισης

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η **κύρια στατιστική ανάλυση**, με στόχο την ανάπτυξη των τελικών στατιστικών προτύπων. Εξετάστηκε μία ανάλυση, η **γραμμική και η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση**. Και για τις δύο ακολουθήθηκαν τα ίδια βήματα:

Analyze → Generalized Linear Models → Generalized Linear Models (γραμμική παλινδρόμηση).



Εικόνα 4.6: Επιλογή γραμμικής παλινδρόμησης

Τη μετάβαση στην επιλογή Generalized Linear Models διαδέχεται ο **καθορισμός των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών**. Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίζεται ο αριθμός των νεκρών οδηγών από οδικά ατυχήματα ενώ ως ανεξάρτητη μεταβλητή τα χαρακτηριστικά του οδηγού (ηλικία, φύλο), ο τύπος της περιοχής ατυχήματος, οι καιρικές συνθήκες, οι συνθήκες φωτισμού καθώς και ο τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος.

**Στα επόμενα κεφάλαια** θα αναλυθούν και θα συγκριθούν τα αποτελέσματα των μαθηματικών προτύπων, καθώς και τα συμπεράσματα που εξάγονται σχετικά με την επιρροή των μεταβλητών στον αριθμό των νεκρών.

## 5. Ανάπτυξη Μαθηματικών Προτύπων

---

### 5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας καθώς και την παρουσίαση του συνόλου των αποτελεσμάτων της παρούσας Διπλωματικής εργασίας. Αφού πραγματοποιήθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών, η παρουσίαση του θεωρητικού υποβάθρου καθώς και η συλλογή και επεξεργασία των απαραίτητων στοιχείων, ακολούθησε η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας.

Η μέθοδος που επιλέχθηκε για την ανάλυση των στατιστικών στοιχείων της Διπλωματικής Εργασίας παρουσιάστηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3 με τίτλο “Θεωρητικό Υπόβαθρο” και είναι η **αρνητική διωνυμική παλινδρόμηση**.

Συγκεκριμένα στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας. Αρχικά γίνεται η κωδικοποίηση των μεταβλητών βάσει κάποιων κοινών τους χαρακτηριστικών και στη συνέχεια η κωδικοποίηση τους για την εισαγωγή στο λογισμικό. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων στο περιβάλλον του λογισμικού στατιστικής επεξεργασίας. Τέλος γίνεται ανάλυση και προσπάθεια επεξήγησης των αποτελεσμάτων με βάση τη λογική, την εμπειρία και τα στοιχεία από τη συναφή βιβλιογραφία. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν οι στατιστικοί έλεγχοι που έχουν προαναφερθεί και απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των προτύπων.

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

1. Παρουσίαση των εξαγόμενων στοιχείων
2. Περιγραφή των αποτελεσμάτων
3. Εξήγηση των αποτελεσμάτων

Πριν την επιλογή των τελικών μοντέλων κατά τη στατιστική ανάλυση αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα αρνητικής διωνυμικής παλινδρόμησης τα οποία έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της μεθοδολογίας. Χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές όπως το φύλο και η ηλικία του οδηγού, ο τύπος της περιοχής ατυχήματος οι καιρικές συνθήκες, οι συνθήκες φωτισμού της οδού καθώς και ο τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος. Έγιναν πολλές δοκιμές προσθέτοντας και αφαιρώντας συνεχώς μεταβλητές με κριτήριο το t-test και λαμβάνοντας υπόψιν τις συσχετίσεις των μεταβλητών, μέχρι να επιλεγθούν τα τελικά στατιστικά μοντέλα. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει και τη μαθηματική σχέση του κάθε προτύπου.

## 5.2 Πρότυπα συσχέτισης μεταβλητών και αριθμού νεκρών

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία ανάπτυξης των έξι διαφορετικών προτύπων για την συσχέτιση των χαρακτηριστικών του οδηγού, του τύπου της οδού, των καιρικών συνθηκών και του μέσου μετακίνησης, με τον αριθμό των νεκρών οδηγών από οδικά ατυχήματα, καθώς και για την σύγκριση τους.

Τα πρώτα δύο πρότυπα αφορούν τους ντόπιους και ξένους νεκρούς οδηγούς για το σύνολο των κρατών της Ευρώπης. Ενώ τα υπόλοιπα 4 αφορούν ξεχωριστά πρότυπα με τα δύο να αναφέρονται στους ντόπιους νεκρούς οδηγούς της Βόρειας και Νότιας Ευρώπης και τα άλλα δύο στους ξένους νεκρούς οδηγούς της Βόρειας και Νότιας Ευρώπης. Η ανάπτυξη όλων των μοντέλων πραγματοποιήθηκε με γενικευμένα γραμμικά μοντέλα.

### 5.2.1 Δεδομένα εισόδου – Καθορισμός μεταβλητών

Για την ανάπτυξη των μοντέλων εξετάστηκαν όλες οι μεταβλητές που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4. Στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης εισήχθη τόσο οι δύο βάσεις δεδομένων που περιλάμβαναν στοιχεία για τους νεκρούς για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και οι τέσσερις ξεχωριστές βάσεις που αφορούσαν νεκρούς της Βόρειας και Νότιας Ευρώπης. Έπειτα ακολούθησε ο έλεγχος συσχέτισης των μεταβλητών καθώς και οι έλεγχοι σημαντικότητας τους.

Όπως αναφέρθηκε και στο τέταρτο κεφάλαιο, αρχικά οι μεταβλητές **ομαδοποιήθηκαν** και στη συνέχεια **κωδικοποιήθηκαν**, έτσι ώστε να είναι συμβατές με το λογισμικό. Η τελική μορφή τους εμφανίστηκε στον πίνακα 4.4.

Όλες οι βάσεις δεδομένων που δημιουργήθηκαν και ήταν έτοιμες για να εισαχθούν ως στοιχεία εισόδου στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS Statistics 21, είχαν τη μορφή του πίνακα 4.5. Η μόνη διαφορά ήταν ότι στη στήλη που αναφερόταν στην εθνικότητα του νεκρού, οι βάσεις που αφορούσαν τους ντόπιους νεκρούς οδηγούς είχαν τον κωδικό αριθμό 1, ενώ οι βάσεις που αντιστοιχούσαν στους ξένους νεκρούς οδηγούς είχαν τον κωδικό αριθμό 0. Αξίζει να σημειωθεί ότι ως **εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε το σύνολο του αριθμού των νεκρών** και ως ανεξάρτητες όλες οι άλλες μεταβλητές.

	COUNTRYNAME	FatallyInjuredat30days	NATIONALITY	AGE	GENDER	URBANAREA	WEATHERCONDITION	LIGHTCONDITIONS	TRANSPORTMODE
1	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0
2	Austria	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	3.0	3.0
3	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0
4	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0
5	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
6	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	3.0	2.0
7	Austria	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	3.0	3.0
8	Austria	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0
9	Austria	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0
10	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
11	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	1.0	2.0
12	Austria	4.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	3.0	4.0
13	Austria	2.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	3.0	2.0
14	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0
15	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	2.0	2.0
16	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	2.0	2.0
17	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
18	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0
19	Austria	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0
20	Austria	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0
21	Austria	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0
22	Austria	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
23	Austria	10.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0
24	Austria	7.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0
25	Austria	10.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0
26	Austria	23.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	3.0	2.0
27	Austria	7.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	3.0	2.0
28	Austria	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	3.0	3.0
29	Austria	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	3.0	1.0
30	Austria	3.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0
31	Austria	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
32	Austria	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
33	Austria	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
34	Austria	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

**Εικόνα 5.1:** Παράδειγμα προβολής στοιχείων βάσης δεδομένων στο SPSS (Data View), για τους ντόπιους νεκρούς όλων των Ευρωπαϊκών Κρατών

### 5.2.2 Συσχέτιση των μεταβλητών

Επόμενο στάδιο ήταν η **διερεύνηση της συσχέτισης** των μεταβλητών. μέσω αυτής της διαδικασίας επιδιώκεται η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών, αλλά και η μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διερεύνηση αυτή έγινε με την εισαγωγή του πίνακα των επιλαχόντων μεταβλητών το ειδικό στατιστικό λογισμικό IBM SPSS Statistics 21.0, και τις εντολές: Analyze→Correlate→Bivariate→ Επιλογή μεταβλητών στο Variables→OK (Εικόνες 4.21 και 4.22).



**Εικόνα 5.2:** Διαδικασία για Συσχέτιση μεταβλητών

Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των

μεταβλητών. Θετικό πρόσημο της εκάστοτε τιμής του κάθε συντελεστή δηλώνει ότι με αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής υπάρχει ομόσημη αύξηση της ανεξάρτητης, ενώ αρνητικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει ετερόσημη αύξηση. Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 3, Τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση και κοντά στο -1 ισχυρή αρνητική συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία ανάμεσα σε δύο μεταβλητές.

Στην περίπτωση μας η εξέταση των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το εμπειρικό όριο του 0,5. Εάν κάποιος συντελεστής συσχέτισης προέκυπτε μεγαλύτερος του 0,5 θα εξεταζόταν το κατά πόσο αυτή η συσχέτιση θα ήταν εφικτή στην πραγματικότητα. Για το σύνολο των μεταβλητών επιλέχθηκε ο συντελεστής Spearman. Και από τα έξι μοντέλα προέκυψε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τη στατιστική ανάλυση δεν παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Ενδεικτικά παρατίθενται κάποιοι από τους πίνακες των μοντέλων.

**Πίνακας 5.1:** Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για τους ντόπιους νεκρούς σ όλα τα κράτη της Ε.Ε.

			Correlations					
			AGE	GENDER	URBAN AREA	WEATHER CONDITION	LIGHT CONDITIONS	TRANSPORT MODE TU type group
Spearman's rho	AGE	Correlation Coefficient	1,000	-,012	,000	-,044	,062	-,029
		Sig. (2-tailed)		,226	,962	,000	,000	,004
		N	9792	9792	9792	9792	9792	9792
	GENDER	Correlation Coefficient	-,012	1,000	-,011	,039	,088	,227
		Sig. (2-tailed)	,226		,255	,000	,000	,000
		N	9792	9792	9792	9792	9792	9792
	URBAN AREA	Correlation Coefficient	,000	-,011	1,000	,093	,001	,002
		Sig. (2-tailed)	,962	,255		,000	,927	,854
		N	9792	9792	9792	9792	9792	9792
	WEATHER CONDITION	Correlation Coefficient	-,044	,039	,093	1,000	,009	-,166
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,368	,000
		N	9792	9792	9792	9792	9792	9792
	LIGHT CONDITIONS	Correlation Coefficient	,062	,088	,001	,009	1,000	-,094
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,927	,368		,000
		N	9792	9792	9792	9792	9792	9792
	TRANSPORT MODE TU type group	Correlation Coefficient	-,029	,227	,002	-,166	-,094	1,000
		Sig. (2-tailed)	,004	,000	,854	,000	,000	
		N	9792	9792	9792	9792	9792	9792



**Πίνακας 5.2:** Συσχέτιση των μεταβλητών στο μοντέλο για τους ξένους νεκρούς σ όλα τα κράτη της Ε.Ε.

		Correlations						
		AGE	GENDER	URBAN AREA	WEATHER CONDITION	LIGHT CONDITIONS	TRANSPORT MODE TU type group	
Spearman's rho	AGE	Correlation Coefficient	1,000	-,021	-,068	-,003	,105	-,004
		Sig. (2-tailed)		,359	,003	,899	,000	,845
		N	1933	1933	1933	1933	1933	1933
	GENDER	Correlation Coefficient	-,021	1,000	-,008	,045	,104	,166
		Sig. (2-tailed)	,359		,729	,049	,000	,000
		N	1933	1933	1933	1933	1933	1933
	URBAN AREA	Correlation Coefficient	-,068	-,008	1,000	,103	-,009	,015
		Sig. (2-tailed)	,003	,729		,000	,708	,496
		N	1933	1933	1933	1933	1933	1933
	WEATHER CONDITION	Correlation Coefficient	-,003	,045	,103	1,000	,012	-,126
		Sig. (2-tailed)	,899	,049	,000		,594	,000
		N	1933	1933	1933	1933	1933	1933
	LIGHT CONDITIONS	Correlation Coefficient	,105	,104	-,009	,012	1,000	-,088
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,708	,594		,000
		N	1933	1933	1933	1933	1933	1933
	TRANSPORT MODE TU type group	Correlation Coefficient	-,004	,166	,015	-,126	-,088	1,000
		Sig. (2-tailed)	,845	,000	,496	,000	,000	
		N	1933	1933	1933	1933	1933	1933

### 5.2.3 Περιγραφική στατιστική

Αρχικά ήταν απαραίτητη η διαμόρφωση μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Παρατηρήθηκε ότι στην εξαρτημένη μεταβλητή τα δεδομένα είχαν τη μορφή ακέрайου κι όχι αρνητικού αριθμού. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το θεωρητικό υπόβαθρο, που είχε δημιουργηθεί, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι πιο κατάλληλες κατανομές για την περιγραφή του μοντέλου είναι η κατανομή Poisson και η αρνητική διωνυμική κατανομή.

Για το λόγο αυτό ακολουθήθηκαν τα βήματα Analyze → Descriptive Statistics → Descriptives (για συνεχείς) → Options έτσι ώστε να προκύψουν **χρήσιμα στατιστικά στοιχεία**. Τα στατιστικά μεγέθη που επιλέχθηκαν είναι η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η διακύμανση, το μέγιστο και ελάχιστο. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε μόνο για τη μεταβλητή που αναφερόταν στο σύνολο των νεκρών οδηγών καθώς ήταν η μόνη συνεχείς μεταβλητή.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν και από τις έξι βάσεις δεδομένων.

**Πίνακας 5.3&Πίνακας 5.4&Πίνακας 5.5:** Περιγραφικές στατιστικές συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο για τους ντόπιους νεκρούς σ όλη την Ευρώπη.

Descriptive Statistics			Descriptive Statistics			Descriptive Statistics		
FatallyInjuredat30days			FatallyInjuredat30days			FatallyInjuredat30days		
N	Valid	9792	N	Valid	1933	N	Valid	3333
	Missing	0		Missing	0		Missing	0
Mean		11,669	Mean		3,347	Mean		10,796
Median		2,000	Median		1,000	Median		2,000
Std. Deviation		51,9018	Std. Deviation		7,9789	Std. Deviation		49,5156
Range		1470,0	Range		142,0	Range		1002,0
Minimum		1,0	Minimum		1,0	Minimum		1,0
Maximum		1471,0	Maximum		143,0	Maximum		1003,0

**Πίνακας 5.6&Πίνακας 5.7&Πίνακας 5.8:** Περιγραφικές στατιστικές συνεχών μεταβλητών στο μοντέλο για τους ντόπιους νεκρούς σ όλη την Ευρώπη.

Descriptive Statistics			Descriptive Statistics			Descriptive Statistics		
FatallyInjuredat30days			FatallyInjuredat30days			FatallyInjuredat30days		
N	Valid	2997	N	Valid	757	N	Valid	719
	Missing	0		Missing	0		Missing	0
Mean		14,385	Mean		3,877	Mean		3,587
Median		2,000	Median		1,000	Median		1,000
Std. Deviation		65,6209	Std. Deviation		9,9132	Std. Deviation		7,8137
Range		1470,0	Range		142,0	Range		110,0
Minimum		1,0	Minimum		1,0	Minimum		1,0
Maximum		1471,0	Maximum		143,0	Maximum		111,0

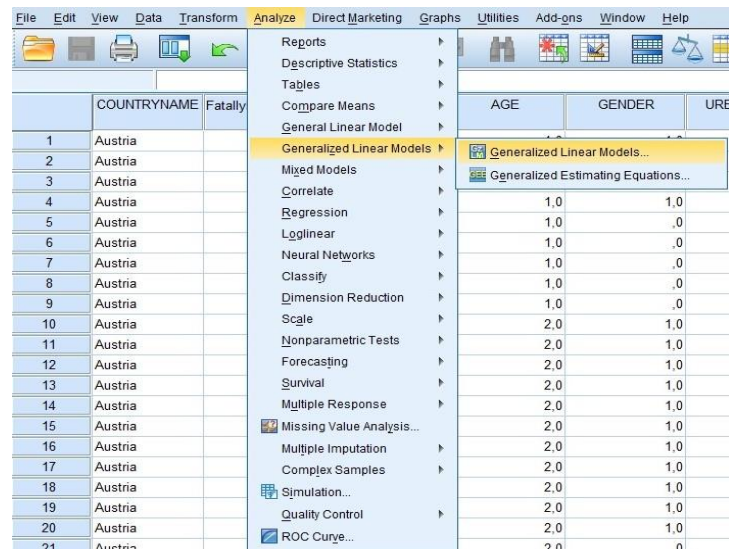
Στους παραπάνω πίνακες είναι εμφανές ότι και στις έξι βάσεις δεδομένων **η τυπική απόκλιση (std. deviation) είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή (mean)**. Για το λόγο αυτό, επιλέχθηκε η **αρνητική διωνυμική κατανομή**, ως καταλληλότερη, για τη στατιστική ανάλυση που εκπονήθηκε.

#### 5.2.4 Τρόπος ανάπτυξης αρνητικής διωνυμικής κατανομής

Αφού η βάση δεδομένων είχε ήδη εισαχθεί στο SPSS, είχαν καθοριστεί τα χαρακτηριστικά των μεταβλητών (συνεχείς, διατεταγμένες ή διακριτές) και είχε αποφασιστεί η χρήση της αρνητικής διωνυμικής κατανομής αναπτύσσεται το μαθηματικό μοντέλο και η διαδικασία φαίνεται στα επόμενα βήματα.

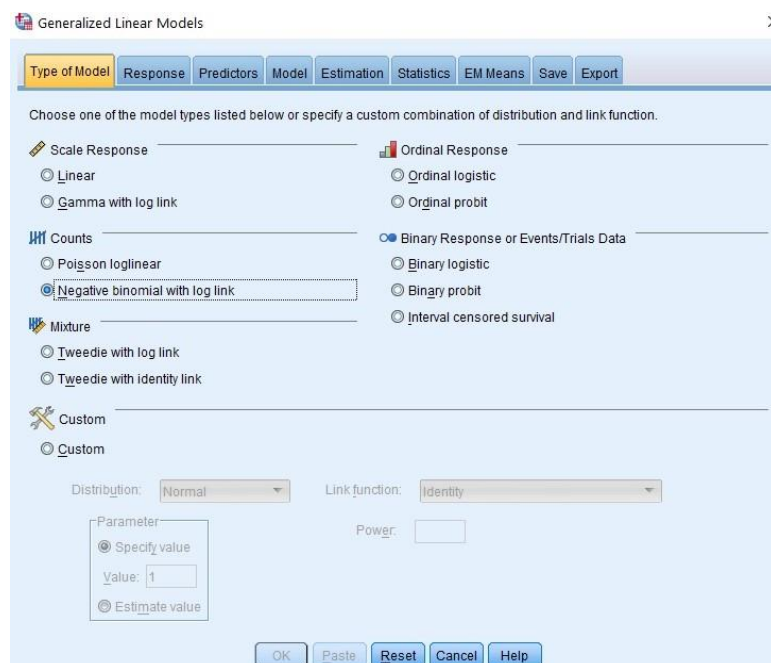


1. Επιλέγονται γενικευμένα γραμμικά μοντέλα (Analyze → Generalized Linear Models → Generalizes Linear Models)



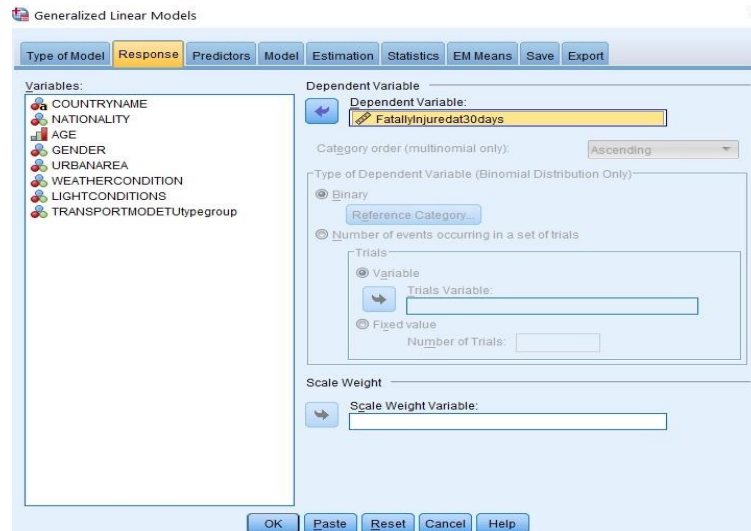
**Εικόνα 5.3:** Επιλογή Γενικευμένου Γραμμικού Μοντέλου

2. Στην καρτέλα Generalized Linear Models στο Type of Model επιλέγεται Negative binomial with log link



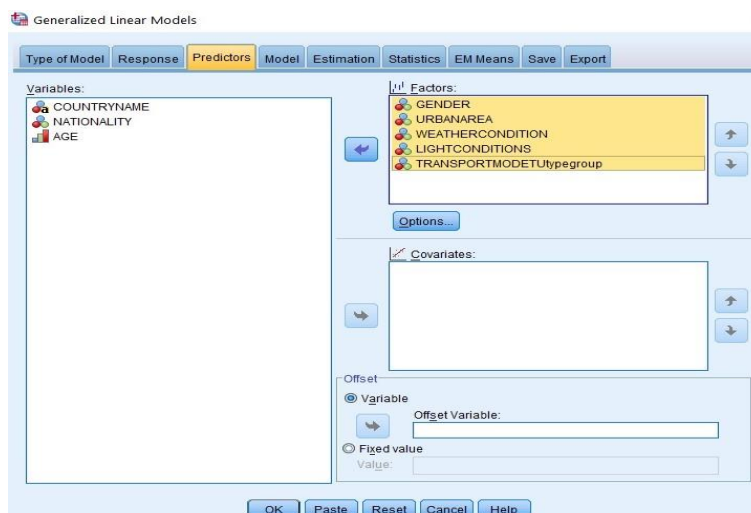
**Εικόνα 5.4:** Καθορισμός Τύπου Μοντέλου

3. Στην καρτέλα Generalized Linear Models στο Response επιλέγεται ως η εξαρτημένη μεταβλητή (dependent variable) ο αριθμός των νεκρών σε τριάντα μέρες (Fatally injured at 30 days).



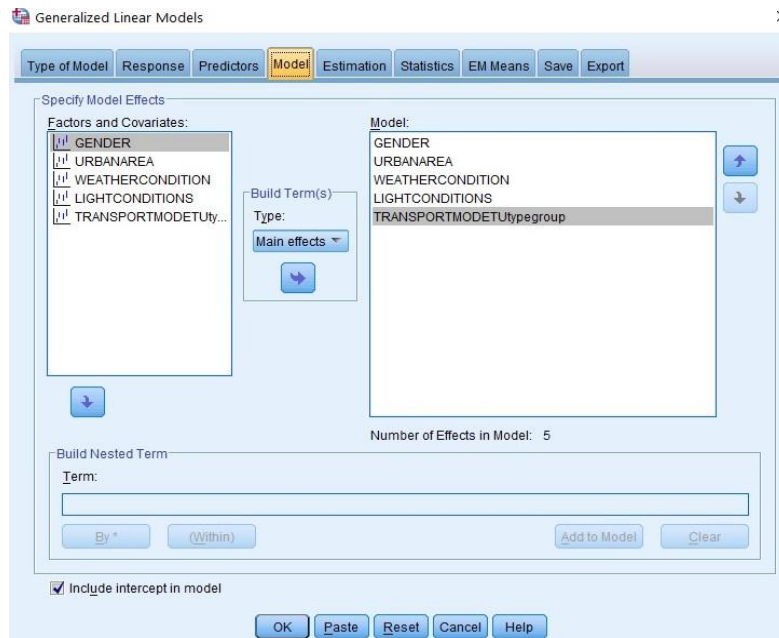
**Εικόνα 5.5:** Καθορισμός Εξαρτημένης Μεταβλητής

4. Στην καρτέλα Generalized Linear Models στο Predictors επιλέγεται ως παράγοντας (Factors) οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επιθυμούμε να εξετάσουμε. Στην περίπτωση μας οι μεταβλητές είναι: το φύλο (gender), ο τύπος της περιοχής (urban area), οι καιρικές συνθήκες (weather condition), οι συνθήκες φωτισμού (light conditions), ο τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος (transport mode).



**Εικόνα 5.6:** Καθορισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών

5. Στην καρτέλα Generalized Linear Models στο Model καθορίζεται η μορφή του προτύπου. Η στατιστική ανάλυση θα πραγματοποιηθεί με βάση τις άμεσες επιδράσεις (main effects) κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής και για τα έξι μοντέλα.



**Εικόνα 5.7:** Καθορισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών για τη δημιουργία του μοντέλου

6. Στην καρτέλα Estimation δε σημειώνεται κάποια μεταβολή στις προεπιλεγμένες λειτουργίες.
7. Στην καρτέλα Statistics επιλέγονται οι επιθυμητοί πίνακες που περιγράφουν τη στατιστική ανάλυση.
8. Εκτελείται η εντολή ανάλυσης OK και ακολουθεί η παρουσίαση της στατιστικής ανάλυσης.

### 5.3 Ανάπτυξη μοντέλου για το σύνολο των ντόπιων νεκρών από οδικά ατυχήματα σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

#### 5.3.1 Αποτελέσματα Μοντέλου

**Πίνακας 5.9:** Έλεγχος καλής προσαρμογής του μοντέλου των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών

Goodness of Fit <sup>a</sup>			
	Value	df	Value/df
Deviance	15339,433	9783	1,568
Scaled Deviance	15339,433	9783	
Pearson Chi-Square	70082,474	9783	7,164
Scaled Pearson Chi-Square	70082,474	9783	
Log Likelihood <sup>b</sup>	-29939,787		
Akaike's Information Criterion (AIC)	59897,574		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	59897,593		
Bayesian Information Criterion (BIC)	59962,278		
Consistent AIC (CAIC)	59971,278		

**Πίνακας 5.10:** Έλεγχος αποδοχής του μοντέλου των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών

Omnibus Test <sup>a</sup>		
Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
8637,069	8	0,000

**Πίνακας 5.11:** Έλεγχος σταθερών επιδράσεων του μοντέλου των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών

Tests of Model Effects			
Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	10140,060	1	0,000
GENDER	1308,576	1	0,000
URBAN AREA	306,808	1	0,000
WEATHER CONDITION	1901,099	1	0,000
LIGHT CONDITIONS	2577,460	2	0,000
TRANSPORT MODE TU type group	3634,187	3	0,000

**Πίνακας 5.12:** Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ντόπιων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών

Parameter Estimates										
Parameter	B	Std. Error	Interval		Hypothesis Test			Exp(B)	Interval for Exp(B)	
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.		Lower	Upper
(Intercept)	2,916	,0360	2,845	2,986	6564,778	1	0,000	18,464	17,207	19,814
[GENDER=,0]	1,009	,0279	,954	1,063	1308,576	1	0,000	2,742	2,596	2,896
[GENDER=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[URBAN AREA=,0]	,416	,0237	,369	,462	306,808	1	0,000	1,516	1,447	1,588
[URBAN AREA=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[WEATHER CONDITION=,0]	-,986	,0226	-1,031	-,942	1901,099	1	0,000	,373	,357	,390
[WEATHER CONDITION=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[LIGHT CONDITIONS=1,0]	-1,007	,0247	-1,055	-,958	1659,623	1	0,000	,365	,348	,384
[LIGHT CONDITIONS=2,0]	-1,395	,0318	-1,457	-1,332	1919,825	1	0,000	,248	,233	,264
[LIGHT CONDITIONS=3,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[TRANSPORT MODE TU type group=1,0]	-1,867	,0310	-1,928	-1,806	3631,143	1	0,000	,155	,145	,164
[TRANSPORT MODE TU type group=2,0]	-,780	,0303	-,840	-,721	661,005	1	0,000	,458	,432	,486
[TRANSPORT MODE TU type group=3,0]	-,727	,0347	-,795	-,659	438,951	1	0,000	,483	,452	,517
[TRANSPORT MODE TU type group=4,0]	0 <sup>a</sup>							1		
(Scale)	1 <sup>b</sup>									
(Negative binomial)	1 <sup>b</sup>									

### 5.3.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων μοντέλου

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του τελικού μοντέλου προκύπτει η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log(Αριθμός των νεκρών)} = 2,916 + 1,009*(\text{άνδρες οδηγοί}) + 0,416*(\text{μη κατοικημένη περιοχή}) - 0,986*(\text{κακοκαιρία}) - 1,007*(\text{νύχτα}) - 1,395*(\text{σούρουπο}) - 1,867*(\text{άλλα μέσα μετακίνησης}) - 0,780*(\text{μηχανοκίνητα δίκυκλα}) - 0,727*(\text{ποδήλατα})$$

Από τη μαθηματική σχέση προκύπτει ότι ο συντελεστής της μεταβλητής «**άρρεν**», ο οποίος παίρνει την τιμή **+1,009**, δείχνει ότι η συμμετοχή ανδρών στα ατυχήματα επιφέρει αύξηση του λογάριθμου του πλήθους των νεκρών, συγκριτικά με τη συμμετοχή των γυναικών. Οι άνδρες οδηγοί είναι περισσότεροι συγκριτικά με τις γυναίκες και συνεπώς αναμένονται περισσότερα ατυχήματα με άνδρες. Επίσης, πιθανολογείται ότι θα συμμετέχουν σε ατυχήματα μεγαλύτερης σοβαρότητας, αφού

συνήθως είναι περισσότερο επιθετικοί οδηγοί και αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες.

Ο συντελεστής της μεταβλητής «**μη κατοικημένης περιοχής**», στην οποία έγινε το ατύχημα είναι **+0,416**, που σημαίνει ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα με νεκρό οδηγό σε μία περιοχή που δεν κατοικείται παρά σε μία αστική περιοχή. Εκτός κατοικημένων περιοχών οι ταχύτητες είναι μεγαλύτερες οπότε αυτό εξηγεί ενδεχομένως τον υψηλότερο κίνδυνο για θανατηφόρο οδικό ατύχημα.

Ο συντελεστής της μεταβλητής που αναφέρεται στην **κακοκαιρία** είναι **-0,986**, που σημαίνει ότι τα ατυχήματα σε συνθήκες κακοκαιρίας επιφέρουν μείωση στον λογάριθμο των νεκρών. Δεδομένου ότι οι περισσότερες μέρες του χρόνου έχουν καλοκαιρία είναι λογικό τα περισσότερα ατυχήματα να συμβαίνουν τότε.

Υπό συνθήκες **νύχτας και σούρουπου** πραγματοποιείται **μείωση** των θανατηφόρων ατυχημάτων κι αυτό εξηγείται με το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής «**νύχτα**» και «**σούρουπο**». Συγκεκριμένα κατά τη νύχτα ο αριθμός των νεκρών μειώνεται κατά **-1,007** ενώ κατά το σούρουπο μειώνεται κατά **-1,395** συγκριτικά με τη μέρα.

Τα αρνητικά πρόσημα των μεταβλητών «**άλλα μέσα μετακίνησης**», «**μηχανοκίνητα δίκυκλα**» και «**ποδήλατα**» δηλώνει ότι όπου εμπλέκονται αυτά τα μέσα μετακίνησης ο αριθμός των νεκρών μειώνεται αναφορικά πάντα με τη μεταβλητή αναφοράς, που είναι τα επιβατικά αυτοκίνητα. Πιο συγκεκριμένα, η εμπλοκή άλλου μέσου μετακίνησης οδηγεί στη μείωση του λογάριθμου του αριθμού των νεκρών κατά **-1,867** φορές σε σύγκριση με τα επιβατικά οχήματα. Επιπλέον τα μηχανοκίνητα δίκυκλα μειώνουν κατά **-0,780** φορές τα οδικά ατυχήματα σε σχέση με τα επιβατικά οχήματα. Τέλος τα ποδήλατα μειώνουν τον αριθμό των νεκρών κατά **-0,727** φορές. Το γεγονός ότι τα επιβατικά οχήματα αποτελούν την πλειοψηφία στις οδικές μετακινήσεις, ενώ έπονται τα μηχανοκίνητα δίκυκλα πιθανώς να εξηγεί τις παραπάνω επιδράσεις στον αριθμό των νεκρών.

#### 5.4 Ανάπτυξη υπόλοιπων μοντέλων για το σύνολο των ντόπιων και ξένων νεκρών από οδικά ατυχήματα στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η **ίδια τάση** βρέθηκε στα πρόσημα αλλά και στην τάξη μεγέθους όλων των συντελεστών όλων των μεταβλητών και στα έξι μοντέλα. Μόνη **εξαίρεση** αποτελούσε ο συντελεστής της μεταβλητής «**κακοκαιρία**» στο μοντέλο που αναφερόταν στους ξένους οδηγούς των Βορείων κρατών της ΕΕ. Ο συντελεστής είχε την τιμή **+0,523** δηλώνοντας έτσι ότι οι κακές καιρικές συνθήκες στα Βόρεια κράτη αυξάνουν κατά **0,523** φορές τους νεκρούς από οδικά ατυχήματα σε σχέση με τις καλές καιρικές συνθήκες.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι πίνακες που αναφέρονται στην εκτίμηση των παραμέτρων και για τα έξι μοντέλα καθώς και οι μαθηματικές σχέσεις που προέκυψαν από αυτά.

**Πίνακας 5.13:** Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ξένων νεκρών για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών

Parameter Estimates										
Parameter	B	Std. Error	Interval		Hypothesis Test			Exp(B)	Interval for Exp(B)	
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.		Lower	Upper
(Intercept)	,776	,0952	,590	,963	66,566	1	,000	2,174	1,804	2,620
[GENDER=,0]	,673	,0765	,523	,823	77,317	1	,000	1,959	1,687	2,276
[GENDER=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[URBAN AREA=,0]	,507	,0620	,385	,628	66,686	1	,000	1,660	1,470	1,874
[URBAN AREA=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[WEATHER CONDITION=,0]	-,102	,0564	-,213	,008	3,278	1	,070	,903	,808	1,008
[WEATHER CONDITION=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[LIGHT CONDITIONS=1,0]	-,442	,0585	-,557	-,327	57,121	1	,000	,643	,573	,721
[LIGHT CONDITIONS=2,0]	-,985	,0844	-1,150	-,819	136,009	1	0,000	,374	,317	,441
[LIGHT CONDITIONS=3,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[TRANSPORT MODE TU type	-,664	,0730	-,807	-,521	82,945	1	,000	,515	,446	,594
[TRANSPORT MODE TU type	-,150	,0717	-,291	-,010	4,398	1	,036	,860	,748	,990
[TRANSPORT MODE TU type	-,489	,0884	-,662	-,315	30,515	1	,000	,614	,516	,730
[TRANSPORT MODE TU type	0 <sup>a</sup>							1		
(Scale)	1 <sup>b</sup>									
(Negative binomial)	1 <sup>b</sup>									

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του τελικού μοντέλου προκύπτει η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log(Αριθμός των νεκρών)} = 0,776 + 0,673*(\text{άνδρες οδηγοί}) + 0,507*(\text{μη κατοικημένη περιοχή}) - 0,102*(\text{κακοκαιρία}) - 0,442*(\text{νύχτα}) - 0,985*(\text{σούρουπο}) - 0,664*(\text{άλλα μέσα μετακίνησης}) - 0,150*(\text{μηχανοκίνητα δίκυκλα}) - 0,489*(\text{ποδήλατα})$$

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4.3, τα κράτη της Ευρώπης με βάση τα γεωγραφικά κριτήρια, χωρίστηκαν στα Βόρεια και στα Νότια κράτη. Στόχος ήταν η σύγκριση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων ανάμεσα στις δύο αυτές περιοχές της Ευρώπης, τόσο για τους ντόπιους όσο και για τους ξένους οδηγούς.

Γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν δύο πρότυπα που αφορούσαν στους ντόπιους νεκρούς από οδικά ατυχήματα, με το ένα να αναφέρεται στα κράτη της Βόρειας Ευρώπης και το άλλο της Νότιας και δύο πρότυπα για τους ξένους νεκρούς από οδικά ατυχήματα, με το ένα να περιλαμβάνει τη Βόρεια Ευρώπη και το άλλο τη Νότια.

Τα κράτη που επιλέχθηκαν για την **Βόρεια Ευρώπη** ήταν η Αυστρία, το Βέλγιο, η Γερμανία, η Δανία, το Λουξεμβούργο, η Ολλανδία, η Σουηδία και η Φινλανδία ενώ τα κράτη για τη **Νότια Ευρώπη** ήταν η Γαλλία, η Ελλάδα, η Ισπανία, η Κύπρος, η Μάλτα και η Πορτογαλία.



Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες που αναφέρονται στην εκτίμηση των παραμέτρων αυτών των μοντέλων και γίνεται μία συγκριτική αξιολόγηση τους.

**Πίνακας 5.14:** Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ντόπιων νεκρών για τα Βόρεια Κράτη της Ευρώπης

Parameter Estimates										
Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test			Exp(B)	95% Wald Confidence Interval for Exp(B)	
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.		Lower	Upper
(Intercept)	2,530	,0623	2,408	2,652	1650,158	1	0,000	12,556	11,113	14,187
[GENDER=,0]	,843	,0447	,755	,931	355,277	1	0,000	2,324	2,129	2,536
[GENDER=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[URBAN AREA=,0]	,461	,0428	,377	,545	116,371	1	0,000	1,586	1,459	1,725
[URBAN AREA=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[WEATHER CONDITION=,0]	-,120	,0382	-,195	-,045	9,829	1	,002	,887	,823	,956
[WEATHER CONDITION=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[LIGHT CONDITIONS=1,0]	-1,146	,0432	-1,230	-1,061	704,285	1	0,000	,318	,292	,346
[LIGHT CONDITIONS=2,0]	-1,329	,0523	-1,431	-1,227	646,758	1	0,000	,265	,239	,293
[LIGHT CONDITIONS=3,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[TRANSPORT MODE TU type group=1,0]	-1,780	,0550	-1,888	-1,672	1046,772	1	0,000	,169	,151	,188
[TRANSPORT MODE TU type group=2,0]	-,716	,0517	-,817	-,615	191,822	1	0,000	,489	,442	,541
[TRANSPORT MODE TU type group=3,0]	-,392	,0585	-,507	-,278	44,927	1	,000	,675	,602	,758
[TRANSPORT MODE TU type group=4,0]	0 <sup>a</sup>							1		
(Scale)	1 <sup>b</sup>									
(Negative binomial)	1 <sup>b</sup>									

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του τελικού μοντέλου προκύπτει η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}(\text{Αριθμός των νεκρών}) = 2,530 + 0,843*(\text{άνδρες οδηγοί}) + 0,461*(\text{μη κατοικημένη περιοχή}) - 0,120*(\text{κακοκαιρία}) - 1,146*(\text{νύχτα}) - 1,329*(\text{σουρούπο}) - 1,780*(\text{άλλα μέσα μετακίνησης}) - 0,716*(\text{μηχανοκίνητα δίκυκλα}) - 0,392*(\text{ποδήλατα})$$



**Πίνακας 5.15:** Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ντόπιων νεκρών για τα Νότια Κράτη της Ευρώπης

Parameter Estimates											
Parameter	B	Std. Error	Interval		Hypothesis Test			Exp(B)	Interval for Exp(B)		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.		Lower	Upper	
(Intercept)	3,090	,0671	2,958	3,221	2119,666	1	0,000	21,976	19,267	25,066	
[GENDER=,0]	1,184	,0535	1,079	1,289	490,615	1	0,000	3,268	2,943	3,629	
[GENDER=1,0]	0 <sup>a</sup>							1			
[URBAN AREA=,0]	,646	,0445	,559	,733	210,852	1	0,000	1,908	1,748	2,081	
[URBAN AREA=1,0]	0 <sup>a</sup>							1			
[WEATHER CONDITION=,0]	-1,757	,0430	-1,841	-1,673	1671,544	1	0,000	,173	,159	,188	
[WEATHER CONDITION=1,0]	0 <sup>a</sup>							1			
[LIGHT CONDITIONS=1,0]	-,900	,0454	-,989	-,811	393,327	1	0,000	,406	,372	,444	
[LIGHT CONDITIONS=2,0]	-1,471	,0618	-1,592	-1,350	565,811	1	0,000	,230	,204	,259	
[LIGHT CONDITIONS=3,0]	0 <sup>a</sup>							1			
[TRANSPORT MODE TU type group=1,0]	-2,034	,0559	-2,144	-1,925	1323,349	1	0,000	,131	,117	,146	
[TRANSPORT MODE TU type group=2,0]	-,833	,0555	-,942	-,725	225,746	1	0,000	,435	,390	,484	
[TRANSPORT MODE TU type group=3,0]	-1,636	,0837	-1,800	-1,472	382,328	1	0,000	,195	,165	,229	
[TRANSPORT MODE TU type group=4,0]	0 <sup>a</sup>							1			
(Scale)	1 <sup>b</sup>										
(Negative binomial)	1 <sup>b</sup>										

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του τελικού μοντέλου προκύπτει η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}(\text{Αριθμός των νεκρών}) = 3,090 + 1,184*(\text{άνδρες οδηγοί}) + 0,646*(\text{μη κατοικημένη περιοχή}) - 1,757*(\text{κακοκαιρία}) - 0,900*(\text{νύχτα}) - 1,471*(\text{σούρουπο}) - 2,034*(\text{άλλα μέσα μετακίνησης}) - 0,833*(\text{μηχανοκίνητα δίκυκλα}) - 1,636*(\text{ποδήλατα})$$

**Πίνακας 5.16:** Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ξένων νεκρών για τα Βόρεια Κράτη της Ευρώπης

Parameter Estimates										
Parameter	B	Std. Error	Interval		Hypothesis Test			Exp(B)	Interval for Exp(B)	
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.		Lower	Upper
(Intercept)	,668	,1552	,364	,972	18,520	1	,000	1,950	1,439	2,644
[GENDER=,0]	,607	,1149	,382	,832	27,938	1	,000	1,835	1,465	2,299
[GENDER=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[URBAN AREA=,0]	,569	,1038	,365	,772	30,021	1	,000	1,766	1,441	2,165
[URBAN AREA=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[WEATHER CONDITION=,0]	,523	,0850	,357	,690	37,924	1	,000	1,688	1,429	1,993
[WEATHER CONDITION=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[LIGHT CONDITIONS=1,0]	-,536	,0963	-,725	-,348	31,047	1	,000	,585	,484	,706
[LIGHT CONDITIONS=2,0]	-,1029	,1327	-,1289	-,768	60,098	1	,000	,358	,276	,464
[LIGHT CONDITIONS=3,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[TRANSPORT MODE TU type group=1,0]	-,541	,1188	-,774	-,308	20,760	1	,000	,582	,461	,735
[TRANSPORT MODE TU type group=2,0]	-,284	,1197	-,519	-,050	5,636	1	,018	,753	,595	,952
[TRANSPORT MODE TU type group=3,0]	-,385	,1386	-,657	-,114	7,725	1	,005	,680	,518	,893
[TRANSPORT MODE TU type group=4,0]	0 <sup>a</sup>							1		
(Scale)	1 <sup>b</sup>									
(Negative binomial)	1 <sup>b</sup>									

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του τελικού μοντέλου προκύπτει η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}(\text{Αριθμός των νεκρών}) = 0,668 + 0,607*(\text{άνδρες οδηγοί}) + 0,569*(\text{μη κατοικημένη περιοχή}) + 0,523*(\text{κακοκαιρία}) - 0,536*(\text{νύχτα}) - 1,029*(\text{σούρουπο}) - 0,541*(\text{άλλα μέσα μετακίνησης}) - 0,284*(\text{μηχανοκίνητα δίκυκλα}) - 0,385*(\text{ποδήλατα})$$

**Πίνακας 5.17:** Εκτίμηση των παραμέτρων στο μοντέλο των ξένων νεκρών για τα Νότια Κράτη της Ευρώπης

Parameter Estimates										
Parameter	B	Std. Error	Interval		Hypothesis Test			Exp(B)	Interval for Exp(B)	
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.		Lower	Upper
(Intercept)	,907	,1537	,605	1,208	34,796	1	,000	2,476	1,832	3,347
[GENDER=.0]	1,000	,1263	,752	1,247	62,611	1	,000	2,717	2,121	3,481
[GENDER=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[URBAN AREA=.0]	,563	,1040	,360	,767	29,346	1	,000	1,757	1,433	2,154
[URBAN AREA=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[WEATHER CONDITION=.0]	-1,210	,1088	-1,424	-.997	123,697	1	0,000	,298	,241	,369
[WEATHER CONDITION=1,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[LIGHT CONDITIONS=1,0]	-.517	,0956	-.704	-.330	29,266	1	,000	,596	,494	,719
[LIGHT CONDITIONS=2,0]	-1,136	,1563	-1,443	-.830	52,847	1	,000	,321	,236	,436
[LIGHT CONDITIONS=3,0]	0 <sup>a</sup>							1		
[TRANSPORT MODE TU type group=1,0]	-.959	,1290	-1,212	-.706	55,227	1	,000	,383	,298	,494
[TRANSPORT MODE TU type group=2,0]	-.256	,1154	-.482	-.030	4,914	1	,027	,774	,618	,971
[TRANSPORT MODE TU type group=3,0]	-.875	,1469	-1,163	-.587	35,517	1	,000	,417	,312	,556
[TRANSPORT MODE TU type group=4,0]	0 <sup>a</sup>							1		
(Scale)	1 <sup>b</sup>									
(Negative binomial)	1 <sup>b</sup>									

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του τελικού μοντέλου προκύπτει η ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$\text{Log}(\text{Αριθμός των νεκρών}) = 0,907 + 1,000*(\text{άνδρες οδηγοί}) + 0,563*(\text{μη κατοικημένη περιοχή}) - 1,210*(\text{κακοκαιρία}) - 0,517*(\text{νύχτα}) - 1,136*(\text{σούρουπο}) - 0,959*(\text{άλλα μέσα μετακίνησης}) - 0,256*(\text{μηχανοκίνητα δίκυκλα}) - 0,875*(\text{ποδήλατα})$$

## 5.5 Συγκριτική Αξιολόγηση των Μοντέλων

### 5.5.1 Σχετική επιρροή παραγόντων

Μέσω της σύγκρισης των συντελεστών των μεταβλητών από τα έξι μοντέλα που αναφέρονταν στους ντόπιους και τους ξένους οδηγούς, στο σύνολο των κρατών της Ευρώπης αλλά και στα Βόρεια και Νότια κράτη της ξεχωριστά, θα προσδιοριστεί σε ποιες περιπτώσεις ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα επηρεάστηκε εντονότερα.

Για να συγκριθούν τα αποτελέσματα των μοντέλων και να οδηγηθούμε στην εξαγωγή συμπερασμάτων, δημιουργήθηκε ένας πίνακας ο οποίος περιέχει τις τιμές των συντελεστών κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής που χρησιμοποιήθηκε καθώς και την ψευδοελαστικότητα κάθε μεταβλητής για τα έξι μοντέλα που προαναφέρθηκαν. Χρησιμοποιήθηκε η ψευδοελαστικότητα γιατί η έρευνα βασίζεται σε διακριτές μεταβλητές και μέσω αυτής εξηγείται η επί τοις εκατό μεταβολή του αριθμού των νεκρών λόγω κάποιων χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων.

Μέσω της ψευδοελαστικότητας προσδιορίζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη. Ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών δίνεται προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη, στην προκειμένη περίπτωση είναι η μεταβλητή “ άλλος τύπος εμπλεκόμενου οχήματος”. Άρα μ αυτό τον τρόπο προκύπτει κατά πόσο μεγαλύτερη επιρροή έχουν οι άλλες μεταβλητές συγκριτικά με την επιρροή της μεταβλητής “άλλος τύπος εμπλεκόμενου οχήματος” και κατ’ επέκταση τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους. Για το σκοπό αυτό η σύγκριση έγινε ανά ζευγάρια μοντέλων, δηλαδή το πρώτο ζευγάρι ήταν οι ντόπιοι και οι ξένοι νεκροί για το σύνολο των κρατών της Ευρώπης, το δεύτερο ζευγάρι ήταν οι ντόπιοι και οι ξένοι νεκροί από οδικά ατυχήματα για τα Βόρεια κράτη της Ευρώπης και το τρίτο οι ντόπιοι και ξένοι νεκροί για τα Νότια κράτη της Ευρώπης.

## 5.5.2 Περιγραφή Σχετικών Επιρροών

**Πίνακας 5.18:** Σχετική επιρροή των μοντέλων για το σύνολο των Ευρωπαϊκών Κρατών

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	NATIONAL			FOREIGNER		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή	
			ei (Ψευδοελαστικότητα)	ei* (σχετική επιρροή)		ei (Ψευδοελαστικότητα)	ei* (σχετική επιρροή)
	Σταθερός Όρος	2,916			0,776		
Φύλο	Άρρεν	1,009	2,742	<b>17,69</b>	0,673	1,959	<b>12,64</b>
	Θήλυ						
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή	0,42	1,516	<b>9,78</b>	0,507	1,660	<b>10,71</b>
	Κατοικημένη περιοχή						
Καιρικές συνθήκες ατυχήματος	Κακοκαιρία	-0,986	0,373	<b>2,41</b>	-0,102	0,903	<b>5,82</b>
	Καλοκαιρία						
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Νύχτα	-1,007	0,365	<b>2,36</b>	-0,442	0,643	<b>4,15</b>
	Σούρουπο	-1,395	0,248	<b>1,60</b>	-0,985	0,374	<b>2,41</b>
	Μέρα						
	Άλλος	-1,867	0,155	<b>1,00</b>	-0,664	0,515	<b>3,32</b>
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	-0,780	0,458	<b>2,96</b>	-0,150	0,860	<b>5,55</b>
	Ποδήλατο	-0,727	0,483	<b>3,12</b>	-0,489	0,614	<b>3,96</b>
	Επιβατικό						

Η σύγκριση των επιρροών πραγματοποιήθηκε για το κάθε μοντέλο ξεχωριστά αλλά και ανά δύο μοντέλα μαζί και προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα.

Για το πρώτο ζευγάρι μοντέλων που αφορά στο **σύνολο των Ευρωπαϊκών κρατών**:

- ❖ Και στα δύο μοντέλα, **τη μεγαλύτερη επιρροή** μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών εμφανίζει το φύλο του νεκρού οδηγού. Αν ο οδηγός είναι γένους αρσενικού τότε αυξάνει κατά πολύ τον αριθμό των νεκρών. Συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι η επιρροή των ντόπιων ανδρών (17,69) είναι μεγαλύτερη από την επιρροή των ξένων ανδρών (12,64). Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ντόπιοι άνδρες οδηγοί στην κάθε χώρα είναι περισσότεροι απ' ό,τι οι ξένοι άνδρες οδηγοί. Σύμφωνα και με άλλες έρευνες από τη διεθνή βιβλιογραφία έχει παρατηρηθεί κυρίως στις τουριστικές περιοχές ότι οι ντόπιοι παθόντες σε οδικά ατυχήματα είναι κυρίως άντρες ενώ μεταξύ των ξένων τουριστών τα ποσοστά των ανδρών και γυναικών θυμάτων σε οδικά ατυχήματα είναι σχεδόν ίσα (Nikolaou et al., 2019)

- ❖ Ο τύπος της **μη κατοικημένης περιοχής** για τους ξένους οδηγούς έχει μεγαλύτερη επιρροή (10,71) απ' ό τι για τους ντόπιους οδηγούς (9,78). Ωστόσο δεν παρατηρείται μεγάλη διαφορά στην επιρροή του τύπου της οδού ανάμεσα στα δύο μοντέλα. Η μικρή αυτή διαφορά μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ξένοι οδηγοί στο υπεραστικό δίκτυο αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες και να είναι πιο απρόσεκτοι σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς οι οποίοι ίσως να είναι πιο προσεκτικοί μιας και γνωρίζουν τις ιδιαιτερότητες του υπεραστικού οδικού δικτύου.
- ❖ Οι **κακές καιρικές συνθήκες** επηρεάζουν **2,5 φορές** παραπάνω τους ξένους οδηγούς σε σύγκριση με τους ντόπιους οδηγούς. Ενδεχομένως, αυτό να εξηγείται από το γεγονός ότι οι ξένοι οδηγοί δεν γνωρίζουν τόσο καλά το οδικό δίκτυο της περιοχής όσο οι ντόπιοι και σε συνδυασμό με τις κακές καιρικές συνθήκες να οδηγούν σε αύξηση του αριθμού των ξένων νεκρών οδηγών.
- ❖ Κατά τη διάρκεια του **σούρουπου** οι ξένοι οδηγοί επηρεάζουν 1,5 φορά παραπάνω στον αριθμό των νεκρών σε σχέση με την επιρροή των ντόπιων οδηγών. Ενώ το ίδιο ισχύει και κατά τη διάρκεια της **νύχτας** (1,75 φορές).
- ❖ Συγκρίνοντας τα δύο μοντέλα μεταξύ τους, διαπιστώνεται ότι για το μοντέλο των ντόπιων τη **μικρότερη επιρροή** μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών έχει ο άλλος τύπος εμπλεκόμενου οχήματος ενώ για το μοντέλο των ξένων οι συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος: σούρουπο.
- ❖ Όσον αφορά στον τύπο του εμπλεκόμενου οχήματος, παρατηρείται ότι τα **μηχανοκίνητα δίκυκλα** επηρεάζουν τον αριθμό των ξένων νεκρών οδηγών 5,55 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην αυξημένη κυκλοφορία ξένων μοτοσυκλετιστών κυρίως στις νότιες χώρες της Ευρώπης που έχουν έντονο το στοιχείο του τουρισμού.
- ❖ Η επιρροή του ποδηλάτου, ως τύπος οχήματος που εμπλέκεται στο θανατηφόρο οδικό ατύχημα είναι παρόμοια και για τα δύο μοντέλα.
- ❖ Στο μοντέλο για τους **ντόπιους** οι μεταβλητές που επηρεάζουν τον αριθμό των νεκρών ταξινομούνται ως εξής: φύλο οδηγού – άρρεν, τύπος περιοχής ατυχήματος – επαρχιακή οδός, τύπος εμπλεκόμενου οχήματος – ποδήλατο, τύπος εμπλεκόμενου οχήματος – μηχανοκίνητο δίκυκλο, οι καιρικές συνθήκες του ατυχήματος – κακοκαιρία, οι συνθήκες φωτισμού νύχτα και μετά σούρουπο και τέλος ο άλλος τύπος εμπλεκόμενου οχήματος (ξεκινώντας από τη μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή).
- ❖ Στο μοντέλο για τους **ξένους** οι μεταβλητές ανάλογα τον αριθμό των νεκρών που επηρεάζουν ταξινομούνται ως εξής: φύλο οδηγού – άρρεν, τύπος περιοχής ατυχήματος – επαρχιακή οδός, οι καιρικές συνθήκες του ατυχήματος – κακοκαιρία, ο τύπος εμπλεκόμενου οχήματος – μηχανοκίνητα δίκυκλα, οι συνθήκες φωτισμού – νύχτα, τύπος εμπλεκόμενου οχήματος – ποδήλατο και μετά ο άλλος τύπος οχήματος (ξεκινώντας από τη μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή).

**Πίνακας 5.19:** Συγκριτική επιρροή των τεσσάρων μοντέλων για τη Βόρεια και Νότια Ευρώπη

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	NATIONAL SOUTH			FOREIGNER SOUTH			NATIONAL NORTH			FOREIGNER NORTH		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή	
			ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)
	Σταθερός Όρος	3,090			0,907			2,530			0,668		
Φύλο	Άρρεν	1,184	3,268	24,95	1,000	2,717	20,74	0,843	2,324	17,74	0,607	1,835	14,01
	Θήλυ												
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή	0,646	1,908	14,56	0,563	1,757	13,41	0,461	1,586	12,11	0,569	1,766	13,48
	Κατοικημένη περιοχή												
Καιρικές συνθήκες ατυχήματος	Κακοκαιρία	-1,757	0,173	1,32	-1,210	0,298	2,28	-0,120	0,887	6,77	0,523	1,688	12,88
	Καλοκαιρία												
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Νύχτα	-0,90	0,406	3,10	-0,517	0,596	4,55	-1,146	0,318	2,43	-0,536	0,585	4,46
	Σούρουπο	-1,471	0,230	1,75	-1,136	0,321	2,45	-1,329	0,265	2,02	-1,029	0,358	2,73
	Μέρα												
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Άλλος	-2,034	0,131	1,00	-0,959	0,383	2,93	-1,780	0,169	1,29	-0,541	0,582	4,44
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	-0,833	0,435	3,32	-0,256	0,774	5,91	-0,716	0,489	3,73	-0,284	0,753	5,75
	Ποδήλατο	-1,636	0,195	1,49	-0,875	0,417	3,18	-0,392	0,675	5,16	-0,385	0,680	5,19
	Επιβατικό												

### Φύλο οδηγού

- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν στα **Νότια κράτη** της ΕΕ παρατηρείται ότι και στα δύο μοντέλα τη **μεγαλύτερη επιρροή** στον αριθμό των νεκρών από οδικά ατυχήματα επιφέρει το **φύλο του οδηγού**.
- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Βόρεια κράτη** της ΕΕ προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη επιρροή μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, και στα δύο μοντέλα, εμφανίζει το φύλο του οδηγού. Συγκεκριμένα, όταν ο οδηγός ήταν άνδρας επηρέαζε τους ντόπιους οδηγούς 13,75 φορές περισσότερο και τους ξένους 10,86 φορές περισσότερο, σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή. Όπως και για το συνολικό μοντέλο των κρατών της Ευρώπης, έτσι και για το μοντέλο των Βόρειων χωρών, παρατηρείται αυξημένη επιρροή των ντόπιων ανδρών νεκρών οδηγών σε σχέση με τους ξένους νεκρούς άντρες οδηγούς στον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο κατά πολύ υψηλότερο ποσοστό των διανυόμενων επιβατοχιλιομέτρων από τους ντόπιους άνδρες οδηγούς σε σχέση με τις γυναίκες.
- ❖ Από τη σύγκριση των **τεσσάρων μοντέλων** που αναφέρονται στους ντόπιους και ξένους νεκρούς στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρώπης διαπιστώνεται ότι η μεταβλητή που αφορά στο φύλο του οδηγού, σε σύγκριση με τις άλλες μεταβλητές επηρεάζει στο μεγαλύτερο βαθμό τον αριθμό των νεκρών από οδικά ατυχήματα. Αυτό όμως που γίνεται αντιληπτό είναι ότι οι **άνδρες οδηγοί στη Νότια Ευρώπη**

αυξάνουν περισσότερο τον αριθμό των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων σε σχέση με τους **άνδρες οδηγούς της Βόρειας Ευρώπης**.

#### Τύπος της περιοχής του ατυχήματος

- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Νότια** κράτη της ΕΕ διαπιστώθηκε ότι **δεύτερη υψηλότερη επιρροή** στην κατάταξη παρουσιάζει ο τύπος της περιοχής του ατυχήματος, και επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς.
- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Βόρεια** κράτη της ΕΕ προκύπτει ότι η επιρροή του τύπου της περιοχής του ατυχήματος είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς συγκριτικά με τους ντόπιους οδηγούς.
- ❖ Από τη σύγκριση των τεσσάρων μοντέλων που αναφέρονται στους ντόπιους και ξένους νεκρούς στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρώπης παρατηρείται ότι στα νότια κράτη η μεταβλητή μη κατοικημένη περιοχή επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των νεκρών για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς, ενώ στις βόρειες χώρες συμβαίνει το αντίθετο.

#### Καιρικές συνθήκες ατυχήματος

- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Νότια κράτη** της ΕΕ παρατηρήθηκε ότι η κακοκαιρία συγκριτικά με την καλοκαιρία επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τους ξένους οδηγούς από ότι τους ντόπιους οδηγούς. Αλλά και στα δύο μοντέλα η μεταβλητή καιρικές συνθήκες δεν αυξάνει σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό των ατυχημάτων.
- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Βόρεια κράτη** της ΕΕ γίνεται αντιληπτό ότι η επιρροή των καιρικών συνθηκών για τους ξένους οδηγούς είναι αρκετά μεγαλύτερη από ότι για τους ντόπιους, σχεδόν 2 φορές μεγαλύτερη. Επιπλέον και για τα δύο μοντέλα είναι η τρίτη πιο σημαντική μεταβλητή για την αύξηση του αριθμού των νεκρών. Ενδεχομένως, το οδικό περιβάλλον να μην είναι τόσο οικείο για τους ξένους οδηγούς και σε συνδυασμό με τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες να επηρεάζουν περισσότερο τον αριθμό των νεκρών οδηγών.
- ❖ Από τη σύγκριση των τεσσάρων μοντέλων που αναφέρονται στους ντόπιους και ξένους νεκρούς στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρώπης διαπιστώνεται ότι: η κακοκαιρία επηρεάζει σχεδόν **6 φορές παραπάνω τους οδηγούς της Βόρειας Ευρώπης** συγκριτικά με τους οδηγούς της Νότιας Ευρώπης. Αξιοσημείωτο είναι επίσης πως για τους ξένους οδηγούς στις βόρειες χώρες **το πρόσημο της κακοκαιρίας είναι θετικό** γεγονός που υποδηλώνει ότι ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα για τους ξένους αυξάνεται όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς. Αυτό ίσως μπορεί να ερμηνευθεί από τα έντονα καιρικά φαινόμενα που παρουσιάζονται συχνά στα βόρεια κράτη της Ευρώπης τα οποία ενδεχομένως να δυσκολεύουν την οδήγηση των ξένων οδηγών και να μειώνουν την ασφάλεια τους.



### Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος

- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Νότια κράτη** της ΕΕ διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας οι ξένοι οδηγοί επηρεάζονται περισσότερο από ότι οι ντόπιοι οδηγοί. Επιπλέον στο μοντέλο που αφορά τους **ξένους** βλέπουμε ότι τη **μικρότερη** επιρροή έχουν οι συνθήκες φωτισμού την ώρα του ατυχήματος. Συγκεκριμένα αν το ατύχημα συμβεί κατά τη διάρκεια του **σούρουπου** αυτό επηρεάζει σε μικρό βαθμό την αύξηση των νεκρών από οδικό ατύχημα
- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Βόρεια κράτη** της ΕΕ παρατηρείται ότι κατά τις νυχτερινές ώρες οι ξένοι οδηγοί συμβάλλουν **σχεδόν δύο φορές** περισσότερο στον αριθμό των νεκρών σε σύγκριση με τους ντόπιους. Οι ντόπιοι οδηγοί ίσως κατά τη διάρκεια της νύχτας να έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόσουν καλύτερα την οδηγική τους συμπεριφορά καθώς γνωρίζουν καλύτερα το οδικό δίκτυο και οδηγούν με μεγαλύτερη ασφάλεια
- ❖ Από τη σύγκριση των τεσσάρων μοντέλων που αναφέρονται στους ντόπιους και ξένους νεκρούς στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρώπης διαπιστώνεται ότι κατά τη διάρκεια της **νύχτας** οι **ξένοι οδηγοί** τόσο στη Βόρεια όσο και στη Νότια Ευρώπη επηρεάζονται το **ίδιο**. Ωστόσο οι **ντόπιοι οδηγοί** στη Νότια Ευρώπη επηρεάζονται **περισσότερο** απ' ότι στη Βόρεια Ευρώπη. Επιπλέον κατά το **σούρουπο** τόσο οι ντόπιοι όσο και οι ξένοι οδηγοί στη Βόρεια και τη Νότια Ευρώπη επηρεάζονται το ίδιο.

### Τύπος εμπλεκόμενου οχήματος

- ❖ Η σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν στα **Νότια κράτη** της ΕΕ έδειξε ότι το **ποδήλατο**, ως τύπος εμπλεκόμενου στο ατύχημα οχήματος, επηρεάζει **δύο φορές παραπάνω** τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς και το ίδιο ισχύει και για τη μεταβλητή **μηχανοκίνητα δίκυκλα**. Πιο συγκεκριμένα για τις μοτοσυκλέτες, στα νότια κράτη της Ευρώπης είναι αρκετά έντονο το φαινόμενο ενοικίασης μοτοσυκλετών από ξένους οδηγούς που στην πλειοψηφία επισκέπτονται αυτές τις χώρες για τουρισμό. Αυτή η αυξημένη κυκλοφορία μοτοσυκλετών με ξένους οδηγούς σε συνδυασμό με το μη γνώριμο για αυτούς οδικό δίκτυο ενδεχομένως να είναι ικανή να ερμηνεύσει αυτή την αυξημένη επιρροή.
- ❖ Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων που αφορούν τα **Βόρεια κράτη** της ΕΕ παρατηρείται ότι η χρήση του ποδηλάτου επηρεάζει στον ίδιο βαθμό τους ντόπιους και τους ξένους οδηγούς, ενώ η χρήση μηχανοκίνητου δίκυκλου επηρεάζει περισσότερο τους ξένους οδηγούς συγκριτικά με τους ντόπιους, συγκεκριμένα 1,5 φορά παραπάνω.
- ❖ Από τη σύγκριση των **τεσσάρων μοντέλων** που αναφέρονται στους ντόπιους και ξένους νεκρούς στα Βόρεια και στα Νότια κράτη της Ευρώπης σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι το μεταφορικό μέσο **ποδήλατο** επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό των αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στη Βόρεια Ευρώπη συγκριτικά με τη

Νότια Ευρώπη, τόσο για τους ξένους όσο και για τους ντόπιους οδηγούς. Ίσως αυτό να οφείλεται στην αυξημένη κυκλοφορία ποδηλάτων στις χώρες αυτές καθώς το ποδήλατο είναι ένα αρκετά διαδεδομένο μεταφορικό μέσο στις βόρειες χώρες της Ευρώπης και το επιλέγουν αρκετοί πολίτες για τις μετακινήσεις τους.

Ενώ τα **μηχανοκίνητα δίκυκλα** επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό τον αριθμό των ξένων οδηγών είτε των Βόρειων είτε των Νότιων κρατών συγκριτικά με τους ντόπιους οδηγούς σε Βόρεια και Νότια Ευρώπη. Η επιρροή των μοτοσυκλετών για τους ξένους οδηγούς στα νότια κράτη (5,91) είναι λίγο υψηλότερη με την αντίστοιχη για το βόρεια κράτη (5,75) ενδεχομένως λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας μοτοσυκλετών στις νότιες χώρες της Ευρώπης.

## 6. Συμπεράσματα

---

### 6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

**Στόχος** της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η συγκριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων για τις διαφορετικές εθνικότητες θανόντων οδηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.

Τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου ακολούθησε η **βιβλιογραφική ανασκόπηση**, στην οποία αναλύθηκαν τα αποτελέσματα συναφών ερευνών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, τόσο σε εθνικό, όσο και Ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η συλλογή των στατιστικών στοιχείων, που κρίθηκαν απαραίτητα για την επίτευξη του προαναφερόμενου στόχου. Για τον αριθμό των θυμάτων από οδικά ατυχήματα, τα στοιχεία αντλήθηκαν από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων οδικών ατυχημάτων, **CARE**. Ως περίοδος μελέτης ορίστηκε η δεκαετία 2008-2017. Τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία και κωδικοποίηση τους ώστε να εισαχθούν στο ειδικό στατιστικό λογισμικό.

Ένας επιπλέον διαχωρισμός που πραγματοποιήθηκε, αφορούσε στα Βόρεια και Νότια κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων επιλέχθηκε η **Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση**. Εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε ο αριθμός των νεκρών οδηγών και αναπτύχθηκαν συνολικά έξι στατιστικά μοντέλα με τις ίδιες μεταβλητές, επιτρέποντας την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα για τους ντόπιους οδηγούς για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και για τις δύο επιμέρους ομάδες κρατών, και άλλα τρία μοντέλα για τους ξένους οδηγούς. Επισημαίνεται ότι η ανάπτυξη των μοντέλων τόσο για το σύνολο των κρατών όσο και για κάθε ομάδα ξεχωριστά, πραγματοποιήθηκε μετά από αρκετές δοκιμές και διάφορους συνδυασμούς ανεξάρτητων μεταβλητών.

Τα τελικά μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής (αριθμός νεκρών οδηγών) και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Η **σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου προτύπου αλλά κι όλων μεταξύ τους. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των μοντέλων:

**Πίνακας 6.1:** Συγκεντρωτικός πίνακας στατιστικών μοντέλων

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	NATIONAL			FOREIGNER			NATIONAL SOUTH			FOREIGNER SOUTH			NATIONAL NORTH			FOREIGNER NORTH		
		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή		Τιμές συντελεστών	Σχετική Επιρροή	
			ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)		ει (Ψευδοελαστικότητα)	ει* (σχετική επιρροή)
	Σταθερός Όρος	2,916			0,776			3,090			0,907			2,530			0,668		
Φύλο	Άρρεν	1,009	2,742	<b>17,69</b>	0,673	1,959	<b>12,64</b>	1,184	3,268	<b>24,95</b>	1,000	2,717	<b>20,74</b>	0,843	2,324	<b>13,75</b>	0,607	1,835	<b>10,86</b>
	Θήλυ																		
Τύπος περιοχής ατυχήματος	Μη κατοικημένη περιοχή	0,42	1,516	<b>9,78</b>	0,507	1,660	<b>10,71</b>	0,846	1,908	<b>14,56</b>	0,563	1,757	<b>13,41</b>	0,461	1,586	<b>9,38</b>	0,569	1,766	<b>10,45</b>
	Κατοικημένη περιοχή																		
Καιρικές συνθήκες ατυχήματος	Κακοκαιρία	-0,986	0,373	<b>2,41</b>	-0,102	0,903	<b>5,82</b>	-1,757	0,173	<b>1,32</b>	-1,210	0,298	<b>2,28</b>	-0,120	0,887	<b>5,25</b>	0,523	1,688	<b>9,99</b>
	Καλοκαιρία																		
Συνθήκες φωτισμού ατυχήματος	Νύχτα	-1,007	0,365	<b>2,36</b>	-0,442	0,643	<b>4,15</b>	-0,90	0,406	<b>3,10</b>	-0,517	0,596	<b>4,55</b>	-1,146	0,318	<b>1,86</b>	-0,536	0,585	<b>3,46</b>
	Σούρουπο	-1,395	0,248	<b>1,80</b>	-0,985	0,374	<b>2,41</b>	-1,471	0,230	<b>1,75</b>	-1,136	0,321	<b>2,45</b>	-1,329	0,265	<b>1,57</b>	-1,029	0,358	<b>2,12</b>
	Μέρα																		
Τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος	Άλλος	-1,867	0,155	<b>1,00</b>	-0,664	0,515	<b>3,32</b>	-2,034	0,131	<b>1,00</b>	-0,959	0,383	<b>2,93</b>	-1,780	0,169	<b>1,00</b>	-0,541	0,582	<b>3,44</b>
	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	-0,780	0,458	<b>2,96</b>	-0,150	0,860	<b>5,55</b>	-0,833	0,435	<b>3,32</b>	-0,256	0,774	<b>5,91</b>	-0,716	0,489	<b>2,89</b>	-0,284	0,753	<b>4,45</b>
	Ποδήλατο	-0,727	0,483	<b>3,12</b>	-0,489	0,614	<b>3,96</b>	-1,636	0,195	<b>1,49</b>	-0,875	0,417	<b>3,18</b>	-0,392	0,675	<b>4,00</b>	-0,385	0,680	<b>4,03</b>
	Επιβατικό																		

## 6.2 Συμπεράσματα

Κατά τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψε μία σειρά συμπερασμάτων που συνδέονται άμεσα με τους αρχικούς στόχους και τα ερωτήματά της. Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα αυτά, με τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

1. Στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η **εθνικότητα του οδηγού επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των νεκρών** στα οδικά ατυχήματα, ενδεχομένως διότι οι ξένοι οδηγοί δεν είναι τόσο εξοικειωμένοι με την τοπική κυκλοφορία όσο είναι οι ντόπιοι οδηγοί και πιθανώς προσαρμόζονται δυσκολότερα και κάνουν περισσότερα λάθη.
2. Οι **βασικοί παράγοντες επιρροής** των οδικών ατυχημάτων που διαφοροποιούν τα οδικά ατυχήματα ντόπιων και ξένων οδηγών είναι κατά σειρά σπουδαιότητας το φύλο του οδηγού, ο τύπος της περιοχής του ατυχήματος, ο τύπος του εμπλεκόμενου οχήματος, οι καιρικές συνθήκες και τέλος οι συνθήκες φωτισμού του ατυχήματος.
3. Η επιρροή του **φύλου του οδηγού** στον αριθμό των νεκρών είναι μεγαλύτερη στους ντόπιους οδηγούς από ότι στους ξένους. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η αναλογία αντρών οδηγών

σε σχέση με τις γυναίκες είναι υψηλότερη για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς.

Επιπλέον, η επιρροή του φύλου του οδηγού στον αριθμό των νεκρών στα Νότια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Βόρεια κράτη της ΕΕ είναι ακόμη μεγαλύτερη στους ντόπιους οδηγούς από ότι στους ξένους. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι στα Νότια σε σχέση με τα Βόρεια κράτη, η αναλογία κυκλοφορούντων αντρών οδηγών σε σχέση με τις γυναίκες είναι υψηλότερη για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς.

4. Η επιρροή του **τύπου της περιοχής του ατυχήματος** στον αριθμό των νεκρών είναι μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους οδηγούς. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται αφενός στην οδηγική συμπεριφορά των ξένων οδηγών, οι οποίοι ίσως να μην γνωρίζουν τόσο καλά το οδικό δίκτυο της περιοχής και τις ιδιαιτερότητες του όσο οι ντόπιοι οδηγοί και αφετέρου ότι οι τουρίστες ξένοι οδηγοί κυκλοφορούν περισσότερο στο υπεραστικό δίκτυο. Όμοια επιρροή παρατηρείται και στα Βόρεια κράτη της ΕΕ.

Ωστόσο, η επιρροή του τύπου της περιοχής του ατυχήματος στον αριθμό των νεκρών στα Νότια κράτη της ΕΕ είναι μεγαλύτερη για τους ντόπιους οδηγούς σε σχέση με τους ξένους οδηγούς. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι στα κράτη της Νότιας Ευρώπης, οι ντόπιοι οδηγοί έχουν χαμηλότερες επιδόσεις ασφαλείας από ότι οι ξένοι οδηγοί.

5. Οι **καιρικές συνθήκες την ώρα του ατυχήματος** έχουν μεγαλύτερη επιρροή στον αριθμό των νεκρών στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι ξένοι οδηγοί δεν είναι συνηθισμένοι στις ειδικές καιρικές συνθήκες της κάθε περιοχής και η ασφάλειά τους επηρεάζεται περισσότερο από αυτές.

Επιπλέον, η επιρροή των καιρικών συνθηκών στον αριθμό των νεκρών στα Βόρεια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Νότια κράτη της ΕΕ είναι ακόμη μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους (έξι φορές μεγαλύτερη). Το γεγονός αυτό ενδεχομένως μπορεί να ερμηνευθεί από τα έντονα καιρικά φαινόμενα που παρουσιάζονται συχνότερα στα Βόρεια κράτη της Ευρώπης σε σχέση με τα Νότια κράτη, τα οποία ίσως δυσκολεύουν περισσότερο την οδήγηση των ξένων οδηγών συγκριτικά με τους ντόπιους οδηγούς.

6. Η επιρροή των **συνθηκών φωτισμού την ώρα του ατυχήματος** είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς από ότι για τους ντόπιους οδηγούς. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι ντόπιοι οδηγοί κατά τη διάρκεια της νύχτας μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόσουν καλύτερα την οδηγική τους συμπεριφορά καθώς γνωρίζουν καλύτερα το οδικό δίκτυο και οδηγούν με μεγαλύτερη ασφάλεια σε σχέση με τους ξένους.

Επιπλέον, η επιρροή των συνθηκών φωτισμού στον αριθμό των νεκρών στα Βόρεια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Νότια κράτη της ΕΕ είναι ακόμα μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται

στο ότι στα Βόρεια κράτη η νύχτα είναι μεγαλύτερη από ότι η μέρα σε σχέση με τα Νότια κράτη όπου επικρατεί το αντίθετο, καθιστώντας έτσι και πιο συχνή και πιο δύσκολη την προσαρμογή των ξένων οδηγών σε σχέση με τους ντόπιους.

7. Η επιρροή του **τύπου του εμπλεκόμενου οχήματος** είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς. Συγκεκριμένα η χρήση των μηχανοκίνητων δίκυκλων επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τους ξένους οδηγούς από ότι τους ντόπιους, πιθανώς διότι οι ξένοι οδηγοί προσαρμόζουν δυσκολότερα την οδήγηση των μοτοσυκλετών στις τοπικές συνθήκες κυκλοφορίας. Επιπλέον, η επιρροή που έχει η οδήγηση **μηχανοκίνητου δίκυκλου** στον αριθμό των νεκρών στα Νότια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Βόρεια κράτη της ΕΕ είναι ακόμα μεγαλύτερη στους ξένους οδηγούς από ότι στους ντόπιους. Το γεγονός αυτό οφείλεται ενδεχομένως στο ότι στα Νότια σε σχέση με τα Βόρεια κράτη της ΕΕ, η αναλογία κυκλοφορούντων μηχανοκίνητων δίκυκλων σε σχέση με τα επιβατικά οχήματα είναι υψηλότερη, για τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς, κάτι που ίσως να οφείλεται στις πιο ευνοϊκές καιρικές συνθήκες και στον αυξημένο τουρισμό των Νότιων κρατών.
8. Η επιρροή της **χρήσης του ποδηλάτου** στον αριθμό των νεκρών είναι μεγαλύτερη για τους ξένους οδηγούς σε σχέση με τους ντόπιους οδηγούς, ενδεχομένως διότι οι ξένοι ποδηλάτες προσαρμόζουν δυσκολότερα την οδήγηση των ποδηλάτων τους στις τοπικές συνθήκες κυκλοφορίας. Επιπλέον, η επιρροή της χρήσης του ποδηλάτου στον αριθμό των νεκρών στα Βόρεια κράτη της ΕΕ σε σχέση με τα Νότια κράτη της ΕΕ είναι μικρότερη στους ντόπιους οδηγούς από ότι στους ξένους, διότι ενδεχομένως στα Βόρεια κράτη είναι περισσότερο ανεπτυγμένη τόσο η οδική υποδομή για τα ποδήλατα όσο και η γενικότερη κουλτούρα ασφάλειας και σεβασμού των ποδηλατών.
9. Αξιοσημείωτο είναι επίσης πως μόνο για τους ξένους οδηγούς στις Βόρειες χώρες οι **συνθήκες κακοκαιρίας** οδηγούν σε αύξηση του αριθμού των νεκρών σε οδικά ατυχήματα συγκριτικά με την καλοκαιρία. Αυτό ίσως μπορεί να ερμηνευθεί από τα έντονα καιρικά φαινόμενα που παρουσιάζονται συχνά στα Βόρεια κράτη της Ευρώπης τα οποία ενδεχομένως να δυσκολεύουν την οδήγηση των ξένων οδηγών και να μειώνουν την ασφάλεια τους.
10. Τέλος, συνολικά, η επιρροή της **χρήσης του ποδηλάτου** επηρεάζει λιγότερο τους ντόπιους οδηγούς **στα Νότια κράτη** της ΕΕ σε σχέση τόσο με τους ντόπιους όσο και με τους ξένους οδηγούς στα Βόρεια κράτη της ΕΕ, που ενδεχομένως δικαιολογείται από το γεγονός ότι το ποδήλατο είναι λιγότερο διαδεδομένο μέσο στους ντόπιους από ότι στους ξένους στα Νότια κράτη σε σχέση με τα Βόρεια.

### 6.3 Προτάσεις για βελτίωση

Με βάση τα αποτελέσματα και τα συνολικά συμπεράσματα που εξάχθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασία, επιχειρείται η παράθεση μίας **σειράς προτάσεων**, οι οποίες ενδεχομένως να συμβάλουν στη μείωση των οδικών ατυχημάτων και στην αύξηση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας ειδικά για τους ξένους οδηγούς.

Αρχικά θα βοηθούσε η ορθότερη και πιο συστηματική **σήμανση**, καθώς οι ξένοι οδηγοί δεν γνωρίζουν τις ιδιαιτερότητες του οδικού δικτύου κάθε χώρας, με συνέπεια να διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο εμπλοκής σε οδικά ατυχήματα. Η καλύτερη σήμανση μπορεί να προειδοποιεί έγκαιρα τους οδηγούς για πιθανούς κινδύνους ώστε να προσαρμόσουν αναλόγως την οδηγική τους συμπεριφορά και να βελτιώσει γενικότερα το επίπεδο οδικής ασφάλειας. Σε αυτό θα μπορούσαν να συμβάλουν και διάφορες **βελτιώσεις στην οδική υποδομή** κάθε χώρας (π.χ. συντήρηση οδοστρώματος, καλά διατηρημένες διαγραμμίσεις κτλ.)

Έπειτα οι **ντόπιοι οδηγοί** θα μπορούσαν να προσαρμόσουν την οδήγησή τους έτσι ώστε να διαμορφωθεί ένα πιο ασφαλές οδικό περιβάλλον το οποίο θα είναι και πιο φιλικό για τους ξένους οδηγούς. Απ' την άλλη και οι **ξένοι οδηγοί** οφείλουν να είναι υπεύθυνοι για την προσωπική τους ασφάλεια και να υπακούουν και να προσαρμόζονται στους τοπικούς κανόνες οδικής κυκλοφορίας.

Στην ενίσχυση της οδικής ασφάλειας των ξένων οδηγών μπορεί να συμβάλουν και διάφορες **εκστρατείες ενημέρωσης** τους, στις οποίες πρέπει να δίδεται έμφαση στους παράγοντες επιρροής που προσδιορίστηκαν στην παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, οι εκστρατείες ενημέρωσης πρέπει να στοχεύουν στους άντρες οδηγούς, στη οδήγηση υπό συνθήκες μέρας και καλοκαιρίας, σε μη κατοικημένες περιοχές και με τη χρήση επιβατικού οχήματος.

Οι κυβερνήσεις θα πρέπει να αναπτύσσουν ειδικά σχέδια οδικής ασφάλειας τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη και τους ξένους οδηγούς. Τέλος, απώτερος σκοπός για όλα τα κράτη οφείλει να είναι η **ανάπτυξη κουλτούρας οδικής ασφάλειας** όλων των πολιτών.

Πρέπει να γίνει καλύτερη **εναρμόνιση της οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης** σε όλα τα κράτη της ΕΕ.

### 6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας πραγματοποιήθηκε συγκριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων για τις διαφορετικές εθνικότητες θανόντων οδηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Αρκετά ενδιαφέρουσα θα ήταν η **επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας σε μεγαλύτερο αριθμό χωρών** και εκτός Ευρώπης ώστε να διαπιστωθεί εάν τα

αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούν και σε τι βαθμό έχουν την ίδια ισχύ παγκοσμίως.

Επιπροσθέτως, ένα αρκετά σημαντικό βήμα περαιτέρω έρευνας θα ήταν να συλλεχθούν δεδομένα για τα **χαρακτηριστικά ατυχημάτων για όλες τις υποκατηγορίες**. Θα ήταν αρκετά χρήσιμο να γίνει ένας διαχωρισμός ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε υποκατηγορίας. Συγκεκριμένα αν γνωρίζαμε πόσοι από τους ντόπιους κατοίκους της κάθε χώρας ήταν τοπικής εθνικότητας και πόσοι άλλης εθνικότητας, δηλαδή μετανάστες, καθώς και πόσοι από τους ξένους κατοίκους ήταν στην κάθε χώρα για επαγγελματικό τουρισμό, τουρισμό αναψυχής ή ήταν απλά διερχόμενοι, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε σε πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα για τα χαρακτηριστικά των ντόπιων και ξένων οδηγών.

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία συνδυαστική ανάλυση η οποία θα στηριζόταν στα χαρακτηριστικά όλων των υποκατηγοριών που αναφέρθηκαν αλλά και σε **λεπτομερή χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας**. Αν ήταν γνωστά τα οχηματοχιλιόμετρα ανά ημέρα και ανά ώρα θα μπορούσε να γίνει μία ανάλυση με το πότε κυκλοφορούν περισσότεροι οδηγοί και άρα να υπάρχει μία πιο σαφής εικόνα για το πως επηρεάζουν οι συνθήκες φωτισμού τους ντόπιους και ξένους οδηγούς. Επίσης αν ήταν γνωστά τα οχηματοχιλιόμετρα ανά ηλικία και φύλο του οδηγού καθώς και τα εντός και εκτός πόλεως η ανάλυση θα οδηγούσε σε πιο συγκεκριμένα αποτελέσματα για το πως επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του οδηγού καθώς και ο τύπος της περιοχής, τους ντόπιους και ξένους οδηγούς.

Επιπλέον ενδιαφέρουσα θα ήταν η ανάλυση της μεταβλητής οδήγησης υπό την επήρεια **αλκοόλ**, καθώς είναι ένας σημαντικός παράγοντας ατυχημάτων και δύναται να εμπλουτίσει τα συμπεράσματα.

Ακόμα ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία ανάλυση η οποία θα στηριζόταν σε **ακόμα περισσότερα δεδομένα**, όπως τα χαρακτηριστικά του οχήματος (ιπποδύναμη κινητήρα, ηλικία, κτλ.), η κατάσταση του οδοστρώματος που κινείται το όχημα, κλπ.

Τέλος θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η ανάλυση των χαρακτηριστικών των οδικών ατυχημάτων με χρήση άλλων στατιστικών μεθόδων.



## 7. Βιβλιογραφία

---

1. Bellos, V., Ziakopoulos, A. and Yannis, G. (2019). Investigation of the effect of tourism on road crashes. *Journal of Transportation Safety & Security*, pp.1-18.
2. DISSANAYAKE, S. and LU, J. (2001). Traffic Control Device Comprehension. *IATSS Research*, 25(2), pp.80-87.
3. Leviäkangas, P. (1998). Accident risk of foreign drivers—the case of Russian drivers in South-Eastern Finland. *Accident Analysis & Prevention*, 30(2), pp.245-254.
4. Nikolaou, D., Folla, K., Bellos, E. and Yannis, G. (2019). Tourism and Road Accidents in Greece. 9th International Congress on Transportation Research, pp.1-12.
5. Rosselló, J. and Saenz-de-Miera, O. (2011). Road accidents and tourism: The case of the Balearic Islands (Spain). *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), pp.675-683.
6. World Health Organization. (2018). Global status report on road safety 2018. World Health Organization.
7. Yannis, G., Golias, J. and Papadimitriou, E. (2007). Accident risk of foreign drivers in various road environments. *Journal of Safety Research*, 38(4), pp.471-480.
8. Yoh, K., Okamoto, T., Inoi, H. and Doi, K. (2017). Comparative study on foreign drivers' characteristics using traffic violation and accident statistics in Japan. *IATSS Research*, 41(2), pp.94-105.
9. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2010), Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή Περιφερειών «Προς ένα ευρωπαϊκό χώρο οδικής ασφάλειας: πολιτικές κατευθύνσεις για την οδική ασφάλεια 2011-2020», SEC(2010) 903, COM(2010) 389/3, σελ 2
10. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2011), Λευκή Βίβλος «Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο Μεταφορών – Για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών» SEC(2011) 359 τελικό SEC(2011) 358 τελικό SEC(2011) 391 τελικό, Βρυξέλλες, 28.3.2011, COM(2011) 144 τελικό, σημείο 1
11. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2019<sup>α</sup>), 2018 road safety statistics: what is behind the figures?
12. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2019<sup>β</sup>), Έγγραφο Εργασίας των Υπηρεσιών της Επιτροπής, Πλαίσιο πολιτικής της ΕΕ για την οδική ασφάλεια 2021-2030 – Τα επόμενα βήματα προς την επίτευξη του «οράματος για μηδενικές απώλειες», Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες 19.6.2019 ,σελ.1 και την εκεί παραπομπή.
13. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2019),  
<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20190410STO36615/ta-thanatifora-trochaia-atuchimata-stin-ee-me-arithmous-grafima>