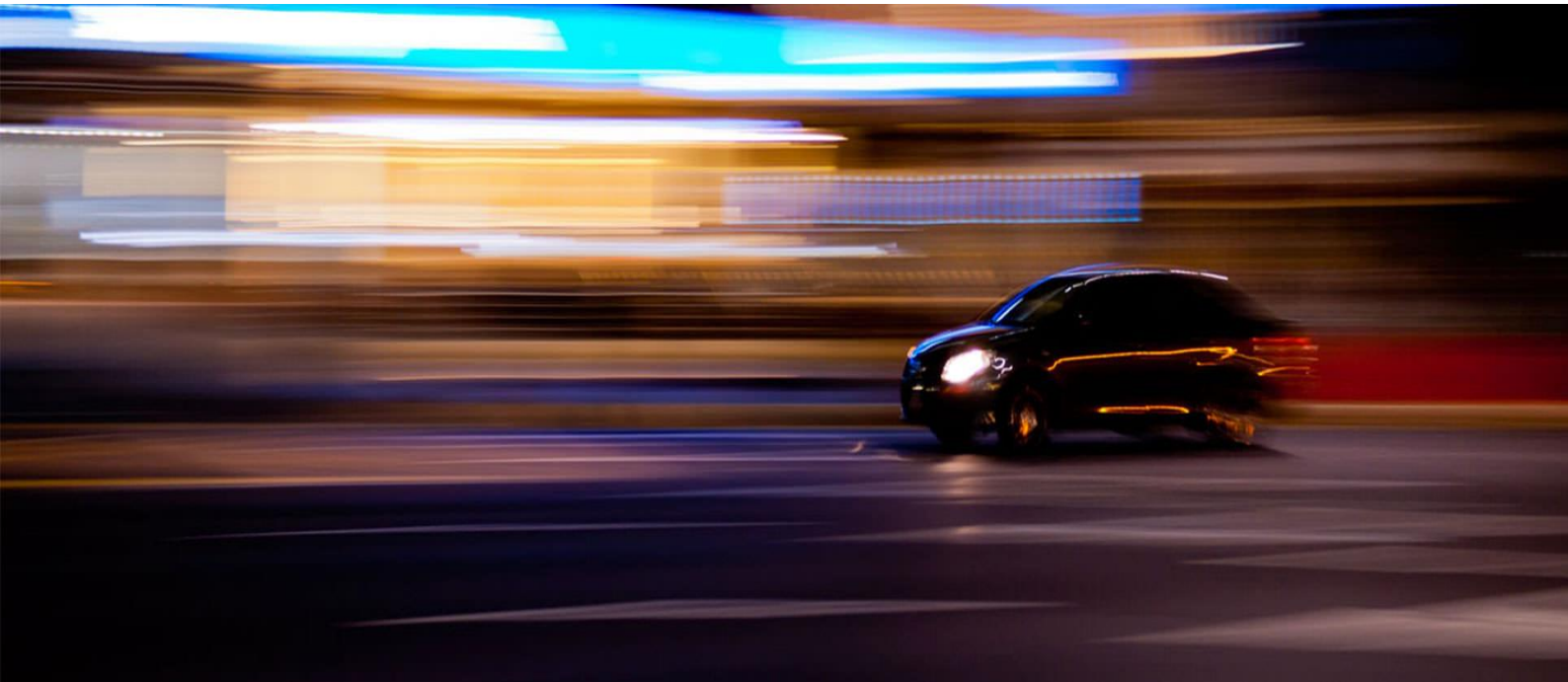




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΟΡΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Διπλωματική Εργασία



ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΡΟΥΣΚΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής
Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2022

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, σηματοδοτείται και το πέρας των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Γιώργο Γιαννή, καθηγητή του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, για τις πολύ χρήσιμες συμβουλές του σε όλα τα στάδια της Εργασίας καθώς και για τις καθοριστικής σημασίας επισημάνσεις του για την ολοκλήρωσή της.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω εξίσου θερμά, τον Δημήτριο Νικολάου και την Αικατερίνη Φώλλα, υποψήφιους διδάκτορες της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την πολύπλευρη συμπαράσταση καθώς και για την άψογη επιστημονική καθοδήγηση και την άρτια εποπτεία τους.

Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου που υπήρξε πάντα ένα ανεκτίμητο στήριγμα για μένα και στην οποία οφείλω σε μεγάλο βαθμό τη διαδρομή των σπουδών μου μέχρι σήμερα.

Αθήνα, Ιούλιος 2022
Σπυρίδων Κρούσκος

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΟΡΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

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

Σύνοψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η ανάλυση των χαρακτηριστικών υπέρβασης ορίων ταχύτητας στην Ελλάδα με τη χρήση δεδομένων από μετρήσεις πεδίου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη στατιστική ανάλυση, συλλέχθηκαν την περίοδο Νοεμβρίου-Δεκεμβρίου 2021 στην Ελλάδα, και αφορούσαν σε μετρήσεις ταχύτητας, αλλά και σε ταυτόχρονη καταγραφή του τύπου οχήματος, του τύπου οδού, των καιρικών συνθηκών αλλά και της χρονικής περιόδου. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Το πρώτο μοντέλο λαμβάνει υπόψιν τις πραγματικές συνθήκες, όσον αφορά στα πραγματικά όρια ταχύτητας ανά θέση μέτρησης. Στα επόμενα δύο μοντέλα, λαμβάνεται υπόψιν η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω και κατά 20Km/h και άνω αντίστοιχα. Η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας αποτέλεσε την εξαρτημένη μεταβλητή και για τα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οδηγοί μοτοσυκλέτας είναι πιο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων, ενώ εκτιμήθηκε πως για τους υπόλοιπους τύπους οχημάτων ισχύει το αντίστροφο. Προέκυψε επίσης ότι οι οδηγοί αστικών οδών είναι πιο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους αυτοκινητοδρόμους. Εκτιμήθηκε επιπροσθέτως πως οι οδηγοί είναι λιγότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Όσον αφορά στα σαββατοκύριακα, η πιθανότητα οι οδηγοί να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τις καθημερινές είναι χαμηλότερη. Τέλος, εκτιμήθηκε πως σε Λάρισα και Θεσσαλονίκη, οι οδηγοί είναι πιο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με την Αθήνα.

Λέξεις κλειδιά: υπέρβαση των ορίων ταχύτητας, τύπος οχήματος, χρονική περίοδος, διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, αστικές οδοί.

ANALYSIS OF SPEEDING CHARACTERISTICS IN GREECE

Spyridon Krouskos
Supervisor: George Yannis, Professor, N.T.U.A

Abstract

The subject of this Diploma Thesis was the analysis of speeding characteristics in Greece using data from field measurements. The data used for the statistical analysis were collected in the period of November-December of 2021 in Greece, and were related to vehicle speed measurements, but also to the simultaneous recording of the type of vehicle, the type of road, the weather conditions and the time period. For this purpose, three Binary Logistic Regression models were developed. The first model takes into account the actual conditions, regarding the actual speed limits at each measurement location. In the next two models, exceeding the speed limits by 10km/h or more and by 20Km/h or more respectively is taken into account. Exceeding the speed limit was the dependent variable for all three models developed. The results show that motorcycle drivers are more likely to exceed the speed limit than passenger car drivers, while it was estimated that the opposite is true for the other types of vehicles. It was also found that drivers on urban roads are more likely to exceed speed limits than drivers on motorways. It was further estimated that drivers are less likely to exceed speed limits in adverse weather conditions compared to good weather conditions. Regarding weekends, drivers are less likely to exceed the speed limit than on weekdays. Finally, it was estimated that in Larissa and Thessaloniki, drivers are more likely to exceed the speed limit than in Athens.

Keywords: speeding, vehicle type, weather conditions, time period, binary logistic regression models, urban roads.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **ανάλυση των χαρακτηριστικών υπέρβασης ορίων ταχύτητας στην Ελλάδα**, με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Το πρώτο μοντέλο λαμβάνει υπόψιν τις πραγματικές συνθήκες, όσον αφορά στα πραγματικά όρια ταχύτητας ανά θέση μέτρησης. Στα επόμενα δύο μοντέλα, λαμβάνεται υπόψιν η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας **κατά 10km/h και άνω** και κατά **20Km/h και άνω** αντίστοιχα.

Η συλλογή δεδομένων έγινε από την ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου το χρονικό διάστημα 18 Νοεμβρίου - 7 Δεκεμβρίου 2021, πραγματοποιώντας **μετρήσεις πεδίου δοκιμών** για τέσσερις βασικούς δείκτες οδικής ασφάλειας (ταχύτητα, χρήση ζώνης ασφαλείας, χρήση προστατευτικού εξοπλισμού και απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω συσκευών χειρός)

Οι μετρητές χρησιμοποίησαν δύο φορητά καταγραφικά ταχύτητας οχημάτων ώστε να καταστούν δυνατές οι μετρήσεις ταχύτητας, επιτρέποντάς τους να παρατηρούν τη στιγμιαία ταχύτητα των διερχόμενων οχημάτων. Δεδομένου ότι τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του δρόμου και του οδικού περιβάλλοντος επηρεάζουν τις ταχύτητες με τις οποίες οι οδηγοί χειρίζονται τα οχήματά τους, επιλέχθηκαν όσο τον δυνατόν κατάλληλες τοποθεσίες για μετρήσεις ταχύτητας σε συνθήκες ελεύθερης κυκλοφορίας.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-2.58418	0.11104	-23.273	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.28674	0.08110	3.536	<0.001	1.33
Βαν	-0.05473	0.08908	-0.614	0.538	0.95
Φορτηγά	-0.43551	0.10224	-4.260	<0.001	0.65
Άλλο	-2.02808	0.26838	-7.557	<0.001	0.13
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.85900	0.07397	25.130	<0.001	6.42
Θεσσαλονίκη	1.10682	0.06918	15.999	<0.001	3.02
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	0.03920	0.09509	0.412	0.680	1.04
Αστική Οδός	1.82786	0.09921	18.425	<0.001	6.22
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές Καιρικές Συνθήκες	-0.48883	0.09666	-5.057	<0.001	0.61
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-0.17688	0.06610	-2.676	0.007	0.84

Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση των ορίων ταχύτητας

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-3.50175	0.15950	-21,954	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.40427	0.10038	4.028	<0.001	1.5
Βαν	0.15507	0.10567	1.468	0.142	1.17
Φορτηγά	-1.45005	0.20897	-6.939	<0.001	0.23
Άλλο	-1.78711	0.42224	-4.232	<0.001	0.17
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.61653	0.08535	18.941	<0.001	5.04
Θεσσαλονίκη	1.25912	0.09186	13.707	<0.001	3.52
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	0.23678	0.14695	1.611	0.107	1.27
Αστική Οδός	1.52591	0.14386	10.607	<0.001	4.6
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές καιρικές Συνθήκες	-0.72472	0.16575	-4.372	<0.001	0.48
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-0.72285	0.09976	-7.246	<0.001	0.49

Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ορίου ταχύτητας κατά 10km/h και άνω.

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-4.2664	0.2442	-17.472	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.8151	0.1452	5.615	<0.001	2.26
Βαν	0.1004	0.1663	0.604	0.546	1.11
Φορτηγά	-2.3047	0.5108	-4.512	<0.001	0.1
Άλλο	-14.5677	279.7704	-0.052	0.958	0
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.6674	0.1341	12.437	<2e-16	5.3
Θεσσαλονίκη	1.2805	0.1520	8.422	<2e-16	3.6
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	-0.2682	0.2302	-1.165	0.243	0.76
Αστική Οδός	0.9412	0.2163	4.351	<0.001	2.56
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές καιρικές Συνθήκες	-0.9406	0.2940	-3.200	0.001	0.39
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-1.0183	0.1777	-5.730	<0.001	0.36

Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ορίου ταχύτητας κατά 20km/h και άνω.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστές βι			Σχετική Επιρροή ε*			Ελαστικότητα ε		
	Speeding ng	Speeding +10	Speeding +20	Speeding ng	Speeding +10	Speeding +20	Speeding ng	Speeding +10	Speeding +20
Κατηγορία Αναφοράς: Επιβατικά ΙΧ									
Μοτοσυκλέτες	0,29	0,40	0,82	1,76	1,00	1,77	0,17	0,36	1,07
Vans	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαρέα και ελαφρά Φορτηγά	-0,44	-1,45	-2,30	-2,39	-2,03	-1,52	-0,23	-0,73	-0,92
Λοιποί τύποι οχημάτων	-2,03	-1,79	-	-8,03	-2,25	-	-0,78	-0,81	-
Κατηγορία Αναφοράς : Αθήνα									
Λάρισα	1,86	1,62	1,67	15,50	6,42	5,79	1,50	2,29	3,50
Θεσσαλονίκη	1,11	1,26	1,28	7,58	3,86	3,24	0,73	1,38	1,96
Κατηγορία Αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι									
Υπεραστική Οδός	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αστική Οδός	1,83	1,53	0,94	21,18	6,77	2,35	2,04	2,42	1,42
Κατηγορία Αναφοράς: Ευνοϊκός Καιρός									
Λοιπές καιρικές συνθήκες	-0,49	-0,72	-0,94	-2,67	-1,28	-1,00	-0,26	-0,46	-0,60
Κατηγορία Αναφοράς: Καθημερινές									
Σαββατοκύριακα	-0,18	-0,72	-1,02	-1,00	-1,25	-1,04	-0,10	-0,45	-0,63

Σχετική Επιρροή Ανεξάρτητων Μεταβλητών Μοντέλων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι οδηγοί μοτοσυκλέτας είναι περισσότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων. Παρατηρήθηκε μάλιστα πως όσο αυξάνεται ο βαθμός παραβατικότητας, τόσο εντείνεται η παραβατική συμπεριφορά των μοτοσυκλετιστών συγκριτικά με τα επιβατικά αυτοκίνητα. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι οι μοτοσυκλετιστές μέσω της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας αναζητούν τον ενθουσιασμό και την αδρεναλίνη και να συσχετίζεται με το φύλο και την ηλικία των οδηγών, οι οποίοι κατά κύριο λόγο είναι νέοι και άνδρες.
- Οι οδηγοί φορτηγών είναι λιγότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων. Παρατηρήθηκε πως όσο αυξάνεται ο βαθμός παραβατικότητας, τόσο μειώνεται η τάση για παραβατική συμπεριφορά των οδηγών φορτηγών. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα φορτηγά έχουν χαμηλότερο ανώτατο όριο ανάπτυξης υψηλών ταχυτήτων κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα και επιπλέον οι επαγγελματίες οδηγοί ενδεχομένως να αντιλαμβάνονται σε μεγαλύτερο βαθμό τους κινδύνους της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας.
- Όσον αφορά στους υπόλοιπους τύπους οχημάτων, ήτοι ποδήλατα, scooters, τρίκυκλα, ATVs, λεωφορεία κ.λπ., τα οποία λόγω του μικρού τους δείγματος ομαδοποιήθηκαν στην κατηγορία «λοιπά οχήματα», παρατηρήθηκε πως οι οδηγοί τους παρουσιάζουν μικρότερη πιθανότητα να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς των επιβατικών οχημάτων.
- Στις αστικές οδούς, παρατηρήθηκε πως είναι πιο πιθανό οι οδηγοί να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους αυτοκινητοδρόμους. Ένας πιθανός λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είναι πως κατά μέσο όρο στους αυτοκινητοδρόμους τα όρια ταχύτητας είναι πολύ μεγαλύτερα σε σχέση με αυτά των αστικών οδών και οι οδηγοί είναι πιο συγκρατημένοι στο να αναπτύξουν πάρα πολύ υψηλές ταχύτητες.
- Στην περίπτωση υπέρβασης των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω, η επιρροή των αστικών οδών στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας είναι μεγαλύτερη. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι οδηγοί γνωρίζοντας ότι έχουν ξεπεράσει τα αναγραφόμενα όρια, αλλά θεωρώντας ότι βρίσκονται εντός των νόμιμων-αποδεκτών υπερβάσεων, τείνουν να εξαντλούν το περιθώριο ανάπτυξης ταχύτητας. Ενώ, στην περίπτωση υπέρβασης των ορίων ταχύτητας κατά 20km/h και άνω, η επιρροή των αστικών οδών στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας μειώνεται σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι οδηγοί βρίσκονται σε αστικό περιβάλλον το οποίο δεν επιτρέπει την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας σε πολύ μεγάλο βαθμό εξαιτίας της έντονης κυκλοφοριακής συμφόρησης, της ύπαρξης φωτεινών σηματοδοτών, διαβάσεων πεζών κλπ.

- Σε ομιχλώδεις, βροχερές ή ανεμώδεις καιρικές συνθήκες, παρατηρήθηκε πως είναι λιγότερο πιθανό οι οδηγοί να υπερβούν τα όρια ταχύτητας συγκριτικά με τις ευνοϊκές/καλές καιρικές συνθήκες. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί είναι πιο συντηρητικοί με γνώμονα την αποφυγή εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα λόγω χάρη εξαιτίας μειωμένης ορατότητας ή υψηλότερης ολισθηρότητας του οδοστρώματος.
- Τα Σαββατοκύριακα, παρατηρήθηκε πως οι οδηγοί είναι λιγότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τις καθημερινές. Ταυτόχρονα, όσο αυξάνεται ο βαθμός παραβατικότητας, τόσο μειώνεται η τάση υπέρβασης των ορίων ταχύτητας συγκριτικά με τις καθημερινές. Αυτό ίσως συμβαίνει διότι τα Σαββατοκύριακα οι διαδρομές των οδηγών γίνονται ως επί το πλείστον για λόγους αναψυχής, πιθανώς εκτός πόλεως κι ενδεχομένως σε αυτοκινητοδρόμους, στους οποίους η πιθανότητα υπέρβασης των ορίων ταχύτητας είναι χαμηλότερη.
- Τέλος, παρατηρήθηκε πως σε Λάρισα και Θεσσαλονίκη, οι οδηγοί των οχημάτων είναι πιο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με την Αθήνα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ύπαρξη μεγαλύτερου κυκλοφοριακού φόρτου στην Αθήνα, στις διαφορετικές οδηγικές συνήθειες των κατοίκων αλλά ενδεχομένως και στην περισσότερο αντιληπτή αίσθηση επιτήρησης στην πρωτεύουσα.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή.....	1
1.1	Γενική Ανασκόπηση.....	1
1.2	Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας	4
1.3	Μεθοδολογία.....	5
1.4	Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	7
2.	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	8
2.1	Εισαγωγή.....	8
2.2	Συναφείς Έρευνες και μεθοδολογίες	8
2.2.1	Επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας	8
2.2.2	Ανάλυση των χαρακτηριστικών της επιθετικής οδήγησης στην Ελλάδα.....	9
2.2.3	Aggressive driving: A survey of attitudes, opinions and behaviors	9
2.2.4	Speeding violations related to a driver's social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan's male population	10
2.2.5	The roles of exposure and speed in road safety analysis	10
2.2.6	Driver Characteristics and Speeding Behavior	11
2.2.7	Crash risk evaluation of aggressive driving on motorways: Microscopic traffic simulation approach	12
2.2.8	Alternatives to enforcement in modifying the speeding behavior of drivers	13
2.2.9	Significance of attitudes, passion and cultural factors in driver's speeding behavior in Oman.....	13
2.2.10	Car drivers' road safety performance: A benchmark across 32 countries.. ..	14
2.3	Σύνοψη – Συμπεράσματα	15
3.	Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	16
3.1	Εισαγωγή.....	16
3.2	Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση	16
3.3	Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλων	17
3.3.1	Βασικά κριτήρια ελέγχου λογιστικού μοντέλων	17
3.3.2	Μητρώο Σύγχυσης (Confusion Matrix).....	18
4.	Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων.....	24
4.1	Εισαγωγή.....	24
4.2	Μετρήσεις Πεδίου.....	24
4.3	Επεξεργασία Στοιχείων.....	25
4.3.1	Επεξεργασία αρχικής βάσης δεδομένων.....	25

4.3.2 Προκαταρκτική Ανάλυση	28
5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας – Αποτελέσματα	39
5.1 Εισαγωγή.....	39
5.2 Ανάπτυξη Μοντέλων Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης	39
5.2.1 Binary Logistic Regression Model 1 – Speeding	40
5.2.2 Binary Logistic Regression Model 2 – Speeding +10Km/h.....	43
5.2.3 Binary Logistic Regression Model 3 – Speeding + 20	46
5.3 Σχετική Επιρροή Ανεξάρτητων Μεταβλητών Μοντέλων	49
6. Συμπεράσματα	51
6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων.....	51
6.2 Συνολικά Συμπεράσματα	56
6.3 Προτάσεις	58
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	59
7. Βιβλιογραφία	60

1. Εισαγωγή

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Η οδική ασφάλεια αποτελεί θέμα μείζονος σημασίας στη σύγχρονη εποχή, καθώς τα οδικά ατυχήματα είναι μία από τις **κυριότερες αιτίες** θανάτων και σοβαρών τραυματισμών. Η κατανάλωση αλκοόλ, η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας, αλλά και η μη χρήση κράνους και ζώνης, αποτελούν βασικά αίτια πρόκλησης οδικών ατυχημάτων και σοβαρών τραυματισμών. Τα οδικά ατυχήματα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις δαπάνες της δημόσιας υγείας καθώς και στην παραγωγικότητα της κάθε χώρας. Εκτιμάται πως η οικονομική επιβάρυνση για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των οδικών ατυχημάτων, ανέρχεται περίπου στο 3% του παγκοσμίου ΑΕΠ.

Οδικό ατύχημα, νοείται το συμβάν στο οποίο εμπλέκονται ένα ή περισσότερα οχήματα, συντελείται κυρίως σε χώρους δημόσιας χρήσης, όπως δρόμοι και πλατείες, και προκαλεί το θάνατο, ή τον τραυματισμό, σε ένα ή περισσότερα άτομα. Θανατηφόρο, ονομάζεται το ατύχημα, στο οποίο ένας ή περισσότεροι εμπλεκόμενοι, αποβιώνουν σε διάστημα 30 ημερών από το συμβάν. Οι τραυματίες, διαχωρίζονται σε ελαφρά και βαριά τραυματίες. Ελαφρά τραυματίες νοούνται εκείνοι οι οποίοι υπέστησαν απλή σωματική κάκωση ή βλάβη της υγείας τους χωρίς όμως να τεθεί η ζωή τους σε κίνδυνο. Εν αντιθέσει, βαριά τραυματίες αποτελούν τα άτομα που δέχτηκαν σοβαρότερες βλάβες στην υγεία τους, και ως αποτέλεσμα, κινδύνευσαν να χάσουν τη ζωή τους ή τη διανοητική επαφή με το περιβάλλον τους. (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2020)

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που δημοσίευσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με τους θανάτους από οδικά ατυχήματα για το 2021 εκτιμάται ότι εντός του έτους **19.800 άνθρωποι** έχασαν τη ζωή τους. Σε σχέση με το 2020, οι θάνατοι αυξήθηκαν περίπου κατά 1000 (+5%), ποσοστό που εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει σχεδόν 3000 (-13%) λιγότερους θανάτους σε σύγκριση με την περίοδο πριν από την πανδημία το 2019. Ο συνολικός στόχος είναι να μειωθεί κατά το ήμισυ ο αριθμός των ατυχημάτων έως το 2030. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, την τελευταία δεκαετία σημειώθηκε πτώση 36% στους θανάτους λόγω τροχαίων ατυχημάτων (European Commission, 2021).

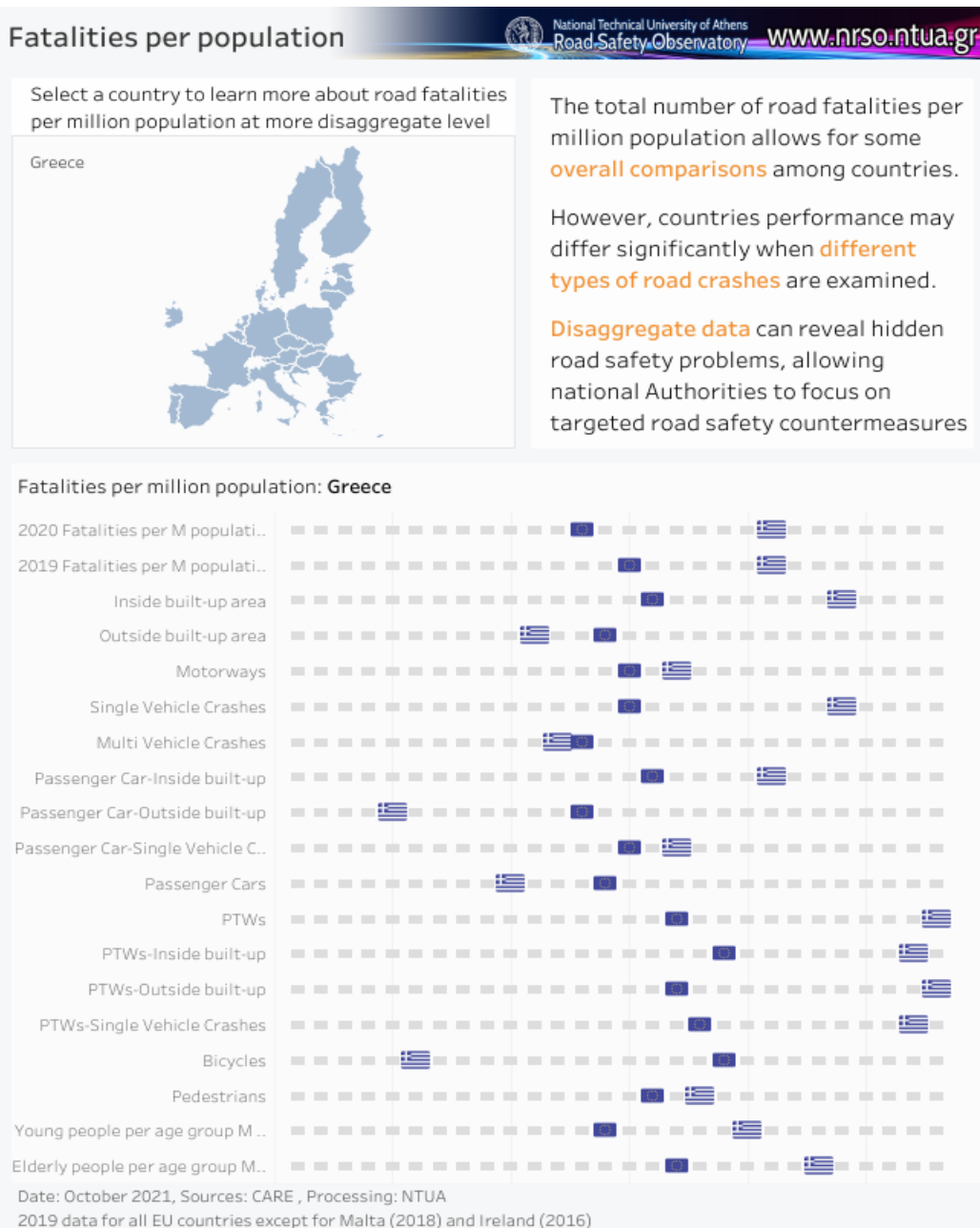
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2021/2020	2021/2012	2021/2017
Injury Road crashes	12,398	12,109	11,690	11,440	11,318	10,848	10,737	10,712	9,083	10,744	18%	-13%	-1%
Fatalities	988	879	795	793	824	731	700	688	584	608	4%	-38%	-17%
Serious Injuries	1,399	1,212	1,016	999	879	706	727	652	518	563	9%	-60%	-20%
Slight Injuries	14,241	13,963	13,548	13,097	12,946	12,565	12,422	12,350	10,300	11,854	15%	-17%	-6%
Vehicle Fleet (x1000)	8,070	8,035	8,048	8,076	8,173	8,263	8,237	8,402	8,530	8,570	0%	6%	4%
Fatalities per million vehicles	122	109	99	98	101	88	85	82	68	71	4%	-42%	-20%
Speed infringements	186,675	178,816	156,892	173,476	176,592	208,190	213,333	234,169	206,554	-	-	-	-
Drink & drive infringements	30,707	30,853	29,597	29,191	33,192	32,964	33,394	31,557	19,096	-	-	-	-
Seat belt infringements	33,722	35,478	34,526	29,611	34,831	31,510	33,380	34,594	30,174	-	-	-	-
Helmet infringements	47,736	58,122	54,354	52,783	63,971	59,405	52,706	52,089	46,394	-	-	-	-



Εικόνα 1.1 – Βασικοί δείκτες οδικών ατυχημάτων, Ελλάδα, 2012-2021

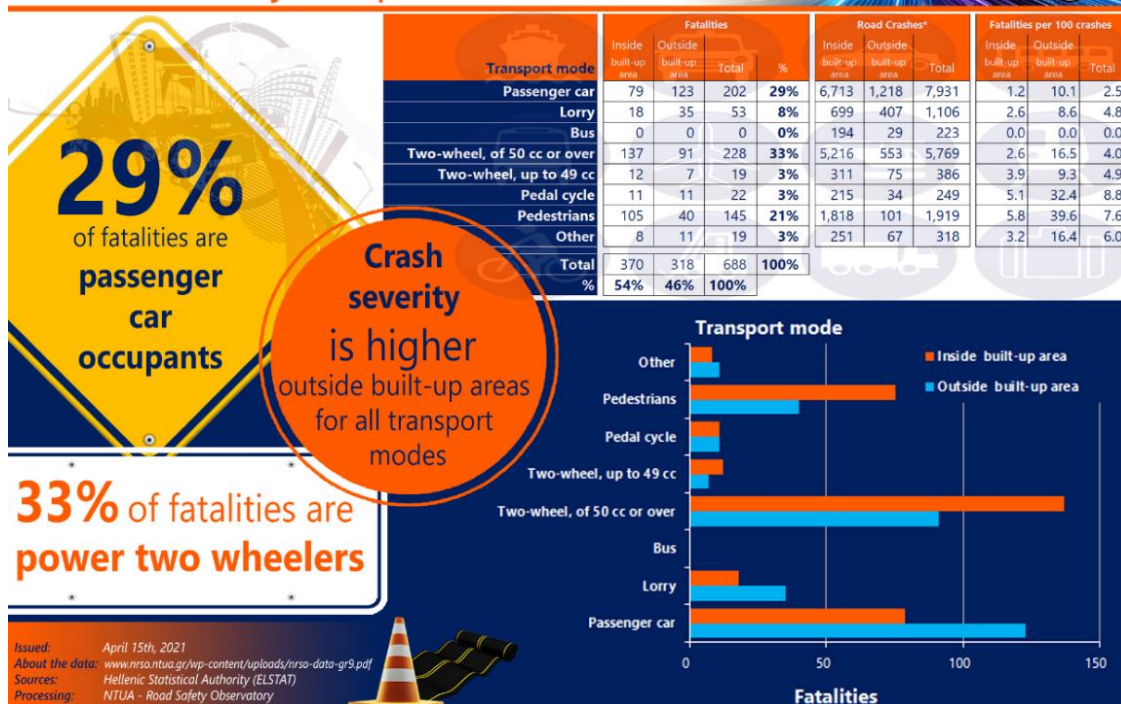
Στην Ελλάδα, παρουσιάστηκε μία **μικρή αύξηση (+4%) με 608 θανάτους το 2021** σε σχέση με **584 το 2020** σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ. Αυτή η ελαφρά αύξηση αποδίδεται κυρίως στην επιστροφή των οδηγών σε συνθήκες κανονικής κυκλοφορίας έπειτα από την περίοδο της πανδημίας. Ωστόσο, την τελευταία δεκαετία (2012-2021), η Ελλάδα παρουσίασε σημαντική βελτίωση των δεικτών της οδικής ασφάλειας, ενδεικτικά, με μείωση κατά 38% των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων, και με μείωση των σοβαρών τραυματισμών κατά 60%. Το ποσοστό των θανάτων ανά εκατομμύριο οχήματα έχει μειωθεί επίσης κατά 42% σε σχέση με το 2012 (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2021).

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Ελληνικής Αστυνομίας, όσον αφορά στην παραβίαση των ορίων ταχύτητας στην Ελλάδα, έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση, της τάξεως του 19% την τελευταία δεκαετία. Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι το 29% των θανάτων λόγω οδικών ατυχημάτων είναι επιβάτες επιβατικών αυτοκινήτων, ενώ το 33% των θανάτων αντιστοιχεί σε οδηγούς ή επιβάτες μηχανοκίνητων δικύκλων. Οι περισσότεροι θάνατοι επιβατών αυτοκινήτου συμβαίνουν εκτός κατοικημένων περιοχών, ενώ η πλειονότητα των θανάτων μοτοσυκλετιστών και πεζών συμβαίνουν εντός των κατοικημένων περιοχών. Η σοβαρότητα της σύγκρουσης εκτιμήθηκε πως είναι πέντε φορές μεγαλύτερη εκτός κατοικημένων περιοχών ανεξαρτήτως του μέσου μεταφοράς (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2021).



Εικόνα 1.2 – Κατάταξη των χωρών μελών της ΕΕ σε σχέση με τους θανάτους από τα τροχαία ατυχήματα.

Η Ελλάδα βρίσκεται στην 21^η θέση Ευρωπαϊκά όσον αφορά στους θανάτους ανά εκατομμύριο πληθυσμού τόσο το 2019 όσο και το 2020. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός, ότι για το 2019, στις συγκρούσεις με ένα εμπλεκόμενο όχημα, η Ελλάδα βρίσκεται στην 23^η Ευρωπαϊκώς. Η συντριπτική πλειοψηφία των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων στα οποία εμπλέκεται μόνο ένα όχημα εκτιμάται ότι οφείλονται στις υπερβάσεις του ορίου ταχύτητας (Road Safety Observatory, NTUA, 2021).



Εικόνα 1.3 Οδικά ατυχήματα ανά τύπο οχήματος, Ελλάδα 2019

1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **ανάλυση των χαρακτηριστικών υπέρβασης των ορίων ταχύτητας στην Ελλάδα**. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων από μετρήσεις πεδίου στην Ελλάδα την περίοδο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου 2021, σε τρεις διαφορετικές πόλεις, ήτοι Αθήνα, Λάρισα, και Θεσσαλονίκη, για την σύσταση της οποίας συλλέχθηκαν στοιχεία οχημάτων εν κινήσει. Οι μετρήσεις αφορούσαν στον τύπο οχήματος, στην ταχύτητα αυτού, στις καιρικές συνθήκες, στον τύπο οδού και στην χρονική περίοδο (Καθημερινή/Σαββατοκύριακο). Τα όρια ταχύτητας σε κάθε σημείο μέτρησης ήταν διαφορετικά. Σκοπός είναι η συσχέτιση και η μελέτη της επιρροής αυτών των μεταβλητών, στο κατά πόσο το κάθε καταγεγραμμένο όχημα υπερβαίνει το όριο ταχύτητας.

Για το σκοπό αυτό, αξιοποιείται η μέθοδος της Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης (Binary Logistic Regression) με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R. Δεδομένης της ύπαρξης της βάσεως δεδομένων που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, οι ανεξάρτητες μεταβλητές εξετάζονται ως προς τη μεταξύ τους συσχέτιση και επιλέγεται κατάλληλα ποιες θα συσχετιστούν με την εξαρτημένη μεταβλητή.

Τελικά, θα επιλεγεί ο συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών που έχουν χαμηλή συσχέτιση μεταξύ τους και υψηλή συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή για τη δημιουργία μαθηματικών μοντέλων πρόβλεψης. Συγκεκριμένα, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας και οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι ο τύπος οχήματος, η ταχύτητα αυτού, οι καιρικές συνθήκες, ο τύπος οδού, η πόλη και τέλος η χρονική περίοδος (Καθημερινή/Σαββατοκύριακο).

Τα τελικά μοντέλα πρέπει να αντικατοπτρίζουν την επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο αποτέλεσμα της εξαρτημένης μεταβλητής.

1.3 Μεθοδολογία

Στη συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζεται η μεθοδολογία αλλά και αναλυτικά τα στάδιά της, που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων.

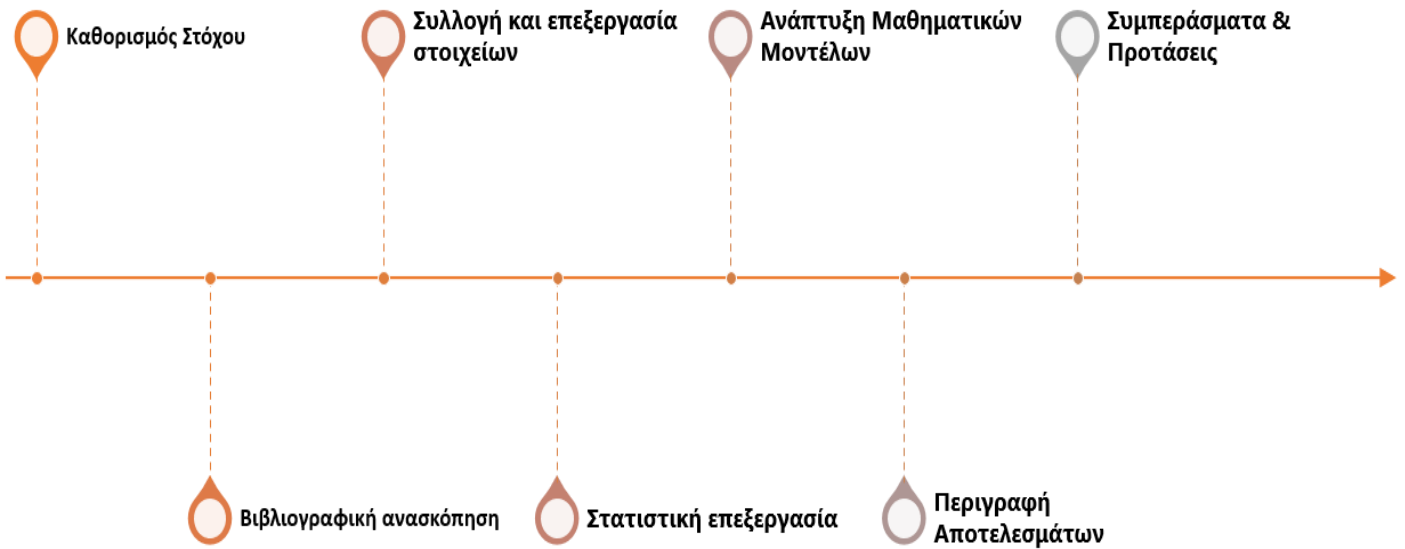
Αρχικά, έγινε **οριστικοποίηση του θέματος** και του **στόχου** της Διπλωματικής Εργασίας. Στη συνέχεια έγινε εκτενής **βιβλιογραφική ανασκόπηση**, αναζητώντας στοιχεία και πληροφορίες τόσο σε ελληνική όσο και σε διεθνή βιβλιογραφία, με απώτερο σκοπό την εύρεση ερευνών και επιστημονικών δημοσιεύσεων που θα φανούν χρήσιμες για τη συγκεκριμένη ερευνητική εργασία.

Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε η **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** και δεδομένων από μετρήσεις πεδίου, και ακολούθησε η εισαγωγή τους στο Microsoft Excel, μορφώνοντας έτσι ένα μητρώο που θα αποτελέσει τη **βάση δεδομένων** για την στατιστική ανάλυση στο προγραμματιστικό περιβάλλον της R.

Έπειτα, ακολούθησε η επιλογή της **αρμοζουσας μεθοδολογίας** για την ανάλυση των δεδομένων, και ύστερα η **κατάλληλη κωδικοποίησή** τους. Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας αυτής εισήχθη στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, ήτοι την γλώσσα προγραμματισμού R στη συγκεκριμένη Εργασία.

Ύστερα, πραγματοποιήθηκε μια σειρά δοκιμών και επαναλήψεων, μέχρις ότου να παραχθούν τα κατάλληλα **μαθηματικά μοντέλα**. Τα μοντέλα αυτά επιλέχθηκαν ώστε να δίνουν σαφή, λογικά, και ερμηνεύσιμα αποτελέσματα. Τελικό στάδιο της μεθοδολογίας, **ήταν η περιγραφή και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μοντέλων** με σαφήνεια και εν συνεχεία, η **εξαγωγή συμπερασμάτων** αναφορικά με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας στις συγκεκριμένες περιοχές σε σχέση με τις ανωτέρω ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται σχηματικά η σταδιακή διαδικασία της μεθοδολογίας, όπως αναφέρθηκε και στις ανωτέρω παραγράφους:



Εικόνα 1.5 – Διάγραμμα ροής των διαδοχικών σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Σύμφωνα με την εφαρμοζόμενη μεθοδολογία, καθορίζεται και η **δομή της Διπλωματικής Εργασίας**.

Στο **Κεφάλαιο 1**, γίνεται μία **εισαγωγή** με στόχο να γίνει άμεσα αντιληπτό στον αναγνώστη το αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Περιγράφονται ορισμοί, παρατίθενται και αντιπαραβάλλονται στατιστικά στοιχεία οδικής ασφάλειας σε Ελλάδα και Ευρώπη.

Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται τα **αποτελέσματα** της συλλογής στοιχείων από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση δημοσιευμένων ερευνών σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, τα οποία σχετίζονται άμεσα με το αντικείμενο της παρούσας Εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 3** αναλύεται και παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο**, δηλαδή τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης και οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης, καθώς και τα κριτήρια αποδοχής ή απόρριψής τους. Το τελευταίο μέρος του κεφαλαίου, περιλαμβάνει αναλυτική περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν για τη μόρφωση και την επιλογή κατάλληλων και ερμηνεύσιμων μαθηματικών μοντέλων Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης.

Στο **Κεφάλαιο 4** αναλύεται η **διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων και μετρήσεων πεδίου** που χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω Εργασία. Αρχικά, περιγράφεται η διαδικασία συλλογής στοιχείων και η αποθήκευσή τους σε μια κατάλληλα διαμορφωμένη βάση δεδομένων στο Microsoft Excel. Στη συνέχεια ακολουθεί κατάλληλη κωδικοποίηση των δεδομένων και η δημιουργία του βασικού dataset, δηλαδή ενός πίνακα με όλα τα δεδομένα έτοιμα για χρήση, με σκοπό την εισαγωγή τους στο προγραμματιστικό περιβάλλον της R, και τη δημιουργία μαθηματικών μοντέλων.

Στο **Κεφάλαιο 5** περιλαμβάνεται η **περιγραφή της μεθοδολογίας** και αναλύονται τα βήματα εφαρμογής της. Ταυτόχρονα, παρουσιάζονται και τα εξαγόμενα αποτελέσματα. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων, τα οποία συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις, πίνακες και γραφήματα που περιγράφουν με σαφήνεια τα στατιστικά αποτελέσματα, έτσι ώστε να γίνουν εύκολα αντιληπτά από τον αναγνώστη.

Στο **Κεφάλαιο 6** γίνεται **παρουσίαση των συμπερασμάτων** που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας του Κεφαλαίου 5, τα οποία αποτελούν και την ερμηνεία των μαθηματικών μοντέλων. Επίσης, γίνεται αναφορά για περαιτέρω εμβάθυνση και επιστημονική έρευνα σχετική με το αντικείμενο της παρούσας Εργασίας.

Τέλος, στο **Κεφάλαιο 7** συγκεντρώνονται όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω Εργασία. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν κατάλογο με όλες τις έρευνες και επιστημονικές δημοσιεύσεις που αποτέλεσαν πηγή για τη συγγραφή της Εργασίας.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Σκοπός της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι ο **προσδιορισμός της βέλτιστης μεθοδολογίας για την ανάλυση του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας**. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, γίνεται παρουσίαση ερευνών με συναφή θέματα και μεθοδολογίες με την παρούσα Εργασία, προκειμένου να προσδιοριστεί η καταλληλότερη μέθοδος εκπόνησής της. Η αναζήτηση ερευνών επικεντρώθηκε στην επιρροή διάφορων μεταβλητών κατά τις συνθήκες οδήγησης στο κατά πόσο γίνεται **υπέρβαση του ορίου ταχύτητας** και κατ' επέκταση, πώς η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας συμβάλλει στην πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων. Ο στόχος είναι να συγκριθούν οι έρευνες, τα αποτελέσματά τους και να εντοπιστούν τυχόν ερευνητικά κενά που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

2.2 Συναφείς Έρευνες και μεθοδολογίες

2.2.1 Επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας

Τζουτζούλης Δημοσθένης- Μάριος & Γιώργος Γιαννής (2020)

Χρησιμοποιώντας δεδομένα από smartphones, σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να εντοπίσει τα βασικά καθοριστικά στοιχεία υπέρβασης του ορίου ταχύτητας. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου έξι μηνών, τα δεδομένα εξήχθησαν από δύο βάσεις δεδομένων για μελέτη. Η πρώτη, περιλαμβάνει τα πραγματικά δρομολόγια 200 οδηγών, ενώ η δεύτερη περιλαμβάνει τις απαντήσεις σε ένα ερωτηματολόγιο που απευθύνθηκε σε 100 από αυτούς τους οδηγούς. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας κυρίως παλινδρόμηση Poisson αλλά και λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση, αναλύθηκαν τόσο τα χαρακτηριστικά οδήγησης όσο και οι απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο για να προσδιοριστεί ποιο από αυτά είχε τη μεγαλύτερη επίδραση στον κατά πόσο γίνεται υπέρβαση του ορίου ταχύτητας. Για την πρόβλεψη της υπέρβασης ορίου ταχύτητας, δημιουργήθηκαν συνολικά τέσσερα μοντέλα παλινδρόμησης: ένα γενικό μοντέλο και τρία μοντέλα για κάθε δίκτυο οδικού τύπου (αστικό, υπεραστικό και αυτοκινητόδρομο). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο αριθμός των απότομων επιταχύνσεων, η χρήση κινητού τηλεφώνου και η απόσταση του ταξιδιού είναι μεταβλητές που επηρεάζουν το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και αυξάνουν την επιθετική οδηγική συμπεριφορά. Τέλος, σε σύγκριση με τις γυναίκες, οι άνδρες είναι πιο πιθανό να υπερβούν το όριο ταχύτητας όταν οδηγούν.

2.2.2 Ανάλυση των χαρακτηριστικών της επιθετικής οδήγησης στην Ελλάδα

Καλαξίδη Εύα & Γιώργος Γιαννής (2016)

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αναλύσει τα χαρακτηριστικά της επιθετικής οδήγησης στην Ελλάδα και τις απαντήσεις στην πανευρωπαϊκή έρευνα οδικής ασφάλειας της ESRA. Χρησιμοποιώντας τα στατιστικά μοντέλα της Ανάλυσης Παραγόντων, Ανάλυσης Διωνυμικής Συσχέτισης, της Ανάλυσης Αξιοπιστίας, της Δυαδικής Λογιστικής Παλινδρόμησης και της Αρνητικής Διωνυμικής Παλινδρόμησης, αναλύθηκε η συσχέτιση μεταξύ της επιθετικής οδήγησης και του αριθμού των ατυχημάτων που προκαλούνται από αυτήν. Η εφαρμογή των μοντέλων αποκάλυψε ότι οι επιθετικοί οδηγοί εκφράζουν με διαφορετικό τρόπο την επιθετικότητά τους, το φύλο και η ηλικία παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιθετική οδήγηση, η πλειοψηφία των οδηγών αντιτίθεται στην ανάπτυξη υπερβολικών ταχυτήτων και ότι η επιθετική οδήγηση χαρακτηρίζεται από τρία διαφορετικά χαρακτηριστικά: ενέργειες εναντίον τρίτων, αρνητικά συναισθήματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης και από την ανάληψη κινδύνου κατά την οδήγηση.

2.2.3 “Aggressive driving: A survey of attitudes, opinions and behaviors”

Ward Vanlaar, Herb Simpson, Dan Mayhew, Robyn Robertson - Journal of Safety Research 39, (2008)

Ο στόχος αυτής της μελέτης είναι να προσδιορίσει εάν υπάρχει ή όχι σχέση μεταξύ του θυμού και της οδήγησης με επιθετικό τρόπο.

Η διερεύνηση έγινε εκτενώς για τις ακόλουθες τέσσερις διακριτές περιπτώσεις:

- Υπάρχει ισχυρή σύνδεση μεταξύ θυμού και επιθετικής συμπεριφοράς.
- Η φύση αυτής της σύνδεσης αλλάζει ανάλογα με το αν η θυμωμένη συμπεριφορά είναι χαρακτηριστικό του ατόμου, προϊόν της διάθεσής του ή το αποτέλεσμα μιας συγκεκριμένης κατάστασης.
- Η συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών ποικίλλει επίσης ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη μέτρησή τους.
- Δεν υπάρχει συσχετισμός ένας προς έναν μεταξύ μιας από τις τρεις μορφές θυμού και της επιθετικής οδήγησης.

Οι υποθέσεις αυτές εξεταστήκαν με την χρήση των παρακάτω μεθοδολογιών: ανάλυση αξιοπιστίας (reliability analysis), συσχετίσεις (correlations), ανάλυση των υπολογιζόμενων μεγεθών επίδρασης (Analysis of computed effect sizes).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για κάθε μια από τις παραπάνω υποθέσεις είναι τα εξής:

Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του θυμού (ανεξαρτήτως είδους) και της επιθετικότητας. Ωστόσο, ανακαλύφθηκε ότι οι θυμωμένοι οδηγοί δεν είναι απαραίτητα πιο πιθανό να εμπλακούν σε τροχαίο ατύχημα. Η εξήγηση που δόθηκε για το δεύτερο αποτέλεσμα ήταν ότι δεν υπήρχε επαρκής διαφορά μεταξύ ηλικιών και ότι, γενικά, οι συμμετέχοντες στην έρευνα δεν επιλέχθηκαν σωστά.

Η υπόθεση ότι διαφορετικοί τύποι θυμού έχουν διαφορετικά αποτελέσματα στην επιθετική οδήγηση δεν υποστηρίχθηκε, παρά την προσδοκία για ισχυρότερη συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών της προσωπικότητας που σχετίζονται με τον θυμό και της επιθετικής οδήγησης.

Μετά από μια γενική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από διάφορες μεθόδους μέτρησης, διαπιστώθηκε ότι η σχέση μεταξύ θυμού και επιθετικότητας ποικίλλει ανάλογα με τη μέθοδο μέτρησης.

Οι στατιστικές αναλύσεις επιβεβαιώνουν την τέταρτη υπόθεση. Ωστόσο, επειδή τα αποτελέσματα της δεύτερης και της τέταρτης περίπτωσης είναι ασυμβίβαστα, συνιστάται η διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας.

2.2.4 “Speeding violations related to a driver’s social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan’s male population”

Chien-Ming Tseng (2013)

Η υπερβολική ταχύτητα είναι η πιο διαδεδομένη τροχαία παράβαση και συμβάλλει σημαντικά τόσο στη συχνότητα όσο και στη σοβαρότητα των ατυχημάτων. Αυτή η μελέτη εξετάζει τις παραβιάσεις υπερβολικής ταχύτητας με βάση ένα εθνικό στατιστικό δείγμα οκτώ χιλιάδων εκατόν είκοσι εννέα ενηλίκων ανδρών οδηγών το 2008.

Η ανάλυση επικεντρώθηκε στη συσχέτιση μεταξύ των αναφερόμενων παραβάσεων υπερβολικής ταχύτητας των οδηγών και των κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών τους, όπως η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης, το εισόδημα και η ετήσια απόσταση που διανύθηκε, καθώς και ο πιο συχνός σκοπός οδήγησης (μετακίνηση από το σπίτι στη δουλειά ή για περίπατο ή για ψώνια κλπ.)

Το 19,1 τοις εκατό (1.552 οδηγοί) όλων των οδηγών που μελετήθηκαν είχαν επιβληθεί πρόστιμο τουλάχιστον μία φορά για υπέρβαση ταχύτητας που υπερβαίνει το αναγραφόμενο όριο. Σε σύγκριση με το υπόλοιπο δείγμα, οι οδηγοί ηλικίας 40 έως 49 ετών είχαν τη λιγότερο επικίνδυνη στάση απέναντι στις υψηλές ταχύτητες, ενώ οι οδηγοί ηλικίας 20 έως 29 και 30 έως 39 ετών εμφάνισαν πιο επικίνδυνη συμπεριφορά στις υψηλές ταχύτητες. Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης του αναπτυγμένου μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης έδειξαν ότι οι παραβιάσεις των ορίων ταχύτητας συσχετίστηκαν σημαντικά με την ηλικία, την εκπαίδευση, το εισόδημα, την ετήσια απόσταση που διανύθηκε και τους πιο συνήθεις λόγους μετακινήσεων. Οι μετακινήσεις λόγω εργασίας και το περπάτημα σχετίζονταν με υψηλότερο κίνδυνο λόγω της υψηλής ταχύτητας, σε σύγκριση με τις μετακινήσεις για ψώνια.

2.2.5 “The roles of exposure and speed in road safety analysis”

XinPei, S.C.Wong, N.N.Sze, (September 2012)

Η ανάλυση της οδικής ασφάλειας καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα. Εκτιμάται ότι η υπερβολική ταχύτητα θέτει σε κίνδυνο την οδική ασφάλεια. Ωστόσο, μπορεί επίσης να υποστηριχθεί ότι η οδήγηση με υψηλό ρυθμό ταχύτητας μειώνει τη

διάρκεια της έκθεσης με την πάροδο του χρόνου και, κατά συνέπεια, την πιθανότητα σύγκρουσης. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να αποσαφηνιστούν οι ρόλοι της έκθεσης και της ταχύτητας στις αναλύσεις της οδικής ασφάλειας

Για την υλοποίηση αυτής της μελέτης, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την ταχύτητα, τη ροή κυκλοφορίας και τις ετήσιες καταμετρήσεις κυκλοφορίας απογραφής (ATC). Επιπλέον, συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με τις ταχύτητες στους άξονες που μελετήθηκαν με τη χρήση τεχνολογίας GPS, ενώ δεδομένα ατυχημάτων ελήφθησαν από το Σύστημα Πληροφοριών Κυκλοφορίας (TIS). Με βάση την εφαρμογή των προαναφερθέντων, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων που περιέχει όλα τα απαραίτητα δεδομένα για 112 οδικά τμήματα στο Χονγκ Κονγκ και κατασκευάστηκε ένα κοινό μοντέλο πιθανοτήτων βασισμένο στην πλήρη Bayesian μέθοδο, το οποίο εφαρμόζεται ταυτόχρονα σε ένα μοντέλο εμφάνισης συντριβής και ένα μοντέλο σοβαρότητας συντριβής.

Όταν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της χρονικής έκθεσης, τα αποτελέσματα δείχνουν θετική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας και του κινδύνου σύγκρουσης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν όταν η απόσταση ελέγχεται, τα οποία δείχνουν την αντίστροφη σχέση. Είναι προφανές από τα ευρήματα αυτής της μελέτης ότι οι δρόμοι υψηλής ταχύτητας δεν είναι απαραίτητα ασφαλέστεροι από τους δρόμους χαμηλής ταχύτητας όταν εφαρμόζονται τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα για τη σοβαρότητα της σύγκρουσης δείχνουν ότι η σοβαρότητα της ζημιάς γενικά συσχετίζεται με την ταχύτητα. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η ταχύτητα διασποράς, ως δείκτης της μεταβλητότητας των συνθηκών κυκλοφορίας στο χρόνο-χώρο σε έναν αυτοκινητόδρομο, δεν σχετίζεται σημαντικά ούτε με τον κίνδυνο σύγκρουσης αλλά και ούτε με τη σοβαρότητα της αυτής.

2.2.6 “Driver Characteristics and Speeding Behavior”

Adrian B Ellison , Stephen P. Greaves, (January, 2010)

Η υπερβολική ταχύτητα και η ανάπτυξη υψηλών επιταχύνσεων είναι οι κύριες αιτίες τροχαίων ατυχημάτων στους δρόμους της Αυστραλίας. Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην καταγραφή των χαρακτηριστικών και της οδηγικής συμπεριφοράς, με ιδιαίτερη έμφαση στην εξέλιξη της ταχύτητας του οδηγού σε κάθε διαδρομή. Η έρευνα στοχεύει στον εντοπισμό των παραγόντων που συμβάλλουν στην ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων συναρτήσει του οδηγού, του οχήματος, των χαρακτηριστικών της διαδρομής, τον τύπο οδού καιρικές συνθήκες, καθώς και τη μεταξύ τους αλληλεξάρτηση.

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Global Positioning System (GPS), τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από 133 αυτοκινητιστές του Σίδνεϋ σε διάστημα πέντε εβδομάδων χρησίμευσαν ως η κύρια πηγή πληροφοριών για αυτήν τη μελέτη. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να οδηγήσουν κάτω από πραγματικές συνθήκες, επιτρέποντας μια πιο εις βάθος εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα. Επιπλέον, διεξήγαγαν εκτεταμένη δημογραφική και ψυχολογική έρευνα, δίνοντας πληθώρα δεδομένων ανάλυσης ταχύτητας. Με βάση την αυτοαναφερόμενη οδηγική συμπεριφορά και συμπεριφορά των ενδιαφερόμενων μερών, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις με εξοπλισμό GPS, εστιάζοντας κυρίως στα ακριβή όρια ταχύτητας.

Αξιοποιώντας τις τεχνολογικές δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία GPS για την παροχή λεπτομερών δεδομένων οδηγικής συμπεριφοράς και επιτάχυνσης, τα πιο σημαντικά ευρήματα αυτής της μελέτης περιγράφονται παρακάτω. Συγκεκριμένα, σχεδόν οι μισοί από τους συμμετέχοντες ξεπέρασαν το προκαθορισμένο όριο ταχύτητας για τουλάχιστον το 20% εκατό της διανυθείσας απόστασης ενώ ένας μικρός αλλά σημαντικός αριθμός οδηγών ξεπέρασε συνήθως κατά 10 km/h το όριο ταχύτητας. Ιδιαίτερα ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι δεκατέσσερις οδηγοί ξεπέρασαν το όριο ταχύτητας για περισσότερο από το 30% της απόστασης, με έναν οδηγό να το υπερβαίνει κατά 61%. Επιπλέον, εξήχθη το συμπέρασμα ότι οι άνδρες είναι πιο πιθανό να οδηγούν με υψηλές ταχύτητες από τις γυναίκες και ότι υπάρχουν διαφορές που σχετίζονται με την ηλικία. Ωστόσο, παραδόξως, οι γυναίκες μεταξύ 46 και 65 ετών οδήγησαν πιο απερίσκεπτα από τους άνδρες.

Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα Σαββατοκύριακα, ιδιαίτερα τα βράδια, η επιτάχυνση είναι πιο ανησυχητική από ό,τι τις καθημερινές, ενώ ο αριθμός των οδηγών που υπερβαίνουν το όριο ταχύτητας κατά τη διάρκεια της εβδομάδας είναι υψηλότερος τα πρωινά.

2.2.7 “Crash risk evaluation of aggressive driving on motorways: Microscopic traffic simulation approach”, Transportation Research Part F 23 (2014) 101-112

Filmon G. Habtemichael, Luis de Picado Santo, (2014)

Ο στόχος αυτής της μελέτης είναι να διερευνήσει τον αντίκτυπο που έχει η επιθετική οδήγηση στην ασφάλεια των δημόσιων δρόμων. Η χρήση μικροσκοπικής προσομοίωσης κυκλοφορίας ήταν απαραίτητη για την επίτευξη αυτού του στόχου. Σε μεγαλύτερο βάθος διερευνήθηκαν δύο διαφορετικά σενάρια: το ένα υπό συνθήκες αυξημένης κίνησης και το άλλο υπό συνθήκες που δεν υπήρχε καθόλου κίνηση.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης που διερεύνησε την πρώτη συνθήκη οδήγησης στην κυκλοφορία, ανακαλύφθηκε ότι οι επιθετικοί οδηγοί έχουν 3,1–5,9 φορές υψηλότερο κίνδυνο να εμπλακούν σε ατύχημα ή να πλησιάσουν επικίνδυνα σε ένα από ό,τι οι κανονικοί οδηγοί. Σε σύγκριση με την κανονική οδήγηση, η επιθετική οδήγηση είχε ως αποτέλεσμα μόνο κατά 1% μείωση του χρόνου ταξιδιού, η οποία, όταν συνδυάζεται με την αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, καθιστά τη μείωση κατά ένα τοις εκατό στον χρόνο ταξιδιού μη συμφέρουσα.

Το δεύτερο σενάριο οδήγησης λαμβάνει χώρα σε κανονικές συνθήκες, χωρίς κίνηση, και αποκαλύπτει ότι η πιθανότητα εμπλοκής επιθετικών οδηγών σε ατύχημα παραμένει σταθερή και είναι σχεδόν ανεξάρτητη από την παρουσία ή την απουσία κυκλοφορίας. Αύξηση στη σοβαρότητα των ατυχημάτων, που κυμαίνεται από 7-61%, παρατηρήθηκε επίσης ως αποτέλεσμα της πιθανότητας οι επιθετικοί οδηγοί να αναπτύξουν μεγαλύτερη ταχύτητα. Και πάλι, παρατηρείται ελαφρώς μεγαλύτερη εξοικονόμηση χρόνου κατά 2% σε σύγκριση με τους κανονικούς οδηγούς. ωστόσο, παράλληλα, αυξάνεται η πιθανότητα σοβαρών ατυχημάτων.

2.2.8 “Alternatives to enforcement in modifying the speeding behavior of drivers”. *Transportation Research Record*, 1111, 121-126

Maroney, S., & Dewar, R. (1987)

Ο στόχος αυτής της έρευνας ήταν να αξιολογήσει τον άμεσο αντίκτυπο του συστήματος επιβολής ποινών στο δίπλωμα οδήγησης (demerit point system) στη συμπεριφορά των οδηγών υπερβολικής ταχύτητας στο Al Ain. Το Al Ain είναι η τέταρτη μεγαλύτερη πόλη των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, που βρίσκεται περίπου 120 χιλιόμετρα από το Ντουμπάι.

Χρησιμοποιώντας πιστόλια ταχύτητας συλλέχθηκαν από τρεις μεγάλους αρτηριακούς αστικούς δρόμους τα δεδομένα ταχύτητας οχημάτων με τυχαίο τρόπο. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν τρεις μήνες πριν και τρεις μήνες μετά την εφαρμογή του συστήματος επιβολής ποινών (demerit point system). Οι συνθήκες ελεύθερης ροής λήφθηκαν υπόψη κατά τη συλλογή δεδομένων. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το πρόγραμμα SPSS.

Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι το σύστημα (demerit point system) δεν έχει στατιστικά σημαντικό αντίκτυπο στη συμπεριφορά των οδηγών με υπερβολική ταχύτητα στο Al Ain. Ένας από τους εύλογους λόγους για την ασήμαντη επίδραση του συστήματος σημείων μειονεκτημάτων θα μπορούσε να είναι η έλλειψη αποτελεσματικού συστήματος παρακολούθησης της κυκλοφορίας. Αυτή η μελέτη συνιστά ότι για να επηρεαστεί η συμπεριφορά των οδηγών θα πρέπει να παρέχεται ένα αποτελεσματικό σύστημα παρακολούθησης της κυκλοφορίας για να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα από τη θέσπιση αυστηρότερων νόμων, όπως το σύστημα σημείων μειονεκτημάτων. Η μελέτη συνιστά επίσης τη συλλογή περισσότερων δεδομένων για τη διερεύνηση των αλλαγών στη συμπεριφορά των οδηγών υπερβολικής ταχύτητας.

2.2.9 “Significance of attitudes, passion and cultural factors in driver’s speeding behavior in Oman: Application of theory of planned behavior. *International journal of injury control and safety promotion*, 27(2), 172-180”

Javid, M. A., & Al-Hashimi, A. R. ,(2020)

Αυτή η μελέτη στοχεύει να εντοπίσει τους βασικούς παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στη συμπεριφορά των οδηγών υπερβολικής ταχύτητας. Σχεδιάστηκε και διεξήχθη ένα ολοκληρωμένο ερωτηματολόγιο με φοιτητές και εργαζόμενους του Πανεπιστημίου της Nizwa. Τα στοιχεία του ερωτηματολογίου σχεδιάστηκαν λαμβάνοντας υπόψη το θεωρητικό υπόβαθρο της θεωρίας της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (TPB) και τις τοπικές κοινωνικο-πολιτιστικές πτυχές του οδηγικού περιβάλλοντος. Ελήφθησαν συνολικά 303 χρησιμοποιήσιμα δείγματα. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν με τη χρήση παραγοντικής ανάλυσης και τεχνικής μοντελοποίησης δομικών εξισώσεων. Οι εξαγόμενοι παράγοντες του πάθους και της κουλτούρας για την υπέρβαση της ταχύτητας, οι στάσεις υπερβολικής ταχύτητας, οι υποκειμενικοί κανόνες και ο αντιληπτός έλεγχος συμπεριφοράς είναι σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες της συμπεριφοράς των οδηγών που επιβαίνουν στο Ομάν. Οι στάσεις του οδηγού όσον αφορά στην ταχύτητα, η κουλτούρα της ταχύτητας και το πάθος του έχουν θετική συσχέτιση με τις προθέσεις και τη συμπεριφορά του οδηγού για υπερβολική ταχύτητα, και ο αντιληπτός έλεγχος συμπεριφοράς του οδηγού

σχηματίζει αρνητική σχέση με τη συμπεριφορά υπερβολικής ταχύτητας. Αυτή η μελέτη επιβεβαιώνει την εφαρμογή του TPB στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς των οδηγών υπερβολικής ταχύτητας στο πλαίσιο του Ομάν.

2.2.10 Car drivers' road safety performance: A benchmark across 32 countries. IATSS research, 44(3), 166-179.

Carlos Pires, Katrien Torfs, Alain Areal, Charles Goldenbeld, Ward Vanlaar, Marie-Axelle Granié, Yvonne Achermann Stürmer, Davide Shingo Usami, Susanne Kaiser, Dagmara Jankowska-Karpa, Dimitrios Nikolaou, Hardy Holte, Toru Kakinuma, José Trigo, Wouter Van den Berghe, Uta Meesmann, (2020).

Οι επιδόσεις μιας χώρας όσον αφορά στην οδική ασφάλεια και η επιτυχία των μέτρων πολιτικής μπορούν να μετρηθούν και να παρακολουθηθούν με διάφορους τρόπους. Εκτός από τους παραδοσιακούς δείκτες οδικής ασφάλειας που βασίζονται στον αριθμό των θανάτων ή τραυματιών σε τροχαία συγκρούσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρόσθετοι δείκτες απόδοσης οδικής ασφάλειας που σχετίζονται με τα οχήματα, τις υποδομές και συμπεριφορά χρηστών του δρόμου. Το τελευταίο μπορεί να βασίζεται σε πληροφορίες που συλλέγονται από οδικές έρευνες ή έρευνες με ερωτηματολόγια. Λόγω των διαφορών στους στόχους, στο πεδίο εφαρμογής και στη μεθοδολογία, τα αποτελέσματα τέτοιων ερευνών σπάνια είναι συγκρίσιμα μεταξύ των κρατών.

Αυτή η μελέτη βασίζεται στη δεύτερη έκδοση του 2018 της E-Survey of Road Users' Attitudes (ESRA), μιας διαδικτυακής έρευνας που περιλαμβάνει απαντήσεις από περισσότερους από 35.000 χρήστες του δρόμου σε 32 χώρες. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει τα βασικά ευρήματα της έρευνας της ESRA για τις τέσσερις πιο επικίνδυνες συμπεριφορές οδήγησης στην κυκλοφορία: οδήγηση υπό την επήρεια (αλκοόλ/ναρκωτικές ουσίες), υπερβολική ταχύτητα, χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση και την οδήγηση κατά τη διάρκεια σωματικής και ψυχικής κόπωσης. Η εργασία εξετάζει διάφορες πτυχές που σχετίζονται με αυτές τις συμπεριφορές οδήγησης, συμπεριλαμβανομένης της αποδοχής και της αντίληψης κινδύνου, της υποστήριξης μέτρων πολιτικής και των γνώμων σχετικά με τους νόμους και τις κυρώσεις για την οδική κυκλοφορία.

Παρά την υψηλή αντίληψη κινδύνου και τη χαμηλή αποδοχή όλων των επικίνδυνων οδηγικών συμπεριφορών που αναλύθηκαν, ένα υψηλό ποσοστό οδηγών αυτοκινήτων εμπλέκεται σε επικίνδυνες κυκλοφοριακές συμπεριφορές σε όλες τις περιοχές που μελετήθηκαν, σύμφωνα με τα αποτελέσματα. Οι πιο διαδεδομένες συμπεριφορές που αναφέρθηκαν από τον εαυτό τους ήταν η υπερβολική ταχύτητα και η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Ωστόσο, η λιγότερο αναφερόμενη συμπεριφορά ήταν η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ ή ναρκωτικών. Η πλειονότητα των ερωτηθέντων υποστηρίζει μέτρα για τον περιορισμό της επικίνδυνης οδηγικής συμπεριφοράς και πιστεύει ότι οι νόμοι οδικής κυκλοφορίας δεν εφαρμόζονται αρκετά συχνά και θα πρέπει να είναι πιο αυστηροί.

Η έρευνα ESRA αποδείχθηκε πολύτιμη πηγή δεδομένων για την κατανόηση των υποκείμενων αιτιών των τροχαίων ατυχημάτων. Παρέχει στους διαμορφωτές πολιτικής και στους ερευνητές πολύτιμες γνώσεις σχετικά με το πώς αντιλαμβάνεται το ευρύ κοινό την οδική ασφάλεια.

2.3 Σύνοψη – Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν μελέτες, οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα αναλύσεων και ερευνούν την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας. Από τη **σύνθεση των βασικών τους αποτελεσμάτων**, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Παρά την υψηλή αντίληψη κινδύνου και τη χαμηλή αποδοχή της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας, σημαντικό ποσοστό των οδηγών προβαίνει στη συγκεκριμένη συμπεριφορά.
- Οι παραβιάσεις των ορίων ταχύτητας συσχετίζονται σημαντικά με το φύλο, την ηλικία, την εκπαίδευση, το εισόδημα, την ετήσια απόσταση που διανύουν οι οδηγοί και τους λόγους μετακινήσεων.
- Ο αριθμός των απότομων επιταχύνσεων, η χρήση κινητού τηλεφώνου και η απόσταση του ταξιδιού είναι μεταβλητές που επηρεάζουν το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και αυξάνουν την επιθετική οδηγική συμπεριφορά.
- Η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας επηρεάζει σημαντικά τη σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και αναλύεται η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για τη στατιστική ανάλυση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Στη συγκεκριμένη Διπλωματική εργασία, για την ανάπτυξη των τριών μαθηματικών μοντέλων επιλέχθηκε η Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται όλα τα επιμέρους στοιχεία της επιλεγμένης μεθοδολογίας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση μαθηματικών και στατιστικών θεωριών, στις οποίες βασίζεται η επιλεγμένη μεθοδολογία.

3.2 Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση

Τα διωνυμικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης (DR Cox 1958) χρησιμοποιούνται για την αναζήτηση της σχέσης μεταξύ μίας διακριτής εξαρτημένης μεταβλητής και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών, η οποία περιγράφεται από την εξίσωση του μοντέλου. Εξαρτημένη είναι η μεταβλητή της οποίας γίνεται η πρόβλεψη και ανεξάρτητη είναι η μεταβλητή η οποία έχει δεδομένη τιμή και χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης. Η μορφή της εξίσωσης είναι η εξής:

$$y_i = \text{logit}(P_i) = \frac{\ln P_i}{1 - P_i} = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_n x_{ni}$$

όπου:

n: πλήθος ανεξάρτητων μεταβλητών

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών **x_1, x_2, \dots, x_n**

β_0 : σταθερός όρος εξίσωσης

P_i : προβλεπόμενη πιθανότητα (0 ή 1)

Η εξαρτημένη μεταβλητή, και αντίστοιχα το μοντέλο, καλείται δυαδική (Binary) ή διωνυμική (Binomial) καθώς λαμβάνει είτε τιμή 1 με πιθανότητα επιτυχίας **P** είτε τιμή 0 με πιθανότητα αποτυχίας **1-P**.

Στη στατιστική ανάλυση των στοιχείων που έγινε σε αυτή την εργασία για τον καθορισμό της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας ή όχι, η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας. Οι πιθανές τιμές που μπορούσε να πάρει ήταν 1 ή 0, για την ισχύ ή όχι συμβάντος αντίστοιχα. Για το λόγο αυτό ένα από τα μοντέλα που εξετάστηκαν ήταν αυτό της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

3.3 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλων

3.3.1 Βασικά κριτήρια ελέγχου λογιστικού μοντέλων

Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά κριτήρια ελέγχου για την αξιολόγηση και την αποδοχή των μοντέλων. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο έλεγχος της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, δηλαδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Λογική εξήγηση συντελεστών μοντέλων

Στην εξίσωση που θα προκύψει από τα μοντέλα εξετάζεται αν τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης (β_i) έχουν λογική ερμηνεία. Γίνεται, δηλαδή, έλεγχος βάσει του πρόσημου των για το αν η εξαρτημένη μεταβλητή αναμένεται να αυξηθεί ή να μειωθεί αν το πρόσημο των συντελεστών είναι θετικό ή αρνητικό αντίστοιχα. Σε περίπτωση που τα πρόσημα αυτά δεν έχουν λογική ερμηνεία, η αντίστοιχη μεταβλητή θα απορριφθεί.

Στατιστική σημαντικότητα:

Για την επιλογή ενός μοντέλου προσδιορίζεται το επίπεδο εμπιστοσύνης, το οποίο πρέπει να έχει υψηλή τιμή.

Για τα λογιστικά μοντέλα γίνεται ο έλεγχος Wald test (z-test), με τον εξής τύπο:

$$z_i = \frac{\beta_i}{s\beta_i}$$

όπου:

β_i οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_i

$s\beta_i$: το τυπικό σφάλμα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i

Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή z είναι για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης 1.7 και για 90% επίπεδο εμπιστοσύνης 1.3.

3.3.2 Μητρώο Σύγχυσης (Confusion Matrix)

Η μήτρα σύγχυσης χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της απόδοσης ενός συστήματος για δύο κλάσεις ή παραπάνω και στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των μοντέλων διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

Η αξιολόγηση ενός μοντέλου κατηγοριοποίησης περιλαμβάνει την εξέταση της απόδοσής του σε ένα σύνολο δεδομένων που συνήθως είναι διαφορετικό από αυτό της εκπαίδευσής του. Για καθένα από τα στιγμιότυπα της βάσης εξέτασης (test), το μοντέλο κατηγοριοποίησης θα είναι είτε σωστό (θα του αναθέσει την προβλεπόμενη-επισημειωμένη κλάση) είτε εσφαλμένο. Βάσει αυτού, συμπεραίνεται πως διακρίνοντας το σύνολο των στιγμιότυπων που ο ταξινομητής κατηγοριοποίησε σωστά ή εσφαλμένα, μπορεί να γίνει μια πρώτη εκτίμηση σχετικά με την απόδοση του εξεταζόμενου ταξινομητή.

Σε μια βάση δεδομένων με δύο μόνο κλάσεις ορίζονται τέσσερις περιπτώσεις κατηγοριοποίησης των πλειάδων της βάσης. Στις παρούσες αξιολογήσεις των μοντέλων τα στοιχεία που έδειχναν ύπαρξη συμβάντος ορίστηκαν ως θετικά, ενώ τα στοιχεία που έδειχναν μη ύπαρξη συμβάντος ως αρνητικά. Οι τέσσερις περιπτώσεις κατηγοριοποίησης των πλειάδων της βάσης είναι οι εξής:

3.3.2.1

Αληθώς Θετικά (True Positives – TP): Το πλήθος των στιγμιότυπων της βάσης (+), ύπαρξη συμβάντος, που κατηγοριοποιήθηκαν ως (+) από τον ταξινομητή.

3.3.2.2

Αληθώς Αρνητικά (True Negative – TN): Το πλήθος των στιγμιότυπων που ανήκουν στην κλάση (-), μη ύπαρξη συμβάντος, και ο ταξινομητής κατηγοριοποίησε ως (-).

3.3.2.3

Ψευδώς Θετικά (False Positive – FP): Είναι το πλήθος των παραδειγμάτων της κλάσης (-), μη ύπαρξη συμβάντος, που εσφαλμένα ο ταξινομητής κατηγοριοποίησε ως (+), ύπαρξη συμβάντος.

3.3.2.4

Ψευδώς Αρνητικά (False Negative – FN): Είναι το πλήθος των παραδειγμάτων της κλάσης (+), ύπαρξη συμβάντος, που εσφαλμένα κατηγοριοποιήθηκαν από τον ταξινομητή ως (-), μη συμβάντος.

Με βάση τις προαναφερθείσες περιπτώσεις, η αντίστοιχη μήτρα σύγχυσης θα είχε τη μορφή του Πίνακα 3.1

Κατηγοριοποίηση Ταξινομητή (Πρόβλεψη)

Πραγματική Κλάση	Συμβάν (+)	Όχι συμβάν (-)
Συμβάν (+)	<i>TP</i>	<i>FN</i>
Όχι συμβάν (-)	<i>FP</i>	<i>TN</i>

Πίνακας 3.1: Πιθανά αποτελέσματα για την πρόβλεψη ύπαρξης (+) ή μη (-) συμβάντος

Με βάση των πίνακα σύγκρισης οι μετρήσεις που χρησιμοποιούνται ευρέως περιλαμβάνουν (Catrakazas et. al. 2019)

3.3.2.5 Ορθότητα (accuracy)

Ορίζεται ως η συνολική ακρίβεια ή το ποσοστό των σωστών προβλέψεων του μοντέλου:

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Αντί της ορθότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί το **μέτρο του λόγου σφάλματος (error rate)** ή λόγος εσφαλμένων κατηγοριοποιήσεων (misclassification rate), το οποίο κατ'αντιστοιχία εκφράζει το βαθμό εσφαλμένων κατηγοριοποιήσεων του **ταξινομητή**:

$$error\ rate = 1 - accuracy$$

3.3.2.6 Στατιστικός Συντελεστής Κάππα (Kappa Statistic)

Ο στατιστικός συντελεστής κάππα αποτελεί το μέτρο αξιολόγησης εξεταζόμενου μοντέλου κατηγοριοποίησης

$$Kappa\ Statistic = \frac{P(A) - P(E)}{1 - P(E)}$$

όπου:

P(A): η παρατηρούμενη σχετική συμφωνία μεταξύ των μοντέλων κατηγοριοποίησης

και

P(E): η πιθανότητα η συμφωνία αυτή να οφείλεται σε τυχαίο παράγοντα

3.3.2.7 Κριτήριο Πληροφοριών Akaike (Akaike Information Criterion - AIC)

Ο δείκτης **AIC** είναι ένας **εκτιμητής του σφάλματος πρόβλεψης** και συνεπώς της σχετικής ποιότητας των στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Δεδομένης μιας συλλογής μοντέλων για τα δεδομένα, ο δείκτης AIC εκτιμά την ποιότητα κάθε μοντέλου, σε σχέση με καθένα από τα άλλα μοντέλα. Έτσι, ο AIC παρέχει ένα κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου.

Το κριτήριο AIC βασίζεται στη θεωρία της πληροφορίας (information theory). Όταν χρησιμοποιείται ένα στατιστικό μοντέλο για την αναπαράσταση της διαδικασίας που δημιούργησε τα δεδομένα, η αναπαράσταση δεν θα είναι σχεδόν ποτέ ακριβής. Έτσι, ορισμένες πληροφορίες θα χαθούν, χρησιμοποιώντας το μοντέλο για την αναπαράσταση της διαδικασίας.

Το AIC υπολογίζει τη σχετική ποσότητα πληροφοριών που χάνεται από ένα δεδομένο μοντέλο: όσο λιγότερες πληροφορίες χάνει ένα μοντέλο, τόσο υψηλότερη είναι η ποιότητα αυτού του μοντέλου.

Κατά την εκτίμηση του όγκου των πληροφοριών που χάνονται από ένα μοντέλο, ο δείκτης AIC ασχολείται με την αντιστάθμιση μεταξύ της καλής προσαρμογής και της απλότητας του μοντέλου. Με άλλα λόγια, ο AIC αντιμετωπίζει τόσο τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής όσο και τον κίνδυνο υποσυναρμολόγησης.

Το κριτήριο AIC πήρε το όνομά του από τον Ιάπωνα στατιστικολόγο Hirotugu Akaike, ο οποίος το διατύπωσε. Αποτελεί, πλέον, τη βάση ενός παραδείγματος για τα θεμέλια της στατιστικής και χρησιμοποιείται ευρέως για στατιστικά συμπεράσματα.

Το κριτήριο AIC υπολογίζεται από τον τύπο:

$$AIC = 2k - 2 \ln(\hat{L})$$

Όπου:

- k ο αριθμός των εκτιμώμενων παραμέτρων στο μοντέλο
- \hat{L} η μέγιστη τιμή της συνάρτησης πιθανότητας για το μοντέλο

Το κριτήριο AIC κυμαίνεται από 0,0 έως $+\infty$ ($0,0 \leq AIC \leq +\infty$).

Δεδομένου ενός συνόλου υποψήφιων μοντέλων για τα δεδομένα, το προτιμώμενο μοντέλο είναι αυτό με την ελάχιστη τιμή AIC.

3.3.2.8 Hosmer-Lemeshow test

Για την αξιολόγηση των μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης εφαρμόζεται και ο στατιστικός έλεγχος **Hosmer-Lemeshow test** (Hosmer et al., 2013) ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή R² λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

3.3.2.9 Multicollinearity - Πολυσυγγραμμικότητα

Μερικές φορές οι επεξηγηματικές μεταβλητές συνδέονται στενά και είναι αδύνατο να διακριθούν οι επιμέρους επιρροές τους στην εξαρτημένη μεταβλητή. Πολλές οικονομικές μεταβλητές μπορεί να κινούνται μαζί με κάποιο συστηματικό τρόπο. Τέτοιες μεταβλητές λέγεται ότι είναι συγγραμμικές και προκαλούν το πρόβλημα της συγγραμμικότητας.

Με τον ίδιο τρόπο, η πολυσυγγραμμικότητα αναφέρεται σε μια κατάσταση στην οποία δύο ή περισσότερες επεξηγηματικές μεταβλητές συνδέονται σε μεγάλο βαθμό γραμμικά. Συνεπώς:

Ένα σύνολο μεταβλητών είναι απόλυτα πολυσυγγραμμικό εάν υπάρχει μια πιο ακριβής γραμμική σχέση μεταξύ ορισμένων από τις μεταβλητές. Αυτό σημαίνει ότι εάν για ένα μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_n x_{ni} + \epsilon_i$$

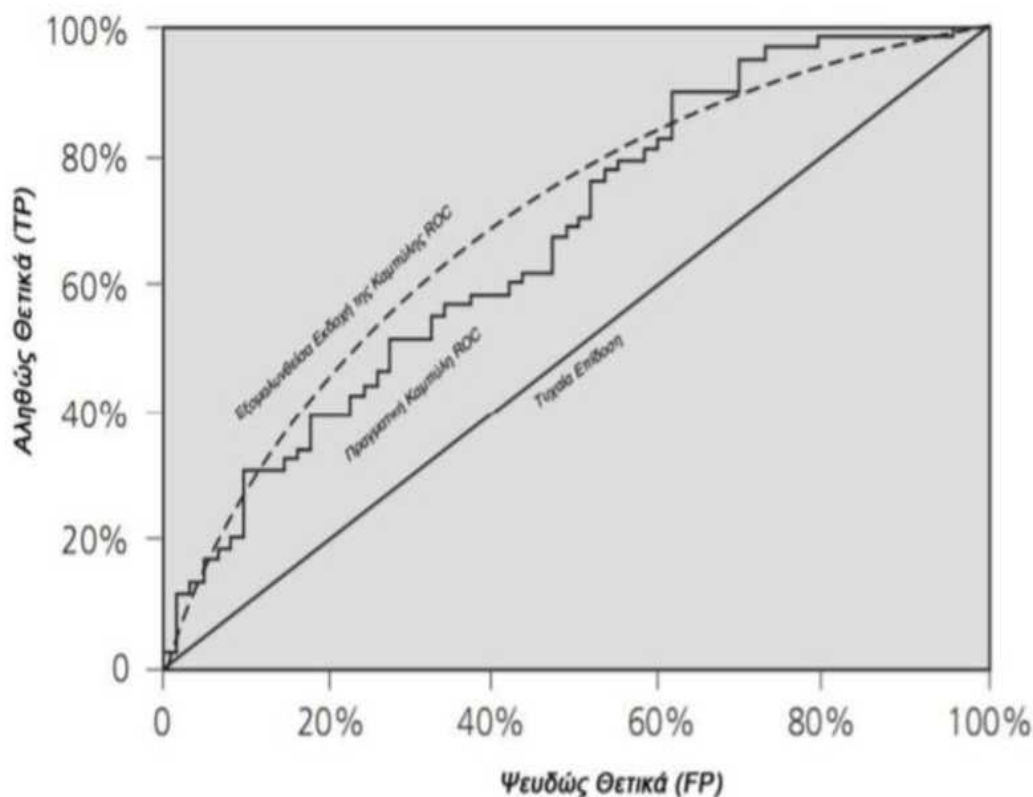
Η ακόλουθη σχέση ισχύει για m επεξηγηματικές μεταβλητές:

$$y_0 + y_1 x_{1,i} + \dots + y_k x_{k,i} = 0, \quad \forall_i = 1, \dots, N$$

Όταν κάποια $y_j \neq 0, j = 1, \dots, k$, τότε αυτές οι m μεταβλητές παρουσιάζουν πολυσυγγραμμικότητα.

3.3.2.10 Καμπύλη Receiver Operating Characteristic (ROC Curve)

Η καμπύλη ROC είναι μια γραφική παράσταση που απεικονίζει τη διαγνωστική ικανότητα ενός δυαδικού συστήματος ταξινόμησης καθώς το όριο διάκρισής του ποικίλει. Η καμπύλη δημιουργείται από την απεικόνιση του TP (κατακόρυφος άξονας) προς το FP (οριζόντιος άξονας) σε διάφορες τιμές σιγμοτύπων (Σχήμα 3.1). Η ιδανική περίπτωση θα ήταν μια καμπύλη ROC που θα ταυτίζεται με τον κατακόρυφο άξονα (TP).



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα χαρακτηριστικής καμπύλης λειτουργίας δέκτη (ROC curve)

Ένα ακόμα κριτήριο επιλογής κατάλληλου ταξινομητή με βάση τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας είναι το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC (Area Under the ROC Curve - AUC). Στην ιδανική περίπτωση $AUC=1$ και στην περίπτωση τυχαίας κατηγοριοποίησης (καμπύλη τυχαίας επίδοσης του σχήματος 3.1) ισχύει ότι $AUC=0.5$.

3.3.2.11 McFadden Pseudo R^2

Ο συντελεστής τύπου R^2 του McFadden γνωστός και ως δείκτης του λόγου πιθανοφανειών (Likelihood-ratio index) ο οποίος συγκρίνει ένα μοντέλο με k εισηγμένες ανεξάρτητες μεταβλητές με το μοντέλο εκείνο στο οποίο απουσιάζουν οι συγκεκριμένες μεταβλητές,

$$R_{MF}^2 = 1 - \frac{\log_e L_M - k}{L_0}$$

Όπου:

k ο αριθμός των μεταβλητών στο μοντέλο,
 L_0 η εκτίμηση πιθανοφάνειας στο μοντέλο χωρίς την ένταξη αυτών των μεταβλητών,
 L_M η αντίστοιχη στο πλήρες μοντέλο με όλες τις μεταβλητές εισηγμένες.

Υψηλές τιμές του δείκτη R^2 MF δηλώνουν ένδειξη καλής προσαρμογής του μοντέλου.

3.3.2.12 Variance Inflation Factor (VIF)

Έστω το ακόλουθο μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_n x_{ni} + \epsilon_i$$

Ένας δεύτερος τρόπος ελέγχου της ύπαρξης ισχυρών συσχετίσεων μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι ο υπολογισμός του εκτιμητή διόγκωσης της διακύμανσης (VIF, Variance Inflation Factor) ως εξής:

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

Όταν η τιμή του συγκεκριμένου εκτιμητή (VIF) είναι ίση με την μονάδα τότε δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της υπό εξέταση μεταβλητής με τις υπόλοιπες. Οι τιμές από 1 έως 5 υποδεικνύουν μέτρια συσχέτιση. Οι τιμές από 5 και πάνω μας δείχνουν σοβαρά επίπεδα πολυσυγγραμμικότητας.

4. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά στη **συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων**, περιλαμβάνει δύο υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα που αφορά στην συλλογή στοιχείων περιγράφεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε καθώς και τα στοιχεία των μετρήσεων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα.

Στην δεύτερη υποενότητα παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των στοιχείων, η μορφή των δεδομένων όπως χρησιμοποιήθηκαν τόσο στο Microsoft Excel, όσο και στο προγραμματιστικό περιβάλλον R. Τέλος, αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε.

4.2 Μετρήσεις Πεδίου

Το χρονικό διάστημα από τις 18 Νοεμβρίου έως τις 7 Δεκεμβρίου 2021, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο πραγματοποίησε **μετρήσεις πεδίου δοκιμών** για τέσσερις βασικούς δείκτες οδικής ασφάλειας (ταχύτητα, χρήση ζώνης ασφαλείας, χρήση προστατευτικού εξοπλισμού και απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω συσκευών χειρός).

Οι μετρήσεις πεδίου πραγματοποιήθηκαν σε **κατάλληλα επιλεγμένα σημεία** του οδικού δικτύου σε τρεις μεγάλες ελληνικές πόλεις (Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα). Πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις στο δρόμο σε 10 θέσεις ανά τύπο δρόμου (αστικοί δρόμοι, υπεραστικοί δρόμοι και αυτοκινητόδρομοι) για συνολικά 30 τοποθεσίες.

Ως αστικές οδοί ορίζονται οι οδοί εντός των κατοικημένων περιοχών, ενώ ως υπεραστικές οδοί ορίζονται οι οδοί εκτός κατοικημένων περιοχών, πλην των αυτοκινητοδρόμων.

Όλες οι μετρήσεις πεδίου πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας τις καθημερινές (Δευτέρα έως Παρασκευή) και τα Σαββατοκύριακα (Σάββατο και Κυριακή) υπό ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Η διάρκεια των μετρήσεων σε κάθε τοποθεσία ήταν τρεις ώρες για την ταχύτητα και μιάμιση ώρα για όλους τους άλλους δείκτες απόδοσης οδικής ασφάλειας. Εκτός από τη συλλογή δεδομένων για κάθε τύπο οχήματος (επιβατικό όχημα, μοτοσυκλέτα, μοτοποδήλατο, φορτηγό, ελαφρύ φορτηγό, βαρύ φορτηγό, λεωφορείο, ποδήλατο, ηλεκτρικά πατίνια, κ.λπ.), τα χαρακτηριστικά του χρήστη όπως το φύλο και η ηλικία καταγράφηκαν για τρεις επιδόσεις οδικής ασφάλειας δείκτες (νέοι, μεσήλικες, ηλικιωμένοι).

Οι μετρητές χρησιμοποίησαν δύο φορητά καταγραφικά ταχύτητας οχημάτων ώστε να καταστούν δυνατές οι μετρήσεις ταχύτητας, επιτρέποντάς τους να παρατηρούν τη στιγμιαία ταχύτητα των διερχόμενων οχημάτων. Δεδομένου ότι τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του δρόμου και του οδικού περιβάλλοντος επηρεάζουν τις ταχύτητες με τις οποίες οι οδηγοί χειρίζονται τα οχήματά τους, επιλέχθηκαν κατάλληλες τοποθεσίες για μετρήσεις ταχύτητας σε συνθήκες ελεύθερης κυκλοφορίας. Ως εκ τούτου, επιλέχθηκαν τοποθεσίες που πληρούσαν όσο το δυνατόν περισσότερο τα ακόλουθα κριτήρια:

- οδοί όπου οι οδηγοί μπορούν να οδηγούν με ταχύτητα μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας
- τμήμα με μικρό ευθύ και ομοιόμορφο τμήμα της οδού (χωρίς να υπάρχουν στροφές κοντά που να επηρεάζουν την ταχύτητα στο σημείο της μέτρησης)
- τμήμα της κλίσης (<5% σε τουλάχιστον 500 μέτρα πριν)
- μακριά από κόμβους (>500 μέτρα)
- μακριά από οποιαδήποτε συσκευή ηρεμίας της κυκλοφορίας ή στένωση λωρίδων κυκλοφορίας (> 500 μέτρα)
- μακριά από οδικά έργα (> 500 μέτρα)
- μακριά από διαβάσεις πεζών (> 500 μέτρα)
- μακριά από οποιαδήποτε αλλαγή ορίου ταχύτητας ή πινακίδα (> 500 μέτρα)
- μακριά από τμήματα όπου παρακολουθείται η τήρηση των ορίων της ταχύτητας (π.χ. κάμερες παρακολούθησης της τήρησης των ορίων ταχύτητας).

Συνολικά, κατεγράφη η ταχύτητα 12.115 οχημάτων σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Λόγω της μικρής κλίμακας των μετρήσεων αυτών επιλέχθηκαν τοποθεσίες σε τρεις μόνο μεγάλες πόλεις της χώρας, και για τον λόγο αυτόν **δεν μπορούν να θεωρηθούν πλήρως αντιπροσωπευτικές για το σύνολο της χώρας.**

4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

Στην παράγραφο αυτή αναλύεται η **διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων** που συλλέχθηκαν από τις μετρήσεις πεδίου που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία εισαγωγής των μεταβλητών στο λογισμικό της στατιστικής ανάλυσης με κατάλληλη κωδικοποίηση. Τέλος, στο πλαίσιο της προκαταρκτικής ανάλυσης παρουσιάζονται κάποια από τα διαγράμματα που αναπτύχθηκαν, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των δεδομένων, καθώς και μερικά συμπεράσματα ή παρατηρήσεις που προέκυψαν από τα παραπάνω.

4.3.1 Επεξεργασία αρχικής βάσης δεδομένων

Έπειτα από την επιτυχή συλλογή στοιχείων μέσω μετρήσεων πεδίου, ακολουθεί η διαδικασία επεξεργασίας τους. Τα συλλεγμένα στοιχεία καταγράφονται σε ένα αρχείο εργασίας Microsoft Excel.

Το συνολικό εξεταζόμενο δείγμα περιλαμβάνει μετρήσεις 12.115 οχημάτων, για τις οποίες καταγράφεται η ταχύτητα, ο τύπος δρόμου, οι καιρικές συνθήκες, η χρονική περίοδος (Καθημερινή/Σαββατοκύριακο), καθώς και η πόλη στο σημείο και την ώρα μέτρησης κλπ.

Ενδεικτικά, ο αρχικός πίνακας περιείχε τις εξής παραμέτρους:

- Στήλη A: ID Μέτρησης
- Στήλη B: Location code
- Στήλη C: VehicleType0
- Στήλη D: VehicleType
- Στήλη E: Speed
- Στήλη F: City
- Στήλη G: Street
- Στήλη H: Road Type
- Στήλη I: Location
- Στήλη J: Direction
- Στήλη K: Weather
- Στήλη L: Speed Limit
- Στήλη M: Speeding
- Στήλη N: Date
- Στήλη R: Time Period

ID	Location code	VehicleType0	VehicleType	Speed	City	Street	Road Type	Location	Direction	Weather	Speed Limit	Speeding	Date	Time (start)	Time (end)	Time Period	Session Duration	
2	AR1-1	AR1	PC	PC	74 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
3	AR1-10	AR1	PC	PC	56 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
4	AR1-100	AR1	PC	PC	104 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
5	AR1-101	AR1	PC	PC	72 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
6	AR1-102	AR1	MT	PC	32 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
7	AR1-103	AR1	PC	PC	70 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
8	AR1-104	AR1	PC	PC	66 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
9	AR1-105	AR1	PC	PC	83 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
10	AR1-106	AR1	PC	PC	77 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
11	AR1-107	AR1	LT	PC	77 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
12	AR1-108	AR1	V	PC	76 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
13	AR1-109	AR1	PC	PC	81 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
14	AR1-11	AR1	HT	PC	64 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	80	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
15	AR1-110	AR1	PC	PC	86 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
16	AR1-111	AR1	V	PC	90 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
17	AR1-112	AR1	PC	PC	89 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
18	AR1-113	AR1	PC	PC	69 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
19	AR1-114	AR1	CY	PC	20 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
20	AR1-115	AR1	V	PC	94 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	Y	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
21	AR1-116	AR1	PC	PC	67 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
22	AR1-117	AR1	PC	PC	68 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
23	AR1-118	AR1	PC	PC	70 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
24	AR1-119	AR1	PC	PC	87 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
25	AR1-12	AR1	PC	PC	70 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
26	AR1-120	AR1	PC	PC	86 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
27	AR1-121	AR1	PC	PC	70 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
28	AR1-122	AR1	PC	PC	95 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	Y	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
29	AR1-123	AR1	PC	PC	73 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
30	AR1-124	AR1	PC	PC	52 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	Y	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
31	AR1-125	AR1	PC	PC	66 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
32	AR1-126	AR1	PC	PC	81 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
33	AR1-127	AR1	PC	PC	103 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	Y	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
34	AR1-128	AR1	PC	PC	85 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
35	AR1-129	AR1	PC	PC	93 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	Y	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0
36	AR1-13	AR1	PC	PC	74 Athens	Ag. Thoma	Rural	Spata	Paiania	Good	90	N	2011/2/21	2011/2/21	10:15:00 πμ	1:15:00 μμ	weekend	3:0

Εικόνα 4.1 – Μορφή αρχικού πίνακα βάσης δεδομένων

Απεφάνθη πως οι κατάλληλες μεταβλητές που θα πιθανώς χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες για συσχέτιση με την εξαρτημένη, η οποία ήταν το Speeding ήταν οι : VehicleType, Road_Type, Time_Period, Weather_Conditions, City, δηλαδή, ο τύπος οχήματος, ο τύπος οδού, η χρονική περίοδος (καθημερινή/σαββατοκύριακο), οι καιρικές συνθήκες, αλλά και η πόλη.

Λόγω της κατηγορικής φύσης της εξαρτημένης μεταβλητής αλλά και της διακριτής φύσης των ανεξάρτητων μεταβλητών, χρησιμοποιήθηκε κατάλληλη κωδικοποίηση όλων των πιθανών τιμών της κάθε μεταβλητής, ώστε να είναι αναγνωρίσιμες από το προγραμματιστικό περιβάλλον R. Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζεται η ανωτέρω κωδικοποίηση.

Τιμή Μεταβλητής	Κωδικοποίηση
Αθήνα	1
Λάρισα	2
Θεσσαλονίκη	3
Αυτοκινητόδρομος	1
Υπεραστικός	2
Αστικός	3
Καθημερινή	1
Σαββατοκύριακο	2

Πίνακας 4.1 – Κωδικοποίηση για πόλη, τύπο δρόμου, και χρονική περίοδο

Τιμή Μεταβλητής	Κωδικοποίηση
Επιβατικό Όχημα	1
Μοτοσυκλέτα	2
Βαν	3
Βαρέα και Ελαφριά Φορτηγά	4
Λοιποί τύποι οχημάτων	5
Υπέρβαση ορίου ταχύτητας	1
Μη υπέρβαση του ορίου ταχύτητας	0

Πίνακας 4.2 – Κωδικοποίηση για τύπο οχήματος και υπέρβαση ορίου ταχύτητας

Με βάση την ανωτέρω κωδικοποίηση, και με την αντικατάσταση των ανωτέρω τιμών των διακριτών μεταβλητών με τα αντίστοιχα νούμερα των πινάκων προέκυψε ο πίνακας εισαγωγής στο προγραμματιστικό περιβάλλον της R.

ID	VehicleType0	Vehicle_type	Veh_type	City	Road_type	Weather_conditions	Speeding	Time_period	Speed	Speed_limit	
2	AR1-1	1	PC	1	1	2	1	0	2	74	90
3	AR1-10	1	PC	1	1	2	1	0	2	56	90
4	AR1-100	1	PC	1	1	2	1	1	2	104	90
5	AR1-101	1	PC	1	1	2	1	0	2	72	90
6	AR1-102	2	PTW/ATV	2	1	2	1	0	2	32	90
7	AR1-103	1	PC	1	1	2	1	0	2	70	90
8	AR1-104	1	PC	1	1	2	1	0	2	65	90
9	AR1-105	1	PC	1	1	2	1	0	2	83	90
10	AR1-106	1	PC	1	1	2	1	0	2	77	90
11	AR1-107	4	B/LT/HT	3	1	2	1	0	2	77	80
12	AR1-108	1	PC	1	1	2	1	0	2	78	90
13	AR1-109	1	PC	1	1	2	1	0	2	81	90
14	AR1-11	4	B/LT/HT	3	1	2	1	0	2	64	80
15	AR1-110	1	PC	1	1	2	1	0	2	86	90
16	AR1-111	3	V	4	1	2	1	0	2	90	90
17	AR1-112	1	PC	1	1	2	1	0	2	89	90
18	AR1-113	1	PC	1	1	2	1	0	2	69	90
19	AR1-114	5	CY	5	1	2	1	0	2	20	90
20	AR1-115	3	V	4	1	2	1	1	2	94	90
21	AR1-116	1	PC	1	1	2	1	0	2	67	90

Εικόνα 4.2 – Μορφή τελικού πίνακα βάσης δεδομένων, για εισαγωγή στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης.

4.3.2 Προκαταρκτική Ανάλυση

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την **προκαταρκτική ανάλυση**, η οποία αποτελείται από μια σειρά διαγραμμάτων, τα οποία με τη σειρά τους συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων και χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ποιοτικών συμπερασμάτων. Ακολουθεί σύντομος σχολιασμός των διαγραμμάτων.

Καιρός	Count of Weather	Count of Weather %
Fog	347	2,86%
Good	9948	82,11%
Rain	1507	12,44%
Wind	313	2,58%
Grand Total	12115	100,00%

Πίνακας 4.1 – Καιρικές συνθήκες στο σύνολο των μετρήσεων

Speeding	Count of Speeding	Count of Speeding %
No	8118	67,01%
Yes	3997	32,99%
Grand Total	12115	100,00%

Πίνακας 4.2 – Υπερβάσεις ορίων ταχύτητας στο σύνολο των μετρήσεων

Τύπος Οδού	Count of Road type	Count of Road type %
Motorway	2239	18,48%
Rural	3243	26,77%
Urban	6633	54,75%
Grand Total	12115	100,00%

Πίνακας 4.3 – Τύπος δρόμου στο σύνολο των μετρήσεων

Χρονική Περίοδος	Count of Time Period	Count of Time Period %
weekday	9732	80,33%
weekend	2383	19,67%
Grand Total	12115	100,00%

Πίνακας 4.4 – Χρονική περίοδος στο σύνολο των μετρήσεων

Τύπος οχήματος	Count of VehicleType0	Count of VehicleType %
ATV	2	0,02%
B	185	1,53%
CY	53	0,44%
HT	442	3,65%
LT	696	5,74%
MT	1152	9,51%
O	2	0,02%
PC	8475	69,95%
SC	9	0,07%
V	1093	9,02%
Grand Total	12115	100,00%

Πίνακας 4.5 – Τύπος οχήματος στο σύνολο των μετρήσεων

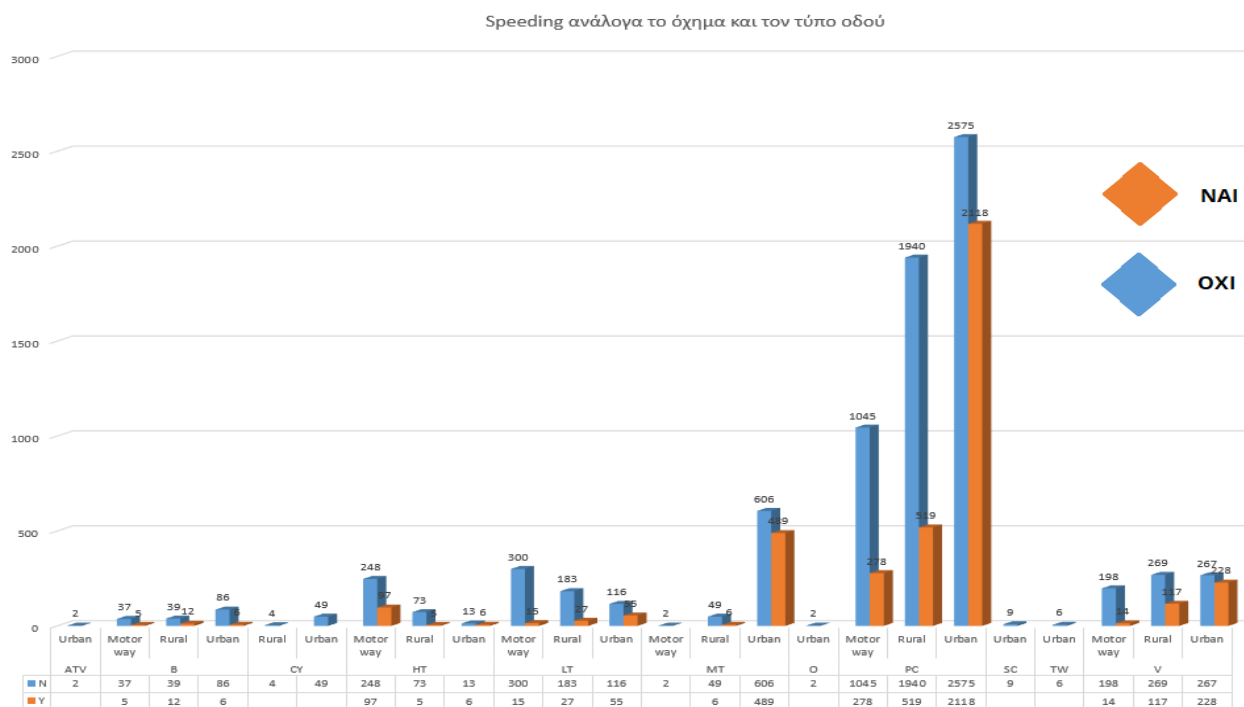
Row Labels	Count of City	Count of City %
Athens	4840	39,95%
Larissa	3824	31,56%
Thessaloniki	3451	28,49%
Grand Total	12115	100,00%

Πίνακας 4.6 – Πόλη στο σύνολο των μετρήσεων

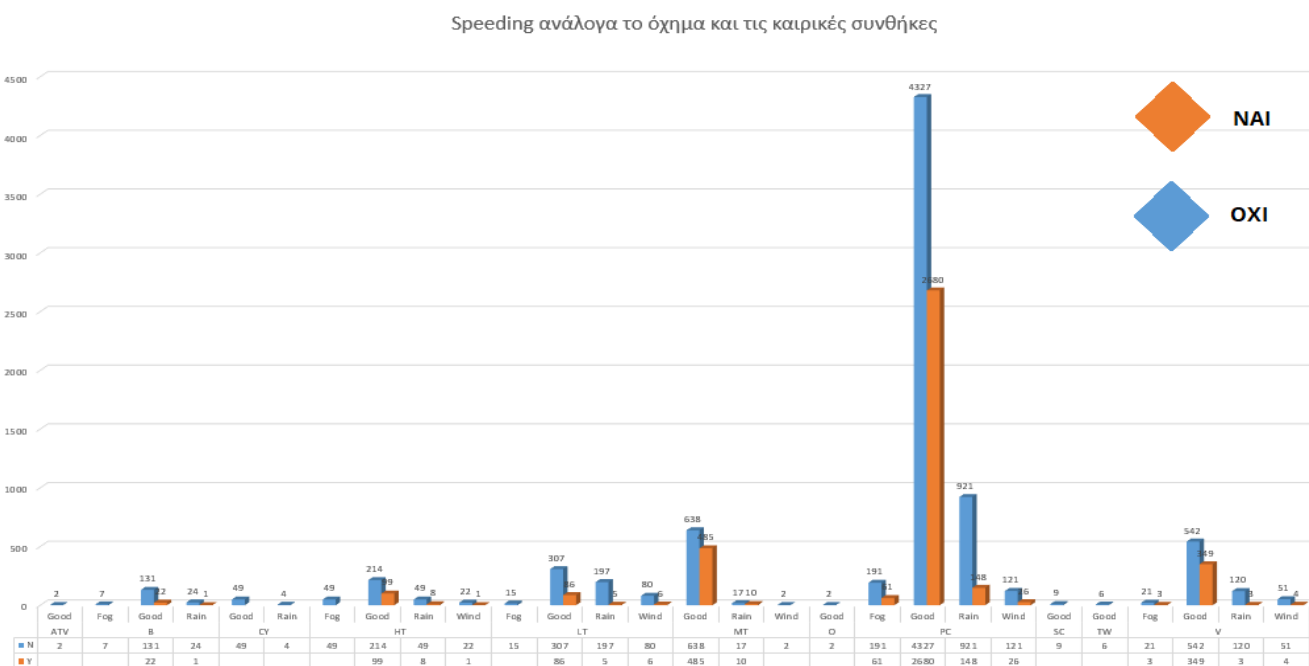
Εξετάζοντας τα ανωτέρω προκαταρκτικά διαγράμματα οδηγούμαστε στα εξής συμπεράσματα:

- Οι μετρήσεις αφορούσαν κυρίως σε καλές καιρικές συνθήκες με ποσοστό 82,11% επί του συνόλου των μετρήσεων. Ακολούθησε ο βροχερός καιρός, με ποσοστό 12,44% επί των μετρήσεων.
- Η πλειονότητα των παρατηρηθέντων οχημάτων, δεν υπερέβη το όριο ταχύτητας, με ποσοστό μη υπέρβασης, 67,01%.
- Οι περισσότερες μετρήσεις έλαβαν χώρα σε αστικές οδούς, με ποσοστό 54,75% επί των μετρήσεων, ακολούθησαν οι υπεραστικές οδοί με ποσοστό 26,77%, και τέλος οι αυτοκινητόδρομοι με ποσοστό 18,48%.
- Οι μετρήσεις στην πλειονότητα τους, πραγματοποιήθηκαν τις καθημερινές, με ποσοστό 80,33%.
- Επικρατέστερα ποσοστά στο σύνολο των μετρήσεων, με σειρά σπουδαιότητας, επιβατικά (69,95%), μοτοσυκλέτες (9,51%), βαρέα και ελαφριά φορτηγά (9,39%).
- Τέλος, σχεδόν εξίσου διαμοιρασμένες ήταν οι μετρήσεις σε Αθήνα, Λάρισα και Θεσσαλονίκη, με ποσοστά 39,95%, 31,56% και 28,49% αντίστοιχα.

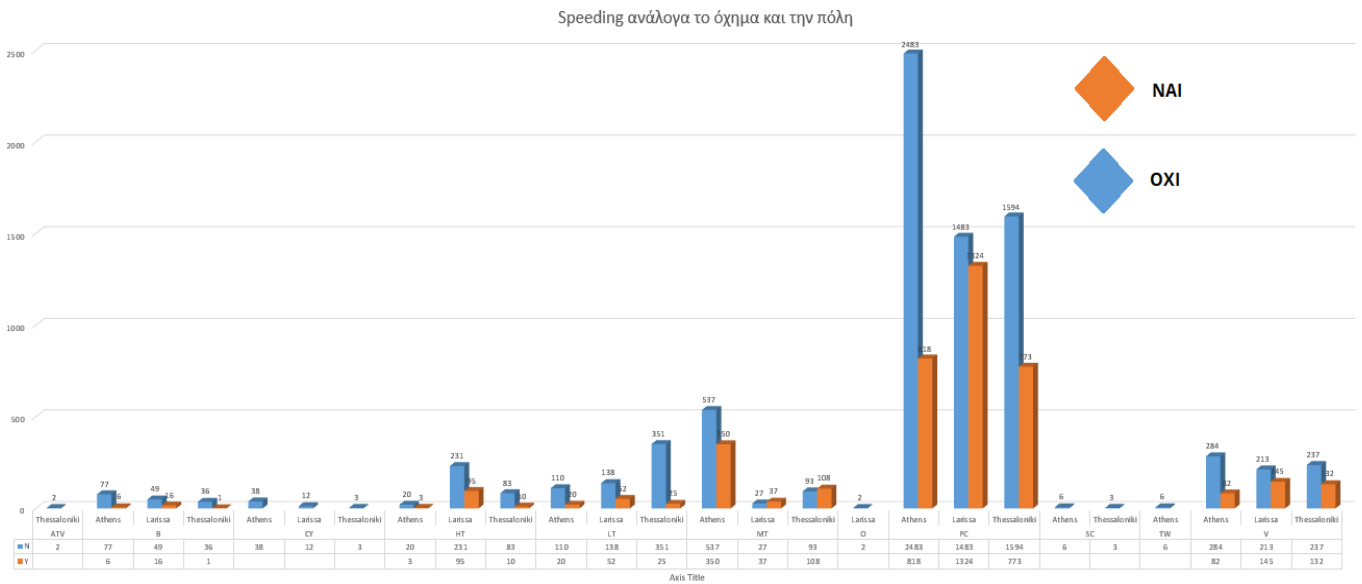
Παρακάτω παρουσιάζονται διάφορα γραφήματα και πίνακες που στοχεύουν στην οπτική ποσοτικοποίηση των μετρήσεων από τον αναγνώστη.



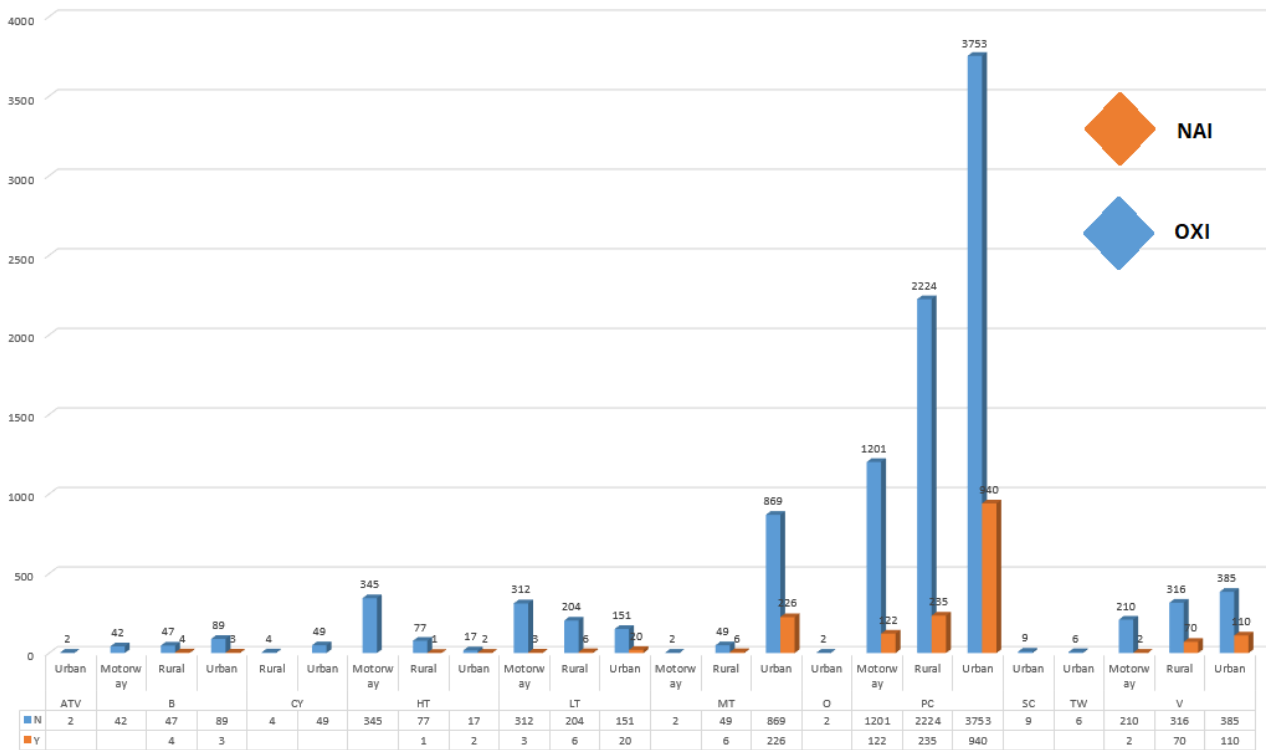
Σχήμα 4.1 – Speeding ανάλογα το όχημα και τον τύπο οδού



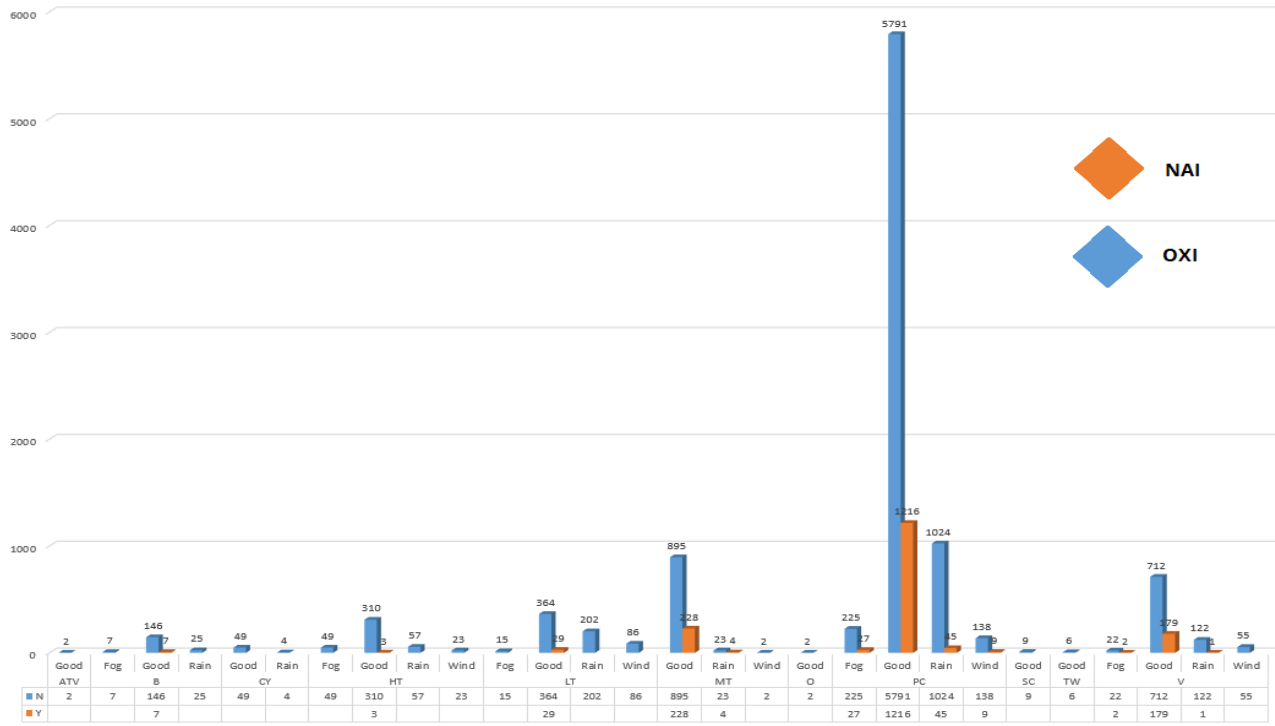
Σχήμα 4.2 – Speeding ανάλογα το όχημα και τις καιρικές συνθήκες



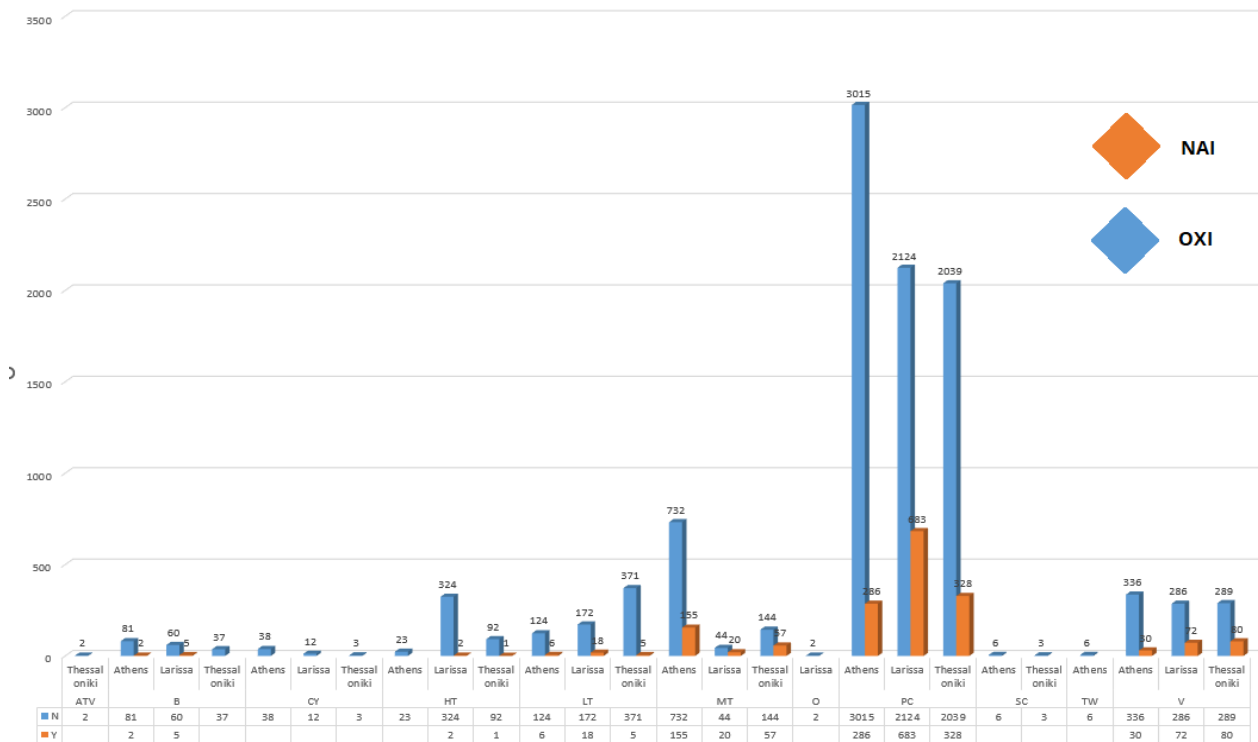
Σχήμα 4.3 – Speeding ανάλογα το όχημα και την πόλη



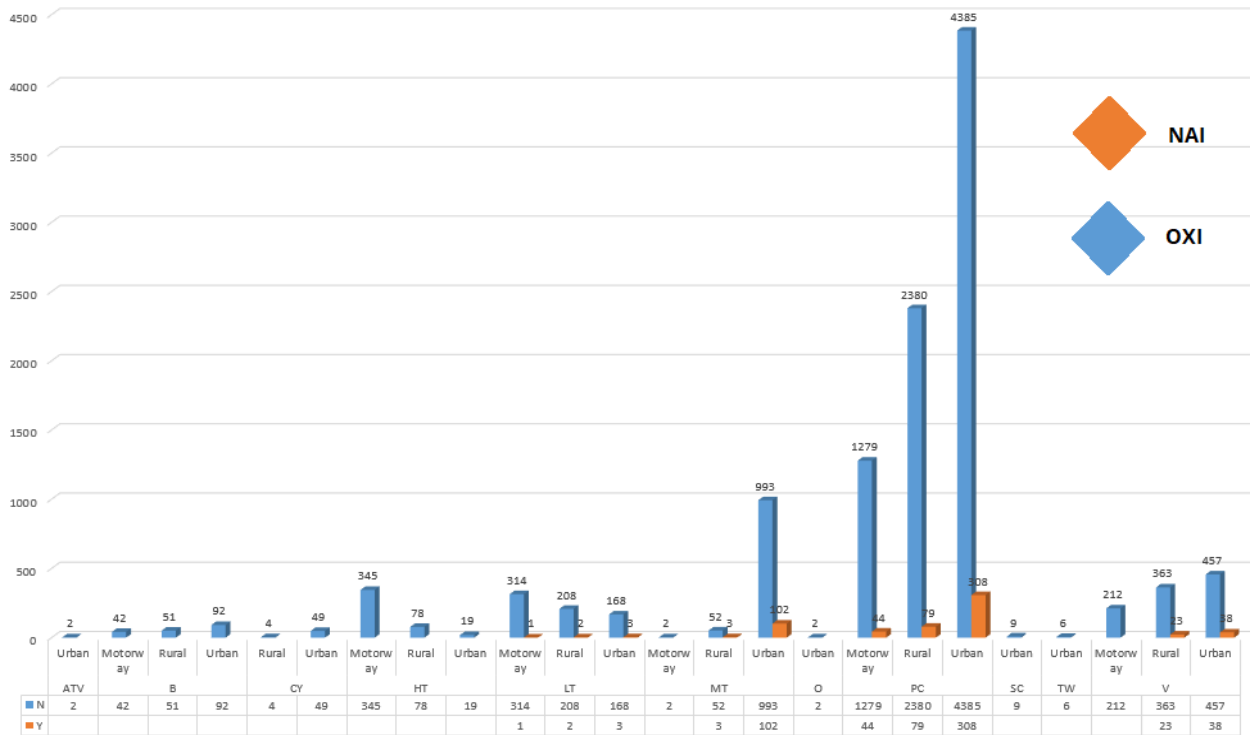
Σχήμα 4.4 – Speeding ανάλογα το όχημα και τον τύπο οδού (Σενάριο 2 – Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω)



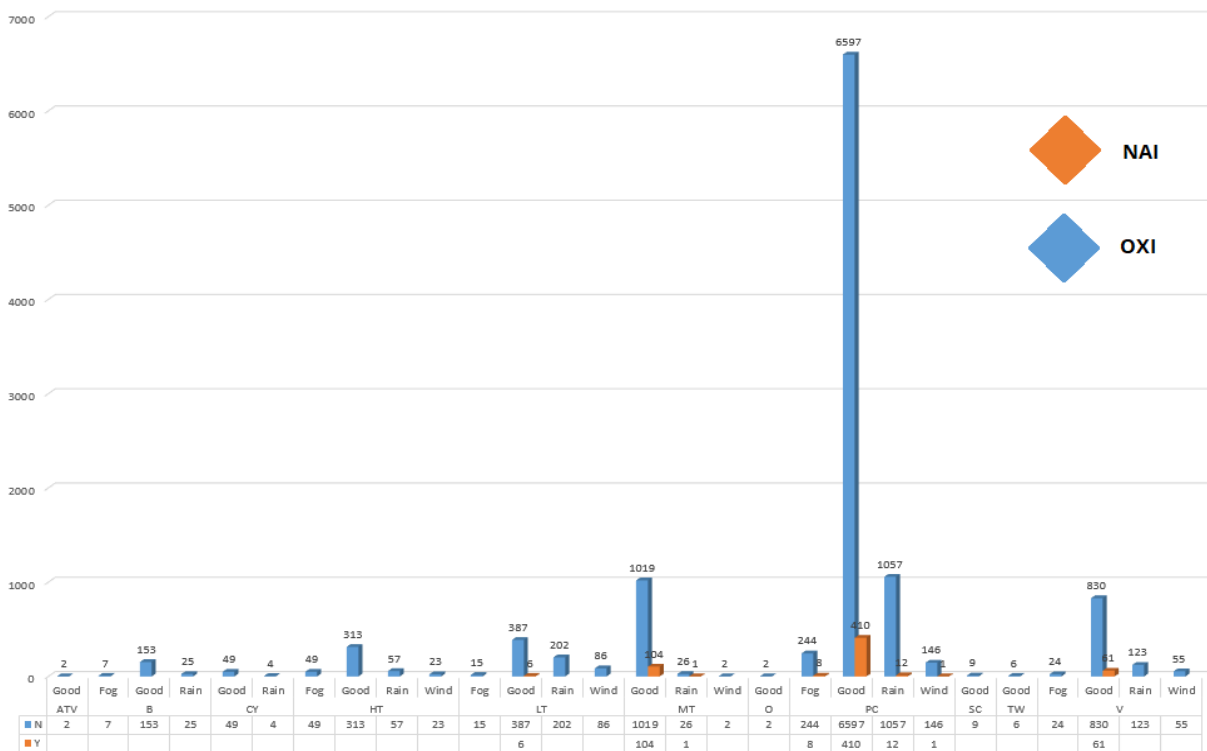
Σχήμα 4.5 – Speeding ανάλογα το όχημα και τις καιρικές συνθήκες (Σενάριο 2 – Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω)



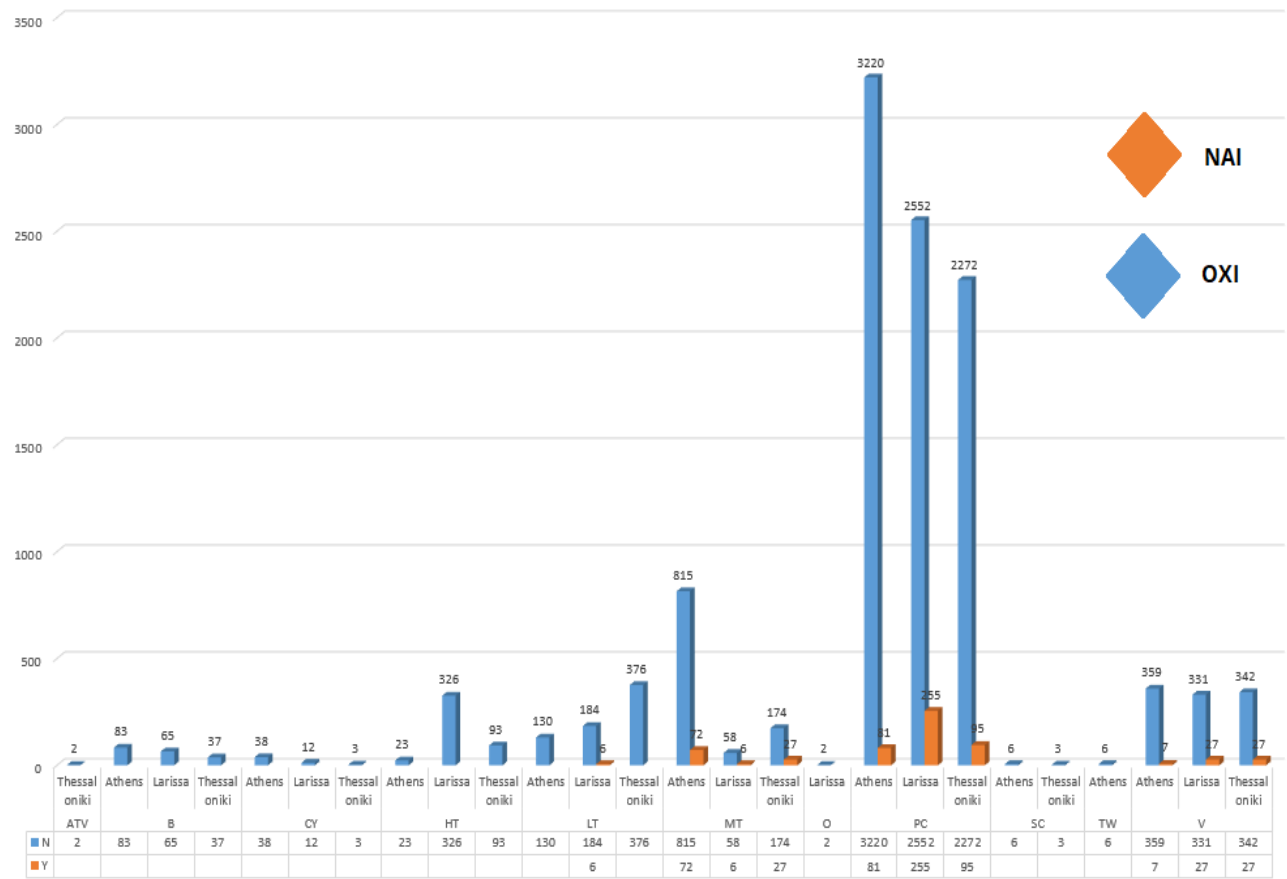
Σχήμα 4.6 – Speeding ανάλογα το όχημα και την πόλη (Σενάριο 2 – Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω)



Σχήμα 4.7 – Speeding ανάλογα το όχημα και τον τύπο οδού (Σενάριο 3 – Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 20km/h και άνω)



Σχήμα 4.8 – Speeding ανάλογα το όχημα και τις καιρικές συνθήκες (Σενάριο 3 – Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 20km/h και άνω)



Σχήμα 4.9 – Speeding ανάλογα το όχημα και την πόλη
(Σενάριο 3 – Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 20km/h και άνω)

Πίνακας 4.7 Speeding ανά τύπο οχήματος

Τύπος Οχήματ	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Επιβατικό	2915	5560	8475	1297	7178	8475	431	8044	8475
Μοτοσυκλέτες	495	657	1152	232	920	1152	105	1047	1152
Βαν	359	734	1093	182	911	1093	61	1032	1093
ΗΤ+LT	205	933	1138	32	1106	1138	6	1132	1138
Άλλο	23	234	257	7	250	257	0	257	257
Σύνολο	3997	8118	12115	1750	10365	12115	603	11512	12115

Πίνακας 4.8 Speeding ανά τύπο οδού

Τύπος Οδού	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Αστική	2902	3731	6633	1301	5332	6633	451	6182	6633
Υπεραστική	686	2557	3243	322	2921	3243	107	3136	3243
Αυτοκινητόδρομο	409	1830	2239	127	2112	2239	45	2194	2239
Σύνολο	3997	8118	12115	1750	10365	12115	603	11512	12115

Πίνακας 4.9 Speeding ανά μέρα της εβδομάδας

Μέρα εβδομάδ	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Καθημερινή	3228	6504	9732	1511	8221	9732	547	9185	9732
Σαββατοκύριακ	769	1614	2383	239	2144	2383	56	2327	2383
Σύνολο	3997	8118	12115	1750	10365	12115	603	11512	12115

Πίνακας 4.10 Speeding ανά καιρικές συνθήκες

Καιρικές Συνθή	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Καλές	3721	6227	9948	1662	8286	9948	581	9367	9948
Βροχή	175	1332	1507	50	1457	1507	13	1494	1507
Ομίχλη	64	283	347	29	318	347	8	339	347
Αέρας	37	276	313	9	304	313	1	312	313
Σύνολο	3997	8118	12115	1750	10365	12115	603	11512	12115

Πίνακας 4.11 Speeding ανά πόλη

Πόλη	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Αθήνα	1279	3561	4840	479	4361	4840	160	4680	4840
Θεσσαλονίκη	1049	2402	3451	471	2980	3451	149	3302	3451
Λάρισα	1669	2155	3824	800	3024	3824	294	3530	3824
Σύνολο	3997	8118	12115	1750	10365	12115	603	11512	12115

Πίνακας 4.12 Speeding ανά τύπο οχήματος (%)

Τύπος Οχήματ	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Επιβατικό	34%	66%	100%	15%	85%	100%	5%	95%	100%
Μοτοσυκλέτες	43%	57%	100%	20%	80%	100%	9%	91%	100%
Βαν	33%	67%	100%	17%	83%	100%	6%	94%	100%
ΗΤ+LT	18%	82%	100%	3%	97%	100%	1%	99%	100%
Άλλο	9%	91%	100%	3%	97%	100%	0%	100%	100%

Πίνακας 4.13 Speeding ανά τύπο οδού (%)

Τύπος Οδού	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Αστική	44%	56%	100%	20%	80%	100%	7%	93%	100%
Υπεραστική	21%	79%	100%	10%	90%	100%	3%	97%	100%
Αυτοκινητόδρομο	18%	82%	100%	6%	94%	100%	2%	98%	100%

Πίνακας 4.14 Speeding ανά μέρα της εβδομάδας (%)

Μέρα εβδομάδ	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Καθημερινή	33%	67%	100%	17%	83%	100%	6%	94%	100%
Σαββατοκύριακ	32%	68%	100%	13%	87%	100%	2%	98%	100%
Σύνολο	33%	67%	100%	17%	83%	100%	6%	94%	100%

Πίνακας 4.15 Speeding ανά καιρικές συνθήκες (%)

Καιρικές Συνθήκες	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Καλές	37%	63%	100%	17%	83%	100%	6%	94%	100%
Βροχή	12%	88%	100%	3%	97%	100%	1%	99%	100%
Ομίχλη	18%	82%	100%	8%	92%	100%	2%	98%	100%
Αέρας	12%	88%	100%	3%	97%	100%	0%	100%	100%

Πίνακας 4.16 Speeding ανά πόλη (%)

Πόλη	Speeding			Speeding +10			Speeding +20		
	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο	Ναι	Όχι	Σύνολο
Αθήνα	26%	74%	100%	10%	90%	100%	3%	97%	100%
Θεσσαλονίκη	30%	70%	100%	14%	86%	100%	4%	96%	100%
Λάρισα	44%	56%	100%	21%	79%	100%	8%	92%	100%

Πίνακας 4.17 Speeding ανά τύπο οχήματος και τύπο οδού

	Speeding							
	Ναι				Όχι			
	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο
Τύπος Οχήματος								
Επιβατικό	2118	519	278	2915	2575	1940	1045	5560
Μοτοσυκλετες	489	6	0	495	606	49	2	657
Βαν	228	117	14	359	267	269	198	734
HT+LT	61	32	112	205	129	256	548	933
Άλλο	6	12	5	23	154	43	37	234
Σύνολο	2902	686	409	3997	3731	2557	1830	8118
	Speeding +10							
	Ναι				Όχι			
	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο
Τύπος Οχήματος								
Επιβατικό	940	235	122	1297	3753	2224	1201	7178
Μοτοσυκλετες	226	6	0	232	869	49	2	920
Βαν	110	70	2	182	385	316	210	911
HT+LT	22	7	3	32	168	281	657	1106
Άλλο	4	4	0	8	158	48	43	249
Σύνολο	1302	322	127	1751	5333	2918	2113	10364
	Speeding +20							
	Ναι				Όχι			
	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο
Τύπος Οχήματος								
Επιβατικό	308	79	44	431	4385	2380	1279	8044
Μοτοσυκλέτες	102	3	0	105	993	52	2	1047
Βαν	38	23	0	61	457	363	212	1032
HT+LT	3	2	1	6	187	286	659	1132
Άλλο	0	0	0	0	160	55	42	257
Σύνολο	451	107	45	603	6182	3136	2194	11512

Πίνακας 4.18 Speeding ανά τύπο οχήματος και τύπο οδού (%)

	Speeding							
	Ναι				Όχι			
	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο
Τύπος Οχήματος								
Επιβατικό	73%	18%	10%	100%	46%	35%	19%	100%
Μοτοσυκλετες	99%	1%	0%	100%	92%	7%	0%	100%
Βαν	64%	33%	4%	100%	36%	37%	27%	100%
HT+LT	30%	16%	55%	100%	14%	27%	59%	100%
Άλλο	26%	52%	22%	100%	66%	18%	16%	100%
	Speeding +10							
	Ναι				Όχι			
	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο
Τύπος Οχήματος								
Επιβατικό	72%	18%	9%	100%	52%	31%	17%	100%
Μοτοσυκλετες	97%	3%	0%	100%	94%	5%	0%	100%
Βαν	60%	38%	1%	100%	42%	35%	23%	100%
HT+LT	69%	22%	9%	100%	15%	25%	59%	100%
Άλλο	50%	50%	0%	100%	63%	19%	17%	100%
	Speeding +20							
	Ναι				Όχι			
	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο	Αστική	Υπεραστική	Αυτοκινητόδρομ	Σύνολο
Τύπος Οχήματος								
Επιβατικό	71%	18%	10%	100%	55%	30%	16%	100%
Μοτοσυκλετες	97%	3%	0%	100%	95%	5%	0%	100%
Βαν	62%	38%	0%	100%	44%	35%	21%	100%
HT+LT	50%	33%	17%	100%	17%	25%	58%	100%
Άλλο	0%	0%	0%	100%	62%	21%	16%	100%

5. Εφαρμογή Μεθοδολογίας – Αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας των μοντέλων στατιστικής ανάλυσης και τα αποτελέσματα αυτών. Στόχος της ανάλυσης αυτής ήταν η ανάλυση των χαρακτηριστικών υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές που επιλέχθηκαν. Για το σκοπό αυτό, όπως έχει ήδη αναφερθεί και προηγουμένως, αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Το πρώτο μοντέλο λαμβάνει υπόψιν τις πραγματικές συνθήκες, όσον αφορά στα πραγματικά όρια ταχύτητας ανά θέση μέτρησης. Στα επόμενα δύο μοντέλα, λαμβάνεται υπόψιν η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω και κατά 20Km/h και άνω αντίστοιχα.

Για την επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών, διεξήχθη μία σειρά από δοκιμές με διαφορετικούς συνδυασμούς μεταβλητών, με σκοπό να επιλεχθούν εκείνες που ήταν στατιστικά καταλληλότερες για την ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων.

5.2 Ανάπτυξη Μοντέλων Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

Λόγω της διακριτής φύσης όλων των μεταβλητών, είναι αναγκαίο για τη συγκεκριμένη στατιστική μέθοδο όλες οι μεταβλητές να έχουν υποστεί την κωδικοποίηση που αναφέρεται στο Κεφάλαιο 4.

Ως εξαρτημένη μεταβλητή και για τα τρία σενάρια, επιλέχθηκε η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας(speeding), και ως ανεξάρτητες: ο τύπος οχήματος (veh_type), ο τύπος οδού(road_type), οι καιρικές συνθήκες(weather_conditions), η χρονική περίοδος της εβδομάδας(time_period) και τέλος η πόλη(city).

5.2.1 Binary Logistic Regression Model 1 – Speeding

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-2.58418	0.11104	-23.273	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.28674	0.08110	3.536	<0.001	1.33
Βαν	-0.05473	0.08908	-0.614	0.538	0.95
Φορτηγά	-0.43551	0.10224	-4.260	<0.001	0.65
Άλλο	-2.02808	0.26838	-7.557	<0.001	0.13
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.85900	0.07397	25.130	<0.001	6.42
Θεσσαλονίκη	1.10682	0.06918	15.999	<0.001	3.02
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	0.03920	0.09509	0.412	0.680	1.04
Αστική Οδός	1.82786	0.09921	18.425	<0.001	6.22
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές Καιρικές Συνθήκες	-0.48883	0.09666	-5.057	<0.001	0.61
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-0.17688	0.06610	-2.676	0.007	0.84

Πίνακας 5.1 – Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση των ορίων ταχύτητας.

5.2.1.1 Στατιστικοί δείκτες μοντέλου

Δείκτης AIC: **9920.2302**

McFadden PseudoR²: **0,141**

Δείκτης VIF :

Οι τιμές όλων των μεταβλητών προέκυψαν μικρότερες του 2, γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Ακρίβεια (Accuracy):

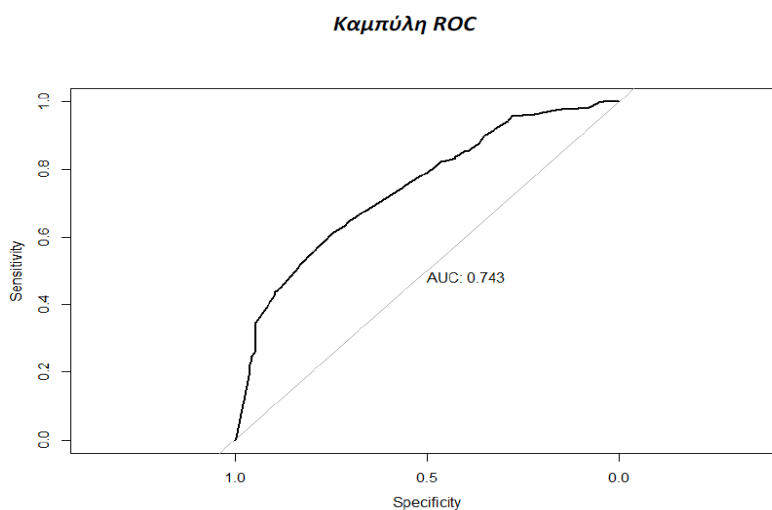
Η εξίσωση που προέκυψε από το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, δοκιμάστηκε σειριακά στο 25% των δεδομένων (test set) και προέκυψε ο εξής πίνακας αποτελεσμάτων.

Predicted	Actual	
	0	1
0	1816	567
1	214	432

Πίνακας 5.2 – Αποτελέσματα πίνακα ακρίβειας

Προέκυψε **ακρίβεια 74%**.

Καμπύλη ROC & Και AUC(Area Under Curve)



Εικόνα 5.1 – Καμπύλη ROC

Η τιμή του AUC προέκυψε 0.743, ενδεικτικές τιμές του AUC για μία καλή πρόβλεψη: 0.7-0.8.

5.2.1.2 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου μοντέλου προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι μοτοσυκλέτες παρουσιάζουν 33% μεγαλύτερη πιθανότητα να υπερβούν το όριο ταχύτητας σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα
- Τα οχήματα κατηγορίας 4, δηλαδή τα **βαρέα και τα ελαφρά φορτηγά, είναι 35% λιγότερο πιθανό** να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα.
- Οι **λοιποί τύποι οχημάτων είναι 87% λιγότερο πιθανό** να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με το όχημα αναφοράς.
- Οι οδηγοί των οχημάτων στη **Λάρισα, είναι 6.42 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς στην Αθήνα.
- Οι οδηγοί των οχημάτων στη **Θεσσαλονίκη, είναι 3.02 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς στην Αθήνα.
- Όσον αφορά στους τύπους οδών, οι οδηγοί **αστικών οδών είναι 6.22 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς αυτοκινητοδρόμων.
- Σχετικά με την επίδραση των καιρικών συνθηκών στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, εκτιμήθηκε πως είναι 39% λιγότερο πιθανό ένας οδηγός να υπερβεί το όριο όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ενώ παρατηρήθηκε επίσης πως η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας είναι 14% πιο πιθανή τις καθημερινές.

5.2.2 Binary Logistic Regression Model 2 – Speeding +10Km/h

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-3.50175	0.15950	-21,954	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.40427	0.10038	4.028	<0.001	1.5
Βαν	0.15507	0.10567	1.468	0.142	1.17
Φορτηγά	-1.45005	0.20897	-6.939	<0.001	0.23
Άλλο	-1.78711	0.42224	-4.232	<0.001	0.17
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.61653	0.08535	18.941	<0.001	5.04
Θεσσαλονίκη	1.25912	0.09186	13.707	<0.001	3.52
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	0.23678	0.14695	1.611	0.107	1.27
Αστική Οδός	1.52591	0.14386	10.607	<0.001	4.6
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές καιρικές Συνθήκες	-0.72472	0.16575	-4.372	<0.001	0.48
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-0.72285	0.09976	-7.246	<0.001	0.49

Πίνακας 5.4 – Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ορίου ταχύτητας κατά 10km/h και άνω.

5.2.2.1 Στατιστικοί Δείκτες Μοντέλου

Δείκτης AIC: **6600,9642**

McFadden Pseudo R^2 : **0,123**

Δείκτης VIF :

Οι τιμές όλων των μεταβλητών προέκυψαν μικρότερες του 2, γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Ακρίβεια (Accuracy):

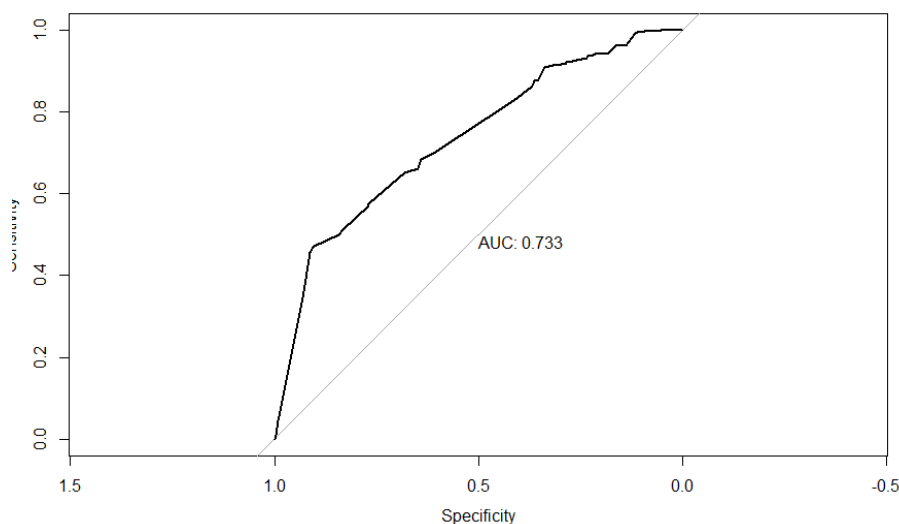
Η εξίσωση που προέκυψε από το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, δοκιμάστηκε σειριακά στο 25% των δεδομένων (test set) και προέκυψε ο εξής πίνακας αποτελεσμάτων.

Predicted	Actual	
	0	1
0	2368	238
1	223	200

Πίνακας 5.5 – Αποτελέσματα πίνακα ακρίβειας

Προέκυψε **ακρίβεια 84,78%**.

Καμπύλη ROC & Και AUC(Area Under Curve)



Εικόνα 5.2 – Καμπύλη ROC

Η τιμή του AUC προέκυψε 0.733.

5.2.2.2 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου μοντέλου προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι μοτοσυκλέτες παρουσιάζουν 50% μεγαλύτερη πιθανότητα να υπερβούν το όριο ταχύτητας σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα
- Τα οχήματα κατηγορίας 4, δηλαδή τα **βαρέα και τα ελαφρά φορτηγά, είναι 77% λιγότερο πιθανό** να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα.
- Οι **λοιποί τύποι οχημάτων είναι 83% λιγότερο πιθανό** να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με το όχημα αναφοράς.
- Οι οδηγοί των οχημάτων στη **Λάρισα, είναι 5.04 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς στην Αθήνα.
- Οι οδηγοί των οχημάτων στη **Θεσσαλονίκη, είναι 3.52 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς στην Αθήνα.
- Όσον αφορά στους τύπους οδών, οι οδηγοί αστικών οδών **είναι 4.6 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς αυτοκινητοδρόμων.
- Σχετικά με την επίδραση των καιρικών συνθηκών στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, εκτιμήθηκε πως είναι 52% λιγότερο πιθανό ένας οδηγός να υπερβεί το όριο όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ενώ παρατηρήθηκε επίσης πως η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας είναι 51% λιγότερο πιθανή τις καθημερινές.

5.2.3 Binary Logistic Regression Model 3 – Speeding + 20

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-4.2664	0.2442	-17.472	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.8151	0.1452	5.615	<0.001	2.26
Βαν	0.1004	0.1663	0.604	0.546	1.11
Φορτηγά	-2.3047	0.5108	-4.512	<0.001	0.1
Άλλο	-14.5677	279.7704	-0.052	0.958	0
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.6674	0.1341	12.437	<2e-16	5.3
Θεσσαλονίκη	1.2805	0.1520	8.422	<2e-16	3.6
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	-0.2682	0.2302	-1.165	0.243	0.76
Αστική Οδός	0.9412	0.2163	4.351	<0.001	2.56
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές καιρικές Συνθήκες	-0.9406	0.2940	-3.200	0.001	0.39
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-1.0183	0.1777	-5.730	<0.001	0.36

Πίνακας 5.6 – Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ορίου ταχύτητας κατά 20km/h και άνω.

5.2.3.1 Στατιστικοί Δείκτες Μοντέλου

Δείκτης AIC: **3211.7663**

McFadden Pseudo R^2 : **0.112**

Δείκτης VIF :

Οι τιμές όλων των μεταβλητών προέκυψαν μικρότερες του 2, γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών

Ακρίβεια (Accuracy):

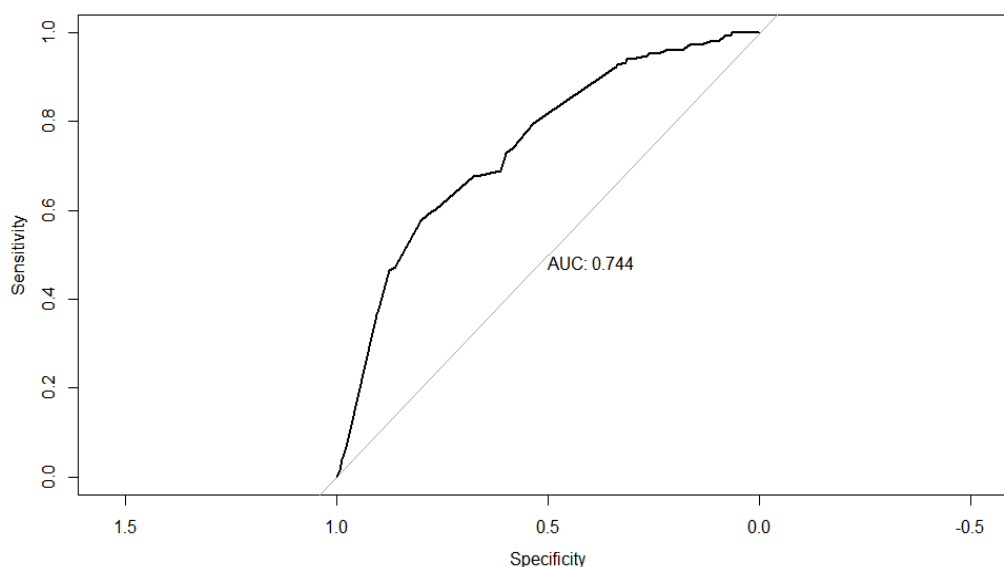
Η εξίσωση που προέκυψε από το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, δοκιμάστηκε σειριακά στο 25% των δεδομένων (test set) και προέκυψε ο εξής πίνακας αποτελεσμάτων.

Predicted	Actual	
	0	1
0	2518	81
1	360	70

Πίνακας 5.5 – Αποτελέσματα πίνακα ακρίβειας

Προέκυψε **ακρίβεια 85.44%**.

Καμπύλη ROC & Και AUC (Area Under Curve)



Εικόνα 5.3 – Καμπύλη ROC

Η τιμή του AUC προέκυψε 0.744.

5.2.3.2 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου μοντέλου προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι μοτοσυκλέτες είναι 2.26 φορές πιο πιθανό να υπερβούν το όριο ταχύτητας σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα
- Τα οχήματα κατηγορίας 4, δηλαδή τα **βαρέα και τα ελαφρά φορτηγά, είναι 90% λιγότερο πιθανό** να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα.
- Οι οδηγοί των οχημάτων στη **Λάρισα**, είναι **5.3 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς στην Αθήνα.
- Οι οδηγοί των οχημάτων στη **Θεσσαλονίκη**, είναι **3.6 φορές πιο πιθανό να υπερβούν** τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς στην Αθήνα.
- Όσον αφορά στους τύπους οδών, οδηγοί αστικών οδών είναι 2.56 φορές πιο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς αυτοκινητοδρόμων.
- Σχετικά με την επίδραση των καιρικών συνθηκών στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, εκτιμήθηκε πως είναι 61% λιγότερο πιθανό ένας οδηγός να υπερβεί το όριο όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ενώ παρατηρήθηκε επίσης πως η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας είναι 64% λιγότερο πιθανή τις καθημερινές.

5.3 Σχετική Επιρροή Ανεξάρτητων Μεταβλητών Μοντέλων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστές β _i			Σχετική Επιρροή e*			Ελαστικότητα e		
	Speedin g	Speeding +10	Speeding +20	Speedin g	Speeding +10	Speeding +20	Speedin g	Speeding +10	Speeding +20
Κατηγορία Αναφοράς: Επιβατικά ΙΧ									
Μοτοσυκλέτες	0,29	0,40	0,82	1,76	1,00	1,77	0,17	0,36	1,07
Vans	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαρέα και ελαφρά Φορτηγά	-0,44	-1,45	-2,30	-2,39	-2,03	-1,52	-0,23	-0,73	-0,92
Λοιποί τύποι οχημάτων	-2,03	-1,79	-	-8,03	-2,25	-	-0,78	-0,81	-
Κατηγορία Αναφοράς : Αθήνα									
Λάρισα	1,86	1,62	1,67	15,50	6,42	5,79	1,50	2,29	3,50
Θεσσαλονίκη	1,11	1,26	1,28	7,58	3,86	3,24	0,73	1,38	1,96
Κατηγορία Αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι									
Υπεραστική Οδός	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αστική Οδός	1,83	1,53	0,94	21,18	6,77	2,35	2,04	2,42	1,42
Κατηγορία Αναφοράς: Ευνοϊκός Καιρός									
Λοιπές καιρικές συνθήκες	-0,49	-0,72	-0,94	-2,67	-1,28	-1,00	-0,26	-0,46	-0,60
Κατηγορία Αναφοράς: Καθημερινές									
Σαββατοκύριακα	-0,18	-0,72	-1,02	-1,00	-1,25	-1,04	-0,10	-0,45	-0,63

Με βάση το 1^ο μοντέλο που αφορά στην παραβίαση των ορίων ταχύτητας, συμπεραίνουμε ότι η αστική οδός επηρεάζει την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας 21.18 φορές περισσότερο σε σχέση με τα Σαββατοκύριακα. Αξιοσημείωτες επίσης είναι οι επιρροές της Λάρισας και της 7.58 Θεσσαλονίκης με 15.50 και φορές περισσότερο αντίστοιχα.

Επιπρόσθετα, με βάση το 2^ο μοντέλο που αφορά στην παραβίαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω, συμπεραίνουμε ότι η αστική οδός επηρεάζει την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας 6.77 φορές περισσότερο σε σχέση με τις μοτοσυκλέτες. Αξιοσημείωτες επίσης είναι οι επιρροές της Λάρισας και της Θεσσαλονίκης με 6.42 και 3.86 φορές περισσότερο αντίστοιχα.

Επιπρόσθετα, με βάση το 3^ο μοντέλο που αφορά στην παραβίαση των ορίων ταχύτητας κατά 20km/h και άνω, συμπεραίνουμε ότι η αστική οδός επηρεάζει την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας 2.35 φορές περισσότερο σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες. Αξιοσημείωτες επίσης είναι οι επιρροές της Λάρισας και της Θεσσαλονίκης με 5.79 και 3.24 φορές περισσότερο αντίστοιχα.

6. Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε **η ανάλυση των χαρακτηριστικών υπέρβασης ορίων ταχύτητας στην Ελλάδα** με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων. Για το σκοπό αυτό, όπως έχει ήδη αναφερθεί και προηγουμένως, αναπτύχθηκαν τρία μοντέλα διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Το πρώτο μοντέλο λαμβάνει υπόψιν τις πραγματικές συνθήκες, όσον αφορά στα πραγματικά όρια ταχύτητας ανά θέση μέτρησης. Στα επόμενα δύο μοντέλα, λαμβάνεται υπόψιν η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω και κατά 20Km/h και άνω αντίστοιχα.

Η συλλογή δεδομένων έγινε από την ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου το χρονικό διάστημα 18 Νοεμβρίου - 7 Δεκεμβρίου 2021, πραγματοποιώντας **μετρήσεις πεδίου δοκιμών** για τέσσερις βασικούς δείκτες οδικής ασφάλειας (ταχύτητα, χρήση ζώνης ασφαλείας, χρήση προστατευτικού εξοπλισμού και απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω συσκευών χειρός)

Οι μετρητές χρησιμοποίησαν δύο φορητά καταγραφικά ταχύτητας οχημάτων ώστε να καταστούν δυνατές οι μετρήσεις ταχύτητας, επιτρέποντάς τους να παρατηρούν τη στιγμιαία ταχύτητα των διερχόμενων οχημάτων. Δεδομένου ότι τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του δρόμου και του οδικού περιβάλλοντος επηρεάζουν τις ταχύτητες με τις οποίες οι οδηγοί χειρίζονται τα οχήματά τους, επιλέχθηκαν όσο τον δυνατόν κατάλληλες τοποθεσίες για μετρήσεις ταχύτητας σε συνθήκες ελεύθερης κυκλοφορίας.

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-2.58418	0.11104	-23.273	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλότες	0.28674	0.08110	3.536	<0.001	1.33
Βαν	-0.05473	0.08908	-0.614	0.538	0.95
Φορτηγά	-0.43551	0.10224	-4.260	<0.001	0.65
Άλλο	-2.02808	0.26838	-7.557	<0.001	0.13
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.85900	0.07397	25.130	<0.001	6.42
Θεσσαλονίκη	1.10682	0.06918	15.999	<0.001	3.02
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	0.03920	0.09509	0.412	0.680	1.04
Αστική Οδός	1.82786	0.09921	18.425	<0.001	6.22
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές Καιρικές Συνθήκες	-0.48883	0.09666	-5.057	<0.001	0.61
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-0.17688	0.06610	-2.676	0.007	0.84

Πίνακας 6.1 – Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση των ορίων ταχύτητας

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-3.50175	0.15950	-21,954	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.40427	0.10038	4.028	<0.001	1.5
Βαν	0.15507	0.10567	1.468	0.142	1.17
Φορτηγά	-1.45005	0.20897	-6.939	<0.001	0.23
Άλλο	-1.78711	0.42224	-4.232	<0.001	0.17
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.61653	0.08535	18.941	<0.001	5.04
Θεσσαλονίκη	1.25912	0.09186	13.707	<0.001	3.52
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	0.23678	0.14695	1.611	0.107	1.27
Αστική Οδός	1.52591	0.14386	10.607	<0.001	4.6
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές καιρικές Συνθήκες	-0.72472	0.16575	-4.372	<0.001	0.48
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-0.72285	0.09976	-7.246	<0.001	0.49

Πίνακας 6.2 – Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ορίου ταχύτητας κατά 10km/h και άνω.

Independent Variables	Beta Estimate	S.E	Z-Value	P(> z)	Adj. Odds Ratio
Σταθερός Όρος	-4.2664	0.2442	-17.472	<0.001	
Κατηγορία Αναφοράς:	Επιβατικά ΙΧ				
Μοτοσυκλέτες	0.8151	0.1452	5.615	<0.001	2.26
Βαν	0.1004	0.1663	0.604	0.546	1.11
Φορτηγά	-2.3047	0.5108	-4.512	<0.001	0.1
Άλλο	-14.5677	279.7704	-0.052	0.958	0
Κατηγορία Αναφοράς:	Αθήνα				
Λάρισα	1.6674	0.1341	12.437	<2e-16	5.3
Θεσσαλονίκη	1.2805	0.1520	8.422	<2e-16	3.6
Κατηγορία Αναφοράς:	Αυτοκινητόδρομος				
Υπεραστική Οδός	-0.2682	0.2302	-1.165	0.243	0.76
Αστική Οδός	0.9412	0.2163	4.351	<0.001	2.56
Κατηγορία Αναφοράς:	Ευνοϊκές Καιρικές Συνθήκες				
Λοιπές καιρικές Συνθήκες	-0.9406	0.2940	-3.200	0.001	0.39
Κατηγορία Αναφοράς:	Καθημερινές				
Σαββατοκύριακα	-1.0183	0.1777	-5.730	<0.001	0.36

Πίνακας 6.3 – Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ορίου ταχύτητας κατά 20km/h και άνω.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστές β _i			Σχετική Επιρροή ε*			Ελαστικότητα ε		
	Speedin g	Speeding +10	Speeding +20	Speedin g	Speeding +10	Speeding +20	Speedin g	Speeding +10	Speeding +20
Κατηγορία Αναφοράς: Επιβατικά ΙΧ									
Μοτοσυκλέτες	0,29	0,40	0,82	1,76	1,00	1,77	0,17	0,36	1,07
Vans	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαρέα και ελαφρά Φορτηγά	-0,44	-1,45	-2,30	-2,39	-2,03	-1,52	-0,23	-0,73	-0,92
Λοιποί τύποι οχημάτων	-2,03	-1,79	-	-8,03	-2,25	-	-0,78	-0,81	-
Κατηγορία Αναφοράς : Αθήνα									
Λάρισα	1,86	1,62	1,67	15,50	6,42	5,79	1,50	2,29	3,50
Θεσσαλονίκη	1,11	1,26	1,28	7,58	3,86	3,24	0,73	1,38	1,96
Κατηγορία Αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι									
Υπεραστική Οδός	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αστική Οδός	1,83	1,53	0,94	21,18	6,77	2,35	2,04	2,42	1,42
Κατηγορία Αναφοράς: Ευνοϊκός Καιρός									
Λοιπές καιρικές συνθήκες	-0,49	-0,72	-0,94	-2,67	-1,28	-1,00	-0,26	-0,46	-0,60
Κατηγορία Αναφοράς: Καθημερινές									
Σαββατοκύριακα	-0,18	-0,72	-1,02	-1,00	-1,25	-1,04	-0,10	-0,45	-0,63

Πίνακας 6.4 - Σχετική Επιρροή Ανεξάρτητων Μεταβλητών Μοντέλων

6.2 Συνολικά Συμπεράσματα

- Οι οδηγοί μοτοσυκλέτας είναι περισσότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων. Παρατηρήθηκε μάλιστα πως όσο αυξάνεται ο βαθμός παραβατικότητας, τόσο εντείνεται η παραβατική συμπεριφορά των μοτοσυκλετιστών συγκριτικά με τα επιβατικά αυτοκίνητα. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι οι μοτοσυκλετιστές μέσω της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας αναζητούν τον ενθουσιασμό και την αύξηση της αδρεναλίνης πράγμα το οποίο συσχετίζεται με το φύλο και την ηλικία των οδηγών, οι οποίοι κατά κύριο λόγο είναι νέοι και άνδρες.
- Οι οδηγοί φορτηγών είναι λιγότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων. Παρατηρήθηκε πως όσο αυξάνεται ο βαθμός παραβατικότητας, τόσο μειώνεται η τάση για παραβατική συμπεριφορά των οδηγών φορτηγών. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα φορτηγά έχουν χαμηλότερο ανώτατο όριο ανάπτυξης υψηλών ταχυτήτων κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα και επιπλέον οι επαγγελματίες οδηγοί ενδεχομένως να αντιλαμβάνονται σε μεγαλύτερο βαθμό τους κινδύνους της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας.
- Όσον αφορά στους υπόλοιπους τύπους οχημάτων, ήτοι ποδήλατα, scooters, τρίκυκλα, ATVs, λεωφορεία κ.λπ., τα οποία λόγω του μικρού τους δείγματος ομαδοποιήθηκαν στην κατηγορία «λοιπά οχήματα», παρατηρήθηκε πως οι οδηγοί τους παρουσιάζουν μικρότερη πιθανότητα να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους οδηγούς των επιβατικών οχημάτων.
- Στις αστικές οδούς, παρατηρήθηκε πως είναι πιο πιθανό οι οδηγοί να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τους αυτοκινητοδρόμους. Ένας πιθανός λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είναι πως κατά μέσο όρο στους αυτοκινητοδρόμους τα όρια ταχύτητας είναι πολύ μεγαλύτερα σε σχέση με αυτά των αστικών οδών και οι οδηγοί είναι πιο συγκρατημένοι στο να αναπτύξουν πάρα πολύ υψηλές ταχύτητες.
- Στην περίπτωση υπέρβασης των ορίων ταχύτητας κατά 10km/h και άνω, η επιρροή των αστικών οδών στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας είναι μεγαλύτερη. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι οδηγοί γνωρίζοντας ότι έχουν ξεπεράσει τα αναγραφόμενα όρια, αλλά θεωρώντας ότι βρίσκονται εντός των νόμιμων-αποδεκτών υπερβάσεων, τείνουν να εξαντλούν το περιθώριο ανάπτυξης ταχύτητας. Ενώ, στην περίπτωση υπέρβασης των ορίων ταχύτητας κατά 20km/h και άνω, η επιρροή των αστικών οδών στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας μειώνεται σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι οδηγοί βρίσκονται σε αστικό περιβάλλον το οποίο δεν επιτρέπει την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας σε πολύ μεγάλο βαθμό εξαιτίας της έντονης κυκλοφοριακής συμφόρησης, της ύπαρξης φωτεινών σηματοδοτών, διαβάσεων πεζών κλπ.

- Σε ομιχλώδεις, βροχερές ή ανεμώδεις καιρικές συνθήκες, παρατηρήθηκε πως είναι λιγότερο πιθανό οι οδηγοί να υπερβούν τα όρια ταχύτητας συγκριτικά με τις ευνοϊκές/καλές καιρικές συνθήκες. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί είναι πιο συντηρητικοί με γνώμονα την αποφυγή εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα λόγω χάρη εξαιτίας μειωμένης ορατότητας ή υψηλότερης ολισθηρότητας του οδοστρώματος.
- Τα Σαββατοκύριακα, παρατηρήθηκε πως οι οδηγοί είναι λιγότερο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με τις καθημερινές. Ταυτόχρονα, όσο αυξάνεται ο βαθμός παραβατικότητας, τόσο μειώνεται η τάση υπέρβασης των ορίων ταχύτητας συγκριτικά με τις καθημερινές. Αυτό ίσως συμβαίνει διότι τα Σαββατοκύριακα οι διαδρομές των οδηγών γίνονται ως επί το πλείστον για λόγους αναψυχής, πιθανώς εκτός πόλεως κι ενδεχομένως σε αυτοκινητοδρόμους, στους οποίους η πιθανότητα υπέρβασης των ορίων ταχύτητας είναι χαμηλότερη.
- Τέλος, παρατηρήθηκε πως σε Λάρισα και Θεσσαλονίκη, οι οδηγοί των οχημάτων είναι πιο πιθανό να υπερβούν τα όρια ταχύτητας σε σχέση με την Αθήνα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ύπαρξη μεγαλύτερου κυκλοφοριακού φόρτου στην Αθήνα, στις διαφορετικές οδηγικές συνήθειες των κατοίκων αλλά ενδεχομένως και στην περισσότερο αντιληπτή αίσθηση επιτήρησης στην πρωτεύουσα.

6.3 Προτάσεις

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της εν λόγω Διπλωματικής Εργασίας, σχετικά με τα χαρακτηριστικά υπέρβασης του ορίου ταχύτητας στην Ελλάδα, παρουσιάζεται μια σειρά προτάσεων, που ενδεχομένως μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς όσον αφορά στην παραβίαση των ορίων ταχύτητας και κατ' επέκταση στην πρόκληση οδικών ατυχημάτων.

- Από την πλευρά της Πολιτείας προτείνεται να γίνεται συστηματικότερος έλεγχος, τόσο με μηχανικά μέσα όσο και με φυσική παρουσία των ελεγκτικών προσώπων και κυρίτερα εντός των αστικών οδών. Ταυτόχρονα προτείνεται η εφαρμογή αυστηρότερης νομοθεσίας όσον αφορά στην επιβολή κυρώσεων για οδηγούς που υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας.
- Συστήνεται επίσης να γίνουν εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των οδηγών, για τη σημαντική επιρροή των υψηλών ταχυτήτων στον κίνδυνο πρόκλησης οδικών ατυχημάτων.
- Προτείνεται η θέσπιση ενός συστήματος επιβράευσης των υποδειγματικών οδηγών με μειωμένα ασφάλιστρα από τις ασφαλιστικές εταιρίες. Μέσω της υιοθέτησης αυτής της στρατηγικής, δίνεται το οικονομικό κίνητρο στους οδηγούς να οδηγούν χωρίς να υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας, κάνοντας έτσι το οδικό περιβάλλον πιο ασφαλές τόσο για τους ίδιους όσο και για το κοινωνικό σύνολο.
- Προτείνεται επίσης η μείωση των ορίων ταχύτητας καθολικά σε όλους τους τύπους οδών αλλά και ειδικά εντός των πόλεων. Αποτέλεσμα αυτού θα είναι ένα ασφαλέστερο οδικό περιβάλλον, τόσο για τους οδηγούς, όσο και για τους πεζούς. Ταυτόχρονα, οι χαμηλότερες ταχύτητες κίνησης μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων και επομένως την κατανάλωση καυσίμων.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

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

- Αρχικά, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα οδηγών και τοποθεσιών. Η επέκταση των μετρήσεων και σε άλλες πόλεις τις χώρας θα είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μοντέλων που ενδεχομένως θα είχαν ισχυρότερη συσχέτιση με τις μεταβλητές, ενώ τα συμπεράσματα που θα προέκυπταν θα ήταν πιο αντιπροσωπευτικά για το σύνολο της χώρας.
- Ενδιαφέρον θα είχε επίσης η συσχέτιση του φύλου και της ηλικίας με την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας, καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, το φύλο και η ηλικία επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την οδηγική συμπεριφορά.
- Δεδομένου ότι στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, το σύνολο των μετρήσεων συλλέχθηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενδιαφέρον θα είχε η συλλογή στοιχείων κατά τη διάρκεια της νύχτας, με σκοπό τη συσχέτιση της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και με την ώρα της ημέρας. Το βράδυ η οδήγηση λαμβάνει χώρα σε οδούς με μικρότερο κυκλοφοριακό φόρτο, ενώ ταυτόχρονα είναι πιο πιθανό ο οδηγός να βρίσκεται υπό την επήρεια μέθης.
- Μέσω της χρήσης ερωτηματολογίων για τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων και σε συνδυασμό με μετρήσεις πεδίου, θα μπορούσαμε να διερευνήσουμε την επιρροή της ύπαρξης ή μη συνοδηγού αλλά και της οδηγικής εμπειρίας αυτού, στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας.
- Επίσης, ενδιαφέρον θα είχε και η δοκιμή διαφορετικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης με σκοπό την ανάπτυξη μοντέλων που ενδεχομένως δίνουν εξίσου σημαντικά αποτελέσματα.
- Τέλος, ενδιαφέρουσα θα ήταν και η διερεύνηση της επιρροής του βαθμού φθοράς του οδοστρώματος στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας. Με κατάλληλη βαθμονόμηση των φθορών στο οδόστρωμα, καθίσταται δυνατή η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων που συσχετίζουν το speeding με το βαθμό φθοράς οδοστρώματος.

7. Βιβλιογραφία

- [1] NTUA Road Safety Observatory (2022). Slight increase in road fatalities in 2021, Greece. Last accessed on 10/7/2022. Retrieved from: <https://www.nrso.ntua.gr/slight-increase-in-road-fatalities-in-2021-greece/>
- [2] European Commission (2022). Road safety in the EU: fatalities in 2021 remain well below pre-pandemic level. Last accessed on 10/7/2022. Retrieved from: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2012?utm_source=ETSC&utm_campaign=6c0ca7be89-20200709-PIN_corona_briefing_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_3a7b55edbf-6c0ca7be89-103253801
- [3] NTUA Road Safety Observatory (2019). Road fatalities by transport mode, Greece 2019. Last accessed on 10/7/2022. Retrieved from <https://www.nrso.ntua.gr/road-fatalities-by-transport-mode-greece-2019>
- [4] *Understanding — ‘Wald Test’*. *About: | by Analyttica Datalab | Medium*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from <https://medium.com/@analyttica/understanding-wald-test-2e3fa7723516>
- [5] *Confusion Matrix in R | A Complete Guide - JournalDev*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from <https://www.journaldev.com/46732/confusion-matrix-in-r>
- [6] Sim, J., & Wright, C. C. (2005). The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Physical Therapy*, 85(3), 257–268. <https://doi.org/10.1093/ptj/85.3.257>
- [7] *Akaike Information Criterion - an overview | ScienceDirect Topics*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/akaike-information-criterion>
- [8] *Hosmer–Lemeshow test - Wikipedia*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Hosmer%E2%80%93Lemeshow_test
- [9] *Multicollinearity - Wikipedia*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Multicollinearity>
- [10] *Receiver operating characteristic - Wikipedia*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Receiver_operating_characteristic
- [11] Veall, M. R., & Zimmermann, K. F. (1996). PSEUDO-R² MEASURES FOR SOME COMMON LIMITED DEPENDENT VARIABLE MODELS. *Journal of Economic Surveys*, 10(3), 241–259. <https://doi.org/10.1111/J.1467-6419.1996.TB00013.X>
- [12] *Variance inflation factor - Wikipedia*. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/Variance_inflation_factor
- [13] Tzoutzoulis, D., Yannis, G. (2020). Speeding critical factors using data from smartphones.
- [14] Kalpaxidi, E., Yannis, G. (2016). Analysis of aggressive driving characteristics in Greece.
- [15] Vanlaar, W., Simpson, H., Mayhew, D., & Robertson, R. (2008). Aggressive driving: A survey of attitudes, opinions and behaviors. *Journal of Safety Research*, 39(4), 375–381. <https://doi.org/10.1016/J.JSR.2008.05.005>
- [16] Tseng, C. M. (2013). Speeding violations related to a driver’s social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan’s male population. *Safety Science*, 57, 236–242. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2013.02.005>

- [17] Pei, X., Wong, S. C., & Sze, N. N. (2012). The roles of exposure and speed in road safety analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 464–471. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2012.03.005>
- [18] Ellison, A. B., & Greaves, S. (n.d.). *Driver Characteristics and Speeding Behaviour*.
- [19] Habtemichael, F. G., & de Picado Santos, L. (2014). Crash risk evaluation of aggressive driving on motorways: Microscopic traffic simulation approach. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 23, 101–112. <https://doi.org/10.1016/J.TRF.2013.12.022>
- [20] Maroney, S., Dewar, R (1987). Alternatives to enforcement in modifying the speeding behavior of drivers. *Transportation Research Record*, 1111, 121–126. <http://pubsindex.trb.org/view.as>
- [21] Javid, M. A., & Al-Hashimi, A. R. (2019). Significance of attitudes, passion and cultural factors in driver’s speeding behavior in Oman: application of theory of planned behavior. <https://doi.org/10.1080/17457300.2019.1695632>, 27(2), 172–180. <https://doi.org/10.1080/17457300.2019.1695632>
- [22] Pires, C., Torfs, K., Areal, A., Goldenbeld, C., Vanlaar, W., Granié, M. A., Stürmer, Y. A., Usami, D. S., Kaiser, S., Jankowska-Karpa, D., Nikolaou, D., Holte, H., Kakinuma, T., Trigoso, J., van den Berghe, W., & Meesmann, U. (2020). Car drivers’ road safety performance: A benchmark across 32 countries. *IATSS Research*, 44(3), 166–179. <https://doi.org/10.1016/J.IATSSR.2020.08.002>