



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής

ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ



Διπλωματική Εργασία

Παναγιωτοπούλου Μικαέλα

Επιβλέπων:

Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2019

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, την υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία μας.

Οφείλω, επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Διδάκτορα ΕΜΠ για τη βοήθεια, την υποστήριξη και τις αμέριστες συμβουλές που μοιράστηκε μαζί μου.

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

Αθήνα, Μαρτίος 2019

Μικαέλα Παναγιωτοπούλου

Αυτοαξιολόγηση Και Οδική Συμπεριφορά

Παναγιωτοπούλου Μικαέλα

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Σύνοψη:

Ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η συσχέτιση της αυτοαξιολόγησης και λοιπών χαρακτηριστικών των οδηγών με παραμέτρους της οδικής τους συμπεριφορά. Για την επίτευξη αυτού του στόχου πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης και συλλογή ερωτηματολογίων σε δείγμα 125 οδηγών. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια ομαδοποιήθηκαν με τη μέθοδο της ανάλυσης παραγόντων. Έπειτα αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης. Από την εφαρμογή των μοντέλων προκύπτει ότι οι οδηγοί που αυτοαξιολόγησαν θετικά τις ικανότητες οδήγησής τους οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα και εμφανίζουν μικρούς χρόνους αντίδρασης. Γενικά, οι οδηγοί είχαν ρεαλιστικές εκτιμήσεις για τις οδηγικές τους ικανότητες με εξαίρεση τις ικανότητες τους για ασφαλή οδήγηση οι οποίες είναι: η επαρκής απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, η προσαρμογή της ταχύτητας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις, η τήρηση των ορίων ταχύτητας.

Λέξεις Κλειδιά: αυτοαξιολόγηση, προσομοιωτής οδήγησης, ταχύτητα, απόσταση από προπορευόμενο όχημα, χρόνος αντίδρασης, οδική συμπεριφορά, γραμμική παλινδρόμηση

Self-assessment and Road Behavior

Panagiotopoulou Mikaela

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

Abstract:

The aim of the Diploma Thesis is to relate self-assessment and other characteristics of drivers with parameters of their road behavior. To achieve this goal, a pilot simulator experiment was conducted and a questionnaire was filled in a sample of 125 drivers. The collected data from the questionnaires were grouped using the factor analysis method. Subsequently, linear regression model was developed. The application of the models revealed that the drivers who have positively self-assessed their driving abilities drive faster and showcase speedy reaction time. The drivers in general, evaluated realistically their driving skills with an exception when it came to the safety driving measures which were: keeping an adequate headway from the vehicle in front, accurately adjusting their speed on different driving conditions, maintaining speed limits.

Keywords: self-assessment, driving simulator, speed, headway, reaction time, road behavior, linear regression

Περίληψη

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **συσχέτιση της αυτοαξιολόγησης και λοιπών χαρακτηριστικών των οδηγών με παραμέτρους της οδικής τους συμπεριφορά** με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης και ερωτηματολογίων. Συγκεκριμένα, θα περιγράφει ο ρόλος και η επιρροή ικανοτήτων οδήγησης που αυτοαξιολογήθηκαν από τους οδηγούς και μεταβλητών που εξήχθησαν από τον προσομοιωτή (π.χ μέση ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης κλπ.) στον τρόπο οδήγησης. Ακόμα, θα ερευνηθούν λοιπές μεταβλητές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδηγού όπως είναι η οδηγική εμπειρία, η ηλικία και το φύλο.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη **βιβλιογραφική** ανασκόπηση για τον καλύτερο προσδιορισμό και κατανόηση του προβλήματος. Για τη **συλλογή** των απαραίτητων στοιχείων πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης καθώς και συμπλήρωση ερωτηματολογίων σε δείγμα 125 οδηγών.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε **ανάλυση παραγόντων** για τη μείωση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια. Μέσω της ανάλυσης αυτής καθορίστηκαν οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι προσδιορίζουν την οδική συμπεριφορά.

Για τη διερεύνηση της συσχέτισης αυτοαξιολόγησης και οδικής συμπεριφοράς επιλέχθηκε η **μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης**. Στον προσομοιωτή οδήγησης πραγματοποιήθηκαν 12 δοκιμές από κάθε οδηγό με διαφορετικά χαρακτηριστικά η κάθε μια. Το **βασικό σενάριο** που έδωσε τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα είναι εκείνο σε αγροτική περιοχή, με μέτριο φόρτο και χωρίς απόσπαση προσοχής. Παρουσιάζονται τα κυρίαρχα μοντέλα.

AverageSpeed= 49,497 + 44,171***StdLateralPosition**
+ 1,622* **Odigikes_ikanotites** – 0,428* **Age** + 0,241* **Driving Experience**

HWayAverage= 981,725 - 11,850***AverageSpeed** - 13,750***Asfalis_odigisi**
- 44,178* **Mesilikoi**

AverReact= 2094.388+ 95.144***Diskolies_odigisis** – 19.814***AverageSpeed**
+ 281.177***Gender**

Επιπλέον, υπολογίσθηκε ο **βαθμός επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών των παραπάνω μοντέλων στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών (Xi).

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και των τριών προτύπων και περιλαμβάνει τους **συντελεστές β_i** και τις τιμές της σχετικής επιρροής **e_i** και **e_i*** των ανεξάρτητων μεταβλητών τους.

Πίνακας: Συγκεντρωτικός πίνακας στατιστικών μοντέλων

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			
		β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*	β_i	t	e_i	e_i^*
Συνεχείς	Διακύμανση πλευρικής απόστασης οχήματος	44,171	4,557	0,27	2,7								
	Ηλικία	-0,428	-3,498	-0,44	-4,4								
	Εμπειρία στην οδήγηση	0,241	1,766	0,1	1								
	Μέση ταχύτητα οδήγησης					-11,9	-11,5	-1,17		-19,81	-3,56	-0,68	-17
Factor	Οδηγικές ικανότητες	1,622	1,902										
Διακριτές	Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις	0,273		0,013	1								
	Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο	0,117		0,008	1								
	Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση	0,183		0,015	1,5								
	Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε	0,172		0,014	1,5								
	Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε	0,126		0,01	1,25								
	Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο	0,157		0,013	1,25								
	Η προσπέραση, αν χρειάζεται	0,126		0,011	1,5								
	Να οδηγείτε στο σκοτάδι	0,243		0,018	1,5								
Factor	Ασφαλής οδήγηση					-13,8	-1,7						
Διακριτές	Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι					0,391		-0,03	1				
	Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις					0,37		-0,03	1				
	Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας					0,421		-0,04	1				
Factor	Δυσκολίες στην οδήγηση									95,14	1,976		
Διακριτές	Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα									0,165		0,012	1,5
	Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων									0,169		0,01	1,25
	Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση									0,132		0,008	1
	Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες									0,157		0,011	1,25
	Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής									0,164		0,01	1,25
	Καθυστέρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος									0,157		0,01	1,25
	Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας									0,149		0,01	1,25
	Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας									0,154		0,012	1,5
	Μεσήλικοι					-44,2	-2,67	-0,04	1,2				
	Φύλο									281,2	2,836	0,28	34,2

Έτσι, **τα γενικά συμπεράσματα** συνοψίζονται όπως παρακάτω:

- Σχετικά με το **μέγεθος της ταχύτητας**, όσο πιο ικανός είναι ένας οδηγός αισθάνεται μεγαλύτερη εμπιστοσύνη και ασφάλεια για την οδήγησή του και κατά συνέπεια οδηγεί με μεγαλύτερη ταχύτητα.
- Η **μεγάλη** διακυμανση της θεσης του οχήματος στον άξονα της οδού επιφέρει **αύξηση της ταχύτητας**. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι οι οδηγοί που τείνουν να μην διατηρούν μια σταθερή πορεία στον άξονα της οδού δηλαδή έχουν αυξομειώσεις της πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή, εμφανίζονται με περισσότερη αυτοπεποίθηση ως προς τις οδηγικές τους ικανότητες και έχουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά με αποτέλεσμα να οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα.
- **Οι νεαροί οδηγοί** αναπτύσσουν **υψηλότερες ταχύτητες** κατά τη διάρκεια της οδήγησής τους από τους γηραιότερους. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι νεαροί οδηγοί συνήθως παρουσιάζουν μια πιο ριψοκίνδυνη οδηγική συμπεριφορά σε σχέση με τις άλλες ηλικιακές ομάδες
- Ταυτόχρονα, οδηγοί με **περισσότερα χρόνια οδήγησης αναπτύσσουν υψηλές ταχύτητες** καθώς έχουν μεγαλύτερη εμπειρία , αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια και οικειότητα με το οδικό περιβάλλον.
- Σχετικά με το **μέγεθος της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα** προκύπτει ότι αύξηση της ταχύτητας οδήγησης επιφέρει μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Το παραπάνω αποτέλεσμα κρίνεται εύλογο καθώς οι οδηγοί που αφήνουν μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά η οποία συνδέεται με αύξηση της ταχύτητας οδήγησης.
- Οι **μεσήλικες (35-60 ετών) οδηγούν με μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** σε σχέση με τους νέους και τους ηλικιωμένους. Το πιο πάνω συμπέρασμα μπορεί να εξηγηθεί από το ότι η οι μεσήλικες οδηγοί έχουν μεγάλη εμπιστοσύνη στις οδηγικές τους ικανότητες και αφήνουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα θεωρώντας ότι θα αντιδράσουν έγκαιρα αν προκύψει κάτι.
- Σχετικά με το **χρόνο αντίδρασης**, όσο περισσότερο δυσκολεύεται ένας οδηγός στην οδήγησή του τόσο αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασής του.
- Οι οδηγοί που οδηγούν με **υψηλές ταχύτητες** εμφανίζουν **μικρότερο χρόνο αντίδρασης** καθώς βρίσκονται σε εγρήγορση και οδηγούν πιο συγκεντρωμένα.
- Οι **άνδρες** εμφανίζονται με γρηγορότερα αντανakλαστικά και κατ'επέκταση με **χαμηλότερους χρόνους αντίδρασης** σε απρόοπτα συμβάντα από τις γυναίκες.

- Οι οδηγοί είχαν **ρεαλιστικές εκτιμήσεις** για τις οδηγικές τους ικανότητες **με εξαίρεση** τις ικανότητες τους για ασφαλή οδήγηση οι οποίες είναι: η επαρκής απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, η προσαρμογή της ταχύτητας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις, η τήρηση των ορίων ταχύτητας.
- Τα **στατιστικά μοντέλα** που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα καθώς και το χρόνο αντίδρασης, αποδείχθηκαν κατάλληλα για τις συγκεκριμένες αναλύσεις και την επίτευξη των στόχων της Διπλωματικής Εργασίας αυτής.
- Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού και των οδηγών.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Γενική ανασκόπηση	1
1.1.1	Οδικά Ατυχήματα	1
1.1.2	Τα οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη.....	1
1.1.3	Τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα.....	3
1.1.4	Τα αίτια των οδικών ατυχημάτων	5
1.2	Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας.....	5
1.3	Μεθοδολογία	6
1.4	Δομή.....	7
2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
2.1	Εισαγωγή.....	9
2.2	Συναφείς Έρευνες.....	9
2.2.1	Self-assessment of driving skill – A review from a measurement perspective (2008)	9
2.2.2	The relation between self-reported driving style and driving behavior. A simulator study (2018).....	10
2.2.3	Self-assessment of older drivers with brain pathologies: reported habits and self-regulation of driving (2017)	10
2.2.4	Accuracy of young male drivers - self-assessments of driving skill (2017)	11
2.2.5	Comparing drivers' self-perception on driving behaviour changes with real world driving performance data: Lisbon case-study (2018).....	12
2.2.6	Comparing the self-assessed and examiner-assessed driving skills of Japanese driving school students (2012).....	13
2.2.7	Self-assessed driver competence among novice drivers – a comparison of driving test candidate assessments and examiner assessments in a Dutch and Finnish sample (2009)	14
2.3	Σύνοψη	15
3	Θεωρητικό Υπόβαθρο	17
3.1	Γενικά	17
3.1.1	Βασικές έννοιες Στατιστικής	17
3.1.2	Συσχέτιση Μεταβλητών.....	18
3.2	Βασικές Κατανομές	19
3.2.1	Κανονική Κατανομή	19
3.2.2	Κατανομή Poisson	19
3.2.3	Αρνητική Διωνυμική Κατανομή	20
3.3	Ομαδοποίηση Μεταβλητών	21

3.3.1 Ανάλυση Παραγόντων(Factor Analysis)	21
3.3.2 Το Ορθογώνιο Μοντέλο Ανάλυσης Παραγόντων	21
3.3.3 Έλεγχος Συσχετίσεων	22
3.3.4 Αριθμός και εκτίμηση των παραγόντων	22
3.3.5 Περιστροφή.....	23
3.3.6 Factor Scores	24
3.4 Στατιστικά Μοντέλα	24
3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση	24
3.4.2 Λογαριθμογραμμική Παλινδρόμηση.....	26
3.4.3 Εικονικές μεταβλητές ή ψευδομεταβλητές (dummy variables).....	26
3.5 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου	27
3.5.1 Συντελεστές Εξίσωσης.....	27
3.5.2 Μη Συσχέτιση Ανεξάρτητων Μεταβλητών.....	27
3.5.3 Ελαστικότητα	27
3.5.4 Στατιστική Σημαντικότητα	27
3.5.5 Συντελεστής Προσαρμογής R^2	28
3.5.6 Μέθοδος Μέγιστης Πιθανοφάνειας	29
3.6 Λειτουργία του Στατιστικού Λογισμικού	29
4 Συλλογή και Επεξεργασία στοιχείων	31
4.1 Εισαγωγή	31
4.2 Πείραμα σε Προσομοιωτή Οδήγησης	31
4.2.1 Σχεδιασμός Πειράματος.....	33
4.2.2 Τυχαιοποίηση Δοκιμών	37
4.3 Ερωτηματολόγια.....	39
4.4 Δείγμα	40
4.4.1 Κριτήρια Αποκλεισμού	40
4.4.2 Χαρακτηριστικά Δείγματος.....	40
4.5 Επεξεργασία Δεδομένων	42
4.5.1 Βάση Δεδομένων	42
4.5.2 Επίπεδα Επεξεργασίας Βάσης Δεδομένων	43
4.6 Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS	43
5 Εφαρμογή Μεθοδολογίας και Αποτελέσματα.....	45
5.1 Ανάλυση Παραγόντων.....	45
5.1.1 Επιλογή των Μεταβλητών	45
5.1.2 Ποιότητα δεδομένων	49

5.1.3 Εξαγωγή Παραγόντων (Factor Extraction)	50
5.1.4 Επιλογή μεθόδου Περιστροφής (Rotation)	53
5.1.5 Αποτελέσματα Ανάλυσης Παραγόντων.....	54
5.2 Γραμμική Παλινδρόμηση.....	57
5.2.1 Δεδομένα Εισόδου.....	57
5.2.2 Έλεγχος Συσχέτισης.....	57
5.2.3 Διαδικασία Γραμμικής Παλινδρόμησης.....	59
5.2.4 Δοκιμές Γραμμικής Παλινδρόμησης.....	60
5.3 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για τη μέση ταχύτητα οδήγησης	62
5.3.1 Καθορισμός μεταβλητών	62
5.3.2 Περιγραφή Αποτελεσμάτων του μοντέλου.....	65
5.3.3 Σχετική επιρροή των μεταβλητών	66
5.3.4 Ανάλυση ευαισθησίας	68
5.4 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.....	70
5.4.1 Καθορισμός μεταβλητών	70
5.4.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	73
5.4.3 Σχετική επιρροή των μεταβλητών	74
5.4.4 Ανάλυση ευαισθησίας	75
5.5 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για το χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν	77
5.5.1 Καθορισμός μεταβλητών	77
5.5.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	79
5.5.3 Σχετική επιρροή των μεταβλητών	81
5.5.4 Ανάλυση ευαισθησίας	82
6 Συμπεράσματα.....	84
6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων	84
6.2 Συνολικά Συμπεράσματα	86
6.3 Προτάσεις για τη Βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας.....	87
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	88
7 Βιβλιογραφία	89

1 Εισαγωγή

1.1 Γενική ανασκόπηση

1.1.1 Οδικά Ατυχήματα

Ως **οδικό τροχαίο** ατύχημα ορίζεται κάθε συμβάν που συντελείται στους δρόμους δημόσιας χρήσης από ένα ή περισσότερα κινούμενα οχήματα και που προκαλεί το θάνατο ή τον τραυματισμό ενός ή περισσότερων προσώπων. Τα τροχαία ατυχήματα χαρακτηρίζονται ως θανατηφόρα ή σωματικών βλαβών.

Τα οδικά τροχαία ατυχήματα αποτελούν μια από τις **κυριότερες αιτίες θανάτου** και πρόκλησης μόνιμης αναπηρίας παγκοσμίως. Η νεαρή ηλικία, η υπερεκτίμηση των οδηγικών ικανοτήτων, η χρήση οινόπνευματος ή εξαρτησιογόνων ουσιών, καθώς και η χρήση κινητού τηλεφώνου, αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες κινδύνου πρόκλησης τροχαίου ατυχήματος. Επιπλέον, χαρακτηριστικά που αφορούν στο όχημα και στο οδόστρωμα σε συνδυασμό με τους παραπάνω παράγοντες ενδεχομένως να συμβάλλουν στην πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων.

Στη σύγχρονη εποχή, η περαιτέρω πρόοδος στον τομέα των μεταφορών αποτελεί αντικείμενο της επιστήμης του συγκοινωνιολόγου μηχανικού και έχει στόχο την παροχή ασφαλών, γρήγορων, οικονομικών και άνετων μετακινήσεων. Αν και έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για τη μείωση των οδικών ατυχημάτων εκτιμάται διεθνώς ότι χάνονται **1,35 εκατομμύρια ζωές ετησίως** (WHO, 2018), εκ των οποίων περίπου οι μισοί είναι «ευάλωτοι χρήστες του οδικού δικτύου»: πεζοί, ποδηλάτες και μοτοσικλετιστές.

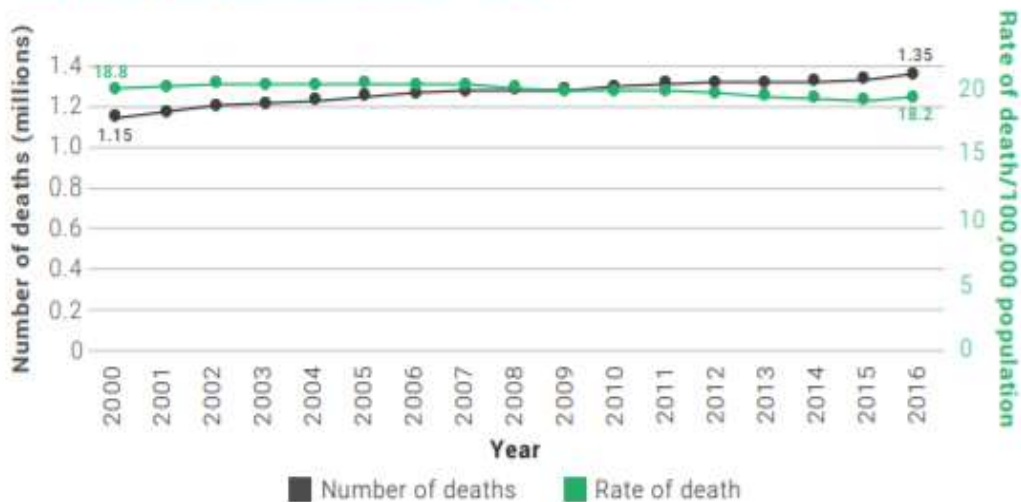
1.1.2 Τα οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμός Υγείας (WHO, 2018)¹, η **Ευρώπη** έχει τα χαμηλότερα ποσοστά θανάτων από τροχαία ατυχήματα τα οποία κυμαίνονται από **15,6 και 9,3 θανάτους ανά 100.000** κατοίκους αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, σκοτώνονται περισσότερα παιδιά και νέοι ηλικίας 5-29 ετών σε τροχαία από οποιαδήποτε άλλη αιτία. Κατά μέσο όρο, οι πεζοί και οι ποδηλάτες αντιπροσωπεύουν το 26% όλων των θανάτων, ενώ αυτοί με τη χρήση μηχανοκίνητων δίκυκλων και τρίκυκλων οχημάτων αποτελούν ένα άλλο 28%. Οι επιβαίνοντες στο αυτοκίνητο αποτελούν το 29% όλων των θανάτων και το υπόλοιπο 17% είναι άγνωστοι χρήστες του δρόμου. Οι συνέπειες των ατυχημάτων είναι σχεδόν δύο φορές πιο σοβαρές για τους πεζούς και τους επιβάτες αυτοκινήτων.

Ο αριθμός των θανάτων από τροχαία ατυχήματα εξακολουθεί να ανεβαίνει, φθάνοντας 1,35 εκατομμύρια το 2016, ενώ τα ποσοστά θανάτου σε σχέση με το μέγεθος του παγκόσμιου πληθυσμού σταθεροποιήθηκε τα τελευταία χρόνια. Η πρόοδος που έχει επιτευχθεί σε αρκετές χώρες για τη σταθεροποίηση των θανάτων από τροχαία ατυχήματα δεν έχει συμβεί με ένα αρκετά γρήγορο ρυθμό για να αντισταθμίσει τον

αυξανόμενο πληθυσμό και τον μεγάλο αριθμό μεταφορών που πραγματοποιείται στον κόσμο. Με αυτόν τον ρυθμό, ο **στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης να μειώσει κατά το ήμισυ τον αριθμό των θανάτων από τροχαία ατυχήματα κατά 2020** δεν θα τηρηθεί.

Figure 1: Number and rate of road traffic death per 100,000 population: 2000–2016



Διάγραμμα 1.1.: Αριθμός και ποσοστό θανάτων από τροχαία ατυχήματα ανά 100.000 πληθυσμού: 2000-2016

Πηγή: WHO , 2018

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Παρατηρητηρίου Οδικής Ασφάλειας της ΕΕ , δώδεκα χώρες έχουν **καλύτερες επιδόσεις** από τον μέσο όρο της ΕΕ, δηλαδή τη Σουηδία, το Ηνωμένο Βασίλειο, τις Κάτω Χώρες, τη Δανία, την Ιρλανδία, την Εσθονία, τη Γερμανία, τη Φινλανδία. Η Ελλάδα κατέλαβε την 23η θέση το 2017. Η Εσθονία παρουσίασε τη μεγαλύτερη μείωση των θανάτων από τροχαία ατυχήματα (64%) την τελευταία δεκαετία, ακολουθούμενη από τη Λιθουανία (57%), ενώ η μέση μείωση κατά 10 έτη στην ΕΕ είναι 38% και στην Ελλάδα 51% .

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2016
AT	82	76	66	62	63	54	51	56	50	47	-42.7%
BE	88	88	77	80	69	65	65	65	56	55	-37.5%
BG	141	121	105	89	82	83	91	98	99	96	-31.9%
CY	106	89	73	85	59	51	52	67	54	62	-41.5%
CZ	104	86	77	67	71	62	65	70	58	54	-48.1%
DE	54	51	45	50	45	41	42	43	39	38	-29.6%
DK	74	55	48	40	30	34	32	31	37	32	-56.8%
EE	99	75	59	76	66	61	59	51	54	36	-63.6%
ES	68	59	52	44	41	36	36	36	39	40	-41.2%
FI	65	52	50	54	47	48	42	49	47	39	-40.0%
FR	67	66	62	61	56	50	51	52	54	53	-20.9%
GR	140	131	115	98	89	80	73	73	76	69	-50.7%
HR	154	127	99	97	92	86	73	82	73	80	-48.1%
HU	99	82	74	64	61	60	63	65	62	64	-35.4%
IE	63	53	46	41	35	41	42	36	39	33	-47.6%
IT	81	72	66	64	63	57	56	56	54	56	-30.9%
LT	155	116	95	97	101	86	91	83	66	67	-56.8%
LU	72	97	64	64	65	84	64	64	56	47	-34.7%
LV	144	117	103	86	88	99	106	95	80	70	-51.4%
MT	37	51	36	51	22	40	24	26	51	43	16.2%
NL	46	44	39	40	34	28	28	31	31	31	-32.6%
PL	143	120	103	110	94	88	84	77	80	75	-47.6%
PT	84	80	80	74	68	61	61	57	54	62	-26.2%
RO	148	137	117	100	102	93	91	95	97	98	-33.8%
SE	43	39	28	34	30	27	28	27	27	25	-41.9%
SI	106	84	67	69	63	61	52	58	63	50	-52.8%
SK	113	71	69	61	65	46	54	51	51	57	-49.6%
UK	44	38	31	31	28	28	29	28	28	27	-38.6%
EU	79	71	63	61	56	51	51	51	50	49	-38.0%

Πίνακας 1.1: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων από το 2007 μέχρι το 2016 στην Ε.Ε.

Πηγή: European Commission

1.1.3 Τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα

Οι θάνατοι στην οδική κυκλοφορία στην Ελλάδα το 2017 παρουσίασαν **σημαντική μείωση (10%)** σε σύγκριση με τα 2016, σύμφωνα με πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία της ΕΛΣΑΤ. Η σημαντική αυτή μείωση οφείλεται όχι μόνο στο γεγονός ότι η Ελλάδα βρίσκεται ακόμη υπό οικονομική κρίση αλλά και κυρίως λόγω του γεγονότος ότι κατά το πρώτο εξάμηνο του 2017 έχουν ανοίξει περισσότερα από 500 χιλιόμετρα σε νέους ή αναβαθμισμένους αυτοκινητοδρόμους, με υψηλά ποσοστά θανάτων από τροχαία ατυχήματα.

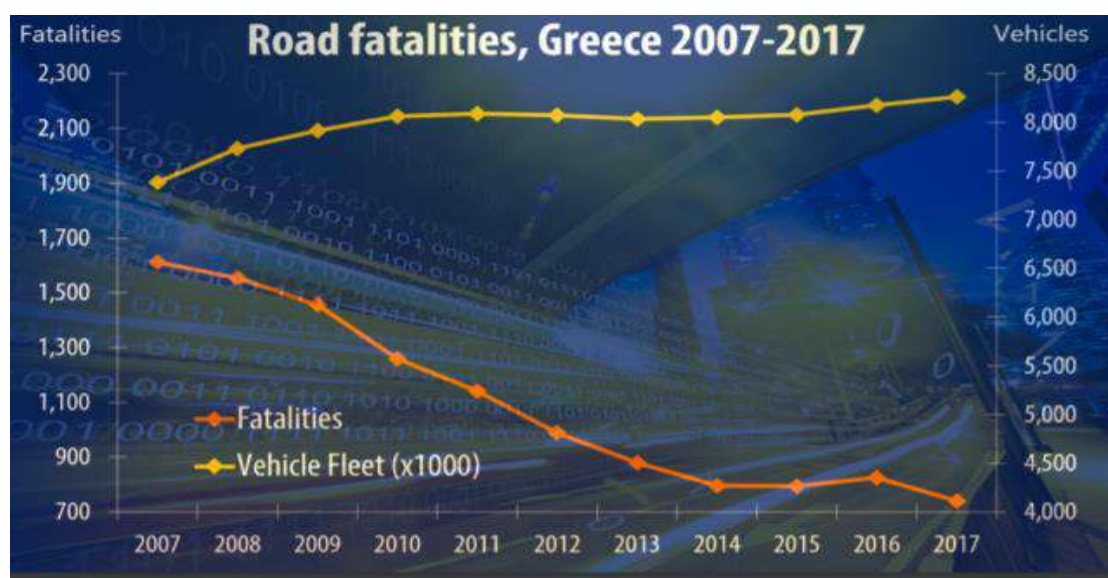
Κατά την τελευταία δεκαετία, η **Ελλάδα** παρουσιάζει μία από τις σημαντικότερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με μείωση των τροχαίων

ατυχημάτων κατά 54% και μείωση των σοβαρών τραυματισμών κατά 62%. Ο ρυθμός θανάτων ανά εκατομμύριο οχημάτων μειώθηκε κατά 59% από το 2007.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017/2007
Injury Road accidents	15,499	15,083	14,789	15,032	13,849	12,398	12,109	11,690	11,440	11,318	10,729	-31%
Fatalities	1,612	1,553	1,456	1,258	1,141	988	879	795	793	824	739	-54%
Serious Injuries	1,821	1,872	1,676	1,709	1,626	1,399	1,212	1,016	999	879	702	-61%
Slight Injuries	17,945	17,138	16,965	17,399	15,633	14,241	13,963	13,548	13,097	12,946	12,181	-32%
Vehicle Fleet (x1000)	7,380	7,729	7,911	8,062	8,087	8,070	8,035	8,048	8,076	8,173	8,263	12%
Fatalities per million vehicles	218	201	184	156	141	122	109	99	98	101	89	-59%
Speed infringements	353,133	349,417	330,186	263,382	238,033	186,675	178,816	156,892	173,476	176,592	214,132	-39%
Drink & drive infringements	45,668	47,257	45,901	38,033	34,992	30,707	30,853	29,597	29,191	33,192	33,620	-26%
Seat belt infringements	107,112	86,353	77,274	49,703	37,120	33,722	35,478	34,526	29,611	34,831	32,500	-70%
Helmet infringements	97,953	94,530	78,453	51,526	47,250	47,736	58,122	54,354	52,783	63,971	60,142	-39%

Πίνακας 1.2 :Βασικά στοιχεία για την οδική ασφάλεια στην Ελλάδα 2007-2017

Πηγή: ELSTAT



Διάγραμμα 1.2: Αριθμός θανάσιμων τροχαίων ατυχημάτων και οχημάτων στην Ελλάδα 2007-2017

Πηγή: ELSTAT

1.1.4 Τα αίτια των οδικών ατυχημάτων

Τρεις είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στην οδική ασφάλεια, κατά σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας:

- το **όχημα** (τεχνική διαμόρφωση και εξοπλισμός, ενεργητική και παθητική ασφάλεια),
- η **οδός με το περιβάλλον της** (γεωμετρικά χαρακτηριστικά, κατασκευαστική διαμόρφωση, επίπεδο συντήρησης, εξοπλισμός, τοπικές κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας, καιρικές συνθήκες), και
- ο **χρήστης της οδού** (εμπειρία, ψυχικές και κοινωνικές ιδιαιτερότητες καθώς επίσης πρότυπα συμπεριφοράς)

Η **συμπεριφορά του οδηγού** αποτελεί την κύρια αιτία για ποσοστό 65-95% των οδικών ατυχημάτων (Salmon et al. 2011) και περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό παραγόντων που μπορούν να αποτελούν αιτίες ατυχημάτων (Lee et al. 2008):

- **Επικίνδυνες ενέργειες** (υψηλή ταχύτητα, παραβάσεις κυκλοφορίας κ.α.),
- Οδηγικό **λάθος** ή αντίδραση (απώλεια ελέγχου οχήματος, αδυναμία τήρησης αποστάσεων ασφαλείας, απότομο φρενάρισμα κ.α.)
- **Συμπεριφορά** ή απειρία (επιθετική οδήγηση, νευρικότητα, αβεβαιότητα κ.α.)
- **Απόσπαση της προσοχής** του οδηγού
- **Κούραση**
- **Κατανάλωση αλκοόλ**

Ειδικά για την **απόσπαση της προσοχής** του οδηγού, δεδομένου ότι πολλές από τις πηγές απόσπασης προσοχής είναι τυπικό μέρος της καθημερινής διαδικασίας οδήγησης (Stutts et al., 2001), καθώς και ότι αυτές αναμένεται να αυξηθούν με την υιοθέτηση όλο και περισσότερων νέων τεχνολογιών και τη τοποθέτηση συσκευών και ανιχνευτών εντός του οχήματος (Olsen et al. 2005), η περαιτέρω διερεύνηση των επιπτώσεων στη συμπεριφορά του οδηγού, στην κυκλοφορία και στην οδική ασφάλεια κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.

1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **συσχέτιση της αυτοαξιολόγησης και λοιπών χαρακτηριστικών των οδηγών με παραμέτρους της οδικής τους συμπεριφορά** με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης και ερωτηματολογίων.

Συγκεκριμένα, θα περιγράφει **ο ρόλος και η επιρροή** ικανοτήτων οδήγησης που αυτοαξιολογήθηκαν από τους οδηγούς και μεταβλητών που εξήχθησαν από τον

προσομοιωτή (π.χ μέση ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης κλπ.) στον τρόπο οδήγησης. Ακόμα, θα ερευνηθούν λοιπές μεταβλητές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδηγού όπως είναι η οδηγική εμπειρία, η ηλικία και το φύλο.

Για τον σκοπό αυτό **απαιτείται η χρήση ερωτηματολογίων για την αυτοαξιολόγηση των ικανοτήτων οδήγησης, η χρήση προσομοιωτή οδήγησης για την συλλογή παραμέτρων οδήγησης** (π.χ μέση ταχύτητα, απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, χρόνος αντίδρασης κλπ.) και η εφαρμογή **κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης των δεδομένων**. Επομένως, επιμέρους **στόχος της διπλωματικής εργασίας** αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός **μαθηματικού μοντέλου**, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση ανάμεσα στις διάφορες παραμέτρους που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά.

Εκτιμάται ότι, **τα αποτελέσματα που θα προκύψουν** με το τέλος της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την κατανόηση της **σχέσης** των διάφορων παραμέτρων που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά, υποβοηθώντας με τον τρόπο αυτό στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας με επεμβάσεις στη συμπεριφορά του οδηγού και στη διαχείριση της οδικής ασφάλειας γενικότερα.

1.3 Μεθοδολογία

Αρχικά μετά την οριστικοποίηση του επιδιωκόμενου στόχου πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση** τόσο σε ελληνική όσο και σε διεθνή βιβλιογραφία. Στη φάση αυτή πραγματοποιήθηκε αναζήτηση παρεμφερών ερευνών, επιστημονικών άρθρων καθώς και γενικών πληροφοριών σχετικά με το εξεταζόμενο αντικείμενο που θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμες για τη συγκεκριμένη έρευνα. Μέσω των ερευνών αυτών καταβλήθηκε προσπάθεια να αποκτηθεί μια σχετική εμπειρία στην επεξεργασία τέτοιων θεμάτων, καθώς επίσης και να αποφασιστεί η μέθοδος με βάση την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των στοιχείων και να επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος.

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του τρόπου συλλογής των στοιχείων. Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα στον προσομοιωτή που διαθέτε το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο συνδυασμός της μεθόδου των **ερωτηματολογίων** και της συλλογής στοιχείων μέσω του λειτουργικού συστήματος του **προσομοιωτή**, αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή. Ακολούθησε η επιλογή της μεθόδου στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS.

Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, στο πλαίσιο της οποίας έγινε η

σύγκριση της δηλωθείσας και της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς των οδηγών. Τέλος, προέκυψαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.



Διάγραμμα 1.3.: Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την εισαγωγή και περιλαμβάνει μια γενική ανασκόπηση όπου παρουσιάζεται το πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας και αναφέρονται τα δεδομένα όπως έχουν προκύψει ως σήμερα, όσον αφορά την οδική ασφάλεια. Επίσης, παρατίθενται τα βασικά στατιστικά στοιχεία για την Ευρώπη και την Ελλάδα. Τέλος, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, περιγράφοντας συνοπτικά τα βασικά στάδια της εκτέλεσης της παρούσας εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση και την καταγραφή ερευνών με αντικείμενο την αυτοαξιολόγηση της οδηγικής συμπεριφοράς. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφεται περιληπτικά ένα πλήθος ερευνών που εντοπίστηκαν και που έχουν πραγματοποιηθεί είτε με τη χρήση προσομοιωτή, είτε με πειράματα υπό πραγματικές συνθήκες, είτε/και με τη χρήση ερωτηματολογίων. Στο τέλος του κεφαλαίου καταγράφονται συνολικά τα αποτελέσματα των ερευνών και τα βασικά σημεία στα οποία αυτές συγκλίνουν.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο αναλύεται η επιλεγείσα μέθοδος και περιγράφεται η οικογένεια στην οποία ανήκει. Αρχικά, παρουσιάζονται βασικές μαθηματικές και στατιστικές έννοιες και στη συνέχεια

αναλύονται οι προϋποθέσεις εφαρμογής και τα επιμέρους στοιχεία της γραμμικής και λογαριθμογραμμικής παλινδρόμησης. Ακολούθως, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλεται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** γίνεται παρουσίαση των διαδικασιών της συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων, στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική Εργασία. Αρχικά παρουσιάζονται οι πηγές των στοιχείων και τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Έπειτα αναλύεται ο τρόπος κωδικοποίησης των στοιχείων, καθώς και η επεξεργασία που υπέστησαν ώστε να χρησιμοποιηθούν στη στατιστική ανάλυση.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** περιλαμβάνεται η αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης του μαθηματικού μοντέλου. Παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου κι εξόδου, με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων, ενώ τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις και την περιγραφή τους για την διευκόλυνση της κατανόησης τους.

Στο **έκτο κεφάλαιο**, έπειτα από τη σύνοψη των αποτελεσμάτων, παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερμηνεία των εξαγόμενων μοντέλων. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη χρησιμότητα των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας και παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρατίθεται ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών. Ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει αναφορές, που αφορούν σε έρευνες και επιστημονικές δημοσιεύσεις που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια της εισαγωγής και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και πάνω στις οποίες βασίστηκε η παρούσα διπλωματική εργασία.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην αυτοαξιολόγηση των ικανοτήτων οδήγησης. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μια κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας.

2.2 Συναφείς Έρευνες

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα βασικά σημεία ερευνών με αντικείμενο συναφές με αυτό της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

2.2.1 Self-assessment of driving skill – A review from a measurement perspective (2008)

Σκοπός

Η υποκειμενική ικανότητα οδήγησης συνήθως αξιολογείται με αυτο-αναφορές και πολλές μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι οι οδηγοί έχουν υπερβολικά θετικές πεποιθήσεις στη δική τους ικανότητα. **Σκοπός** αυτής της ανασκόπησης ήταν να εξεταστεί ο τρόπος μέτρησης της υποκειμενικής ικανότητας οδήγησης σε διάφορες μελέτες. Δεύτερον, ο **στόχος** ήταν να συζητηθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν από την άποψη των μετρήσεων, δηλαδή να συζητηθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των μέτρων και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν.

Μεθοδολογία

Προκειμένου να διερευνηθεί ο τρόπος μέτρησης της υποκειμενικής ικανότητας οδήγησης, διεξήχθη μια **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Για τη συλλογή της σχετικής βιβλιογραφίας για την ανασκόπηση, χρησιμοποιήθηκαν οι βάσεις δεδομένων της βιβλιοθήκης και οι βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων PsychInfo, Academic Search Elite, ERIC και ScienceDirect. Οι βάσεις δεδομένων αναζητήθηκαν για άρθρα σχετικά με την υποκειμενική ικανότητα οδήγησης και συλλέχθηκαν διάφορα άρθρα. Τα άρθρα που βρέθηκαν αναζητήθηκαν επίσης για σχετικές αναφορές.

Αποτελέσματα

Τα ευρήματα από την ανασκόπηση έδειξαν ότι οι μελέτες σχετικά με τις υποκειμενικές ικανότητες οδήγησης μπορούν να χωριστούν σε **τρεις διαφορετικούς τομείς** ανάλογα με τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε. Σε δύο από τους τομείς, η υποκειμενική ικανότητα οδήγησης μετράται συγκρίνοντας την ικανότητα του ατόμου με

εσωτερικά κριτήρια: την ικανότητα του μέσου οδηγού και τις ειδικές πτυχές της ικανότητας οδήγησης του. Στον τρίτο τομέα, η υποκειμενική δεξιότητα συγκρίνεται με ένα εξωτερικό κριτήριο, δηλαδή την πραγματική ικανότητα προκειμένου να καθοριστεί εάν οι οδηγοί έχουν μια ακριβή αντίληψη της δικής τους ικανότητας. Το **συμπέρασμα** της ανασκόπησης ήταν ότι υπάρχουν αρκετά μεθοδολογικά προβλήματα με αναφορά στον μέσο οδηγό που μπορεί να οδηγήσει σε μεροληπτικές αξιολογήσεις. Επιπλέον, αυτή η μεθοδολογία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συμπεράνει αν οι οδηγοί είναι υπερβολικοί ή όχι. Προκειμένου να επιτευχθούν **δείκτες αξιοπιστίας** και εγκυρότητας, η μέτρηση της υποκειμενικής ικανότητας οδήγησης πρέπει να περιλαμβάνει εκτιμήσεις συγκεκριμένων πτυχών των οδηγικών δεξιοτήτων.

2.2.2 The relation between self-reported driving style and driving behavior. A simulator study (2018)

Σκοπός

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση της συμπεριφοράς οδήγησης σε προσομοιωτή οδήγησης, όσον αφορά την ταχύτητα, το φρενάρισμα, το τιμόνι, την πλευρική τοποθέτηση και τη διατήρηση της απόστασης από ένα προηγούμενο όχημα.

Μεθοδολογία

Η μελέτη περιελάμβανε δύο εργασίες, συμπλήρωση **ερωτηματολογίου** και οδήγηση σε **προσομοιωτή**. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο και να οδηγήσουν σε προσομοιωτή οδήγησης. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο προσομοιωτή οδήγησης που βρίσκεται στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Αϊντχόβεν. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να οδηγούν στο προσομοιωτή για μισή ώρα. Η οδήγηση ολοκληρώθηκε με σύντομη συνέντευξη. Τα αντικειμενικά δεδομένα που ανακτήθηκαν από τον προσομοιωτή **συγκρίθηκαν** με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν **σημαντικές συσχετίσεις** μεταξύ των επιδόσεων των τρόπων οδήγησης που ανακτώνται από το ερωτηματολόγιο και από διάφορες βαθμολογήσεις συμπεριφοράς που προέρχονται από την συμπεριφορά οδήγησης στο προσομοιωτή οδήγησης. Επιπρόσθετα, ενώ βρίσκουμε αποδείξεις ότι ο αυτοαναφερόμενος τρόπος οδήγησης **συσχετίζεται** με την πραγματική οδηγική συμπεριφορά σε προσομοιωτή για προσεκτική, επικίνδυνη και θυμωμένη οδήγηση, οι αυτοαναφερόμενοι τρόποι οδήγησης που προκαλούν **διάσπαση προσοχής** και ανησυχία δε συσχετίζονται με την συμπεριφορά οδήγησης στον προσομοιωτή.

2.2.3 Self-assessment of older drivers with brain pathologies: reported habits and self-regulation of driving (2017)

Σκοπός

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αναλύσει την αυτοαναφερόμενη οδηγική συμπεριφορά των **γηραιότερων οδηγών** με και χωρίς εγκεφαλικές παθήσεις που

επηρεάζουν τις γνωστικές λειτουργίες, προκειμένου να διερευνηθούν οι πιθανές διαφορές στην αυτοπεποίθηση της συμπεριφοράς οδήγησης μέσω μιας εκτεταμένης αξιολόγησης **ερωτηματολογίου**.

Μεθοδολογία

Οι διαγνωστικές κατηγορίες που εξετάστηκαν περιλαμβάνουν τη νόσο του Alzheimer, τη νόσο του Parkinson και την ήπια νοητική δυσλειτουργία. Το **ερωτηματολόγιο** απαντήθηκε από **137 οδηγούς** με παρόμοια δημογραφικά χαρακτηριστικά, από τα οποία 44 ήταν υγιή άτομα και 93 είχαν εγκεφαλική πάθηση. Περιέλαβε ερωτήσεις σχετικά με τις συνήθειες οδήγησης, την πιθανή αποφυγή της οδήγησης, τα συναισθήματα και τις συμπεριφορές τους κατά την οδήγηση. Οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν επίσης για τη γνώμη τους σχετικά με την απόσπαση του οδηγού από το αυτοκίνητο και τον τρόπο αντιμετώπισής τους.

Αποτελέσματα

Η σύγκριση των δύο ομάδων παρήγαγε αρκετά σημαντικά στατιστικά αποτελέσματα. **Οι ασθενείς** είχαν την τάση να αναφέρουν ότι είναι πιο πιθανό να αποφύγουν να χρησιμοποιήσουν το όχημά τους επειδή φοβούνται τις ικανότητες οδήγησής τους. Όσον αφορά την απόσπαση της προσοχής, οι ασθενείς το θεωρούν πολύ επικίνδυνο να συνομιλήσουν με έναν επιβάτη και ακόμη περισσότερο, να χρησιμοποιήσουν το κινητό τηλέφωνο και γι 'αυτό ανέφεραν ότι αποφεύγουν να το κάνουν. Οι ασθενείς με εγκεφαλικές παθήσεις ανέφεραν ότι ήταν αρκετά ήρεμοι κατά την οδήγηση. Συνολικά, **οι οδηγοί με εγκεφαλικές** παθήσεις γνώριζαν την επιδείνωση της οδηγικής τους απόδοσης και ανέφεραν ότι προσπαθούν να αντισταθμίσουν τις δυσκολίες οδήγησης είτε με συντηρητική οδήγηση είτε με αποφυγή οδήγησης

2.2.4 Accuracy of young male drivers - self-assessments of driving skill (2017)

Σκοπός

Η ακριβής **αυτοαξιολόγηση** της ικανότητας είναι σημαντική επειδή δημιουργεί ένα κατάλληλο επίπεδο εμπιστοσύνης και επομένως συμπεριφοράς. Η ανακριβής αυτοαξιολόγηση της ικανότητας οδήγησης έχει συνδεθεί με την απερίσκεπτη οδήγηση και τα ατυχήματα. Έτσι, οι **στόχοι** αυτής της μελέτης ήταν: (1) η δοκιμή της ακρίβειας των αυτοαξιολογήσεων των νέων ανδρών οδηγών σε σύγκρισή με την απόδοσή τους στον προσομοιωτή οδήγησης (2) να ελεγχθεί αν **η ακρίβεια της αυτοαξιολόγησης** ποικίλλει ανάλογα με την ικανότητα οδήγησης και την οδηγική εμπειρία.

Μεθοδολογία

Οι συμμετέχοντες ήταν **άνδρες**, από το Τεχνικό Πανεπιστήμιο της Δανίας, ηλικίας μεταξύ 18 και 31 ετών. Οι ικανότητες οδήγησης μετρήθηκαν μέσω **προσομοιωτή οδήγησης**. Το Inventory Skill Driving (DSI, Lajunen & Summala, 1995) χρησιμοποιήθηκε για να συλλέξει τις αυτο-εκτιμήσεις των οδηγικών δεξιοτήτων.

Το **DSI** είναι ένα **ερωτηματολόγιο** που χρησιμοποιήθηκε για την κατανόηση των αυτο-εκτιμημένων δεξιοτήτων των οδηγών. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αναφέρουν τις ικανότητες οδήγησης σε μια κλίμακα πέντε βαθμών που κυμαίνεται από 0 = 'Κάτω από το μέσο όρο' έως 4 = 'Καλά πάνω από το μέσο όρο' σε σύγκριση με το μέσο όρο της ηλικίας τους.

Αποτελέσματα

Παρατηρήθηκε ότι οι αυτοαξιολογήσεις των νεαρών οδηγών ανδρών ήταν **ασυμβίβαστες** με την απόδοση οδήγησης τους και ότι αυτή η ασυνέπεια ποικίλλει ανάλογα με την ικανότητα οδήγησης και την οδηγική εμπειρία. Οι ομάδες με ιδιαίτερα **ανακριβείς** αυτοαξιολογήσεις βρίσκονται σε **υψηλό κίνδυνο**, λόγω της σχετικής έλλειψης δεξιοτήτων. Οι αυτοαξιολογήσεις των δεξιοτήτων **πρόβλεψης** και ανίχνευσης **κινδύνου** ήταν ιδιαίτερα ανακριβείς. Η κατανόηση των αυτοαξιολογήσεων των οδηγικών δεξιοτήτων είναι ζωτικής σημασίας και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για τη βελτίωση της εγκυρότητας τους.

2.2.5 Comparing drivers' self-perception on driving behaviour changes with real world driving performance data: Lisbon case-study (2018)

Σκοπός

Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) που εφαρμόζονται στον τομέα των μεταφορών επέτρεψαν τη μελέτη της οδηγικής συμπεριφοράς σε πραγματικό χρόνο και των επιπτώσεων της εκπαίδευσης σχετικά με την οικολογική οδήγηση στην κατανάλωση καυσίμων και την απόδοση στην οδήγηση. **Σκοπός** αυτής της εργασίας είναι να **αξιολογήσει την αυτο-αντίληψη** των οδηγών σχετικά με την οδηγική τους απόδοση μετά από μια πειραματική δοκιμή παρακολούθησης οδικής κυκλοφορίας, στην οποία έλαβαν ανατροφοδότηση σχετικά με τις επιδόσεις. Οι αυτο-αντιλήψεις των οδηγών σχετικά με την απόδοση οδήγησης συγκρίθηκαν με τα δεδομένα οδήγησης.

Μεθοδολογία

Η έρευνα αυτή αποτελεί μέρος μιας πειραματικής μελέτης που εκπονήθηκε για την αξιολόγηση της οικολογικής οδήγησης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στη Λισαβόνα της Πορτογαλίας για περίοδο 6 μηνών (από τον Αύγουστο του 2014 έως τον Ιανουάριο του 2015) με τη συμμετοχή 40 οδηγών. Στο τέλος της διαδικασίας παρακολούθησης διεξήχθη ένα **ερωτηματολόγιο** για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με την αυτοαξιολόγηση των οδηγών για τις επιδόσεις οδήγησης τους και τις αντιλήψεις τους για αλλαγές στη συμπεριφοράς τους. Προκειμένου να εκτιμηθεί αν η αυτοαξιολόγηση και οι αντιλήψεις των οδηγών συμφωνούν με τα αποτελέσματα των **επιδόσεων οδήγησης**, πραγματοποιήθηκε **σύγκριση** με τα δεδομένα οδήγησης που συλλέχθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα δείχνουν οι συμμετέχοντες προτιμούν την απόδοση καυσίμου κατά την οδήγηση, έχοντας την πρόθεση να βελτιώσουν την κατανάλωση καυσίμων, αλλά μπορεί να δυσκολεύονται να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν τεχνικές οικολογικής οδήγησης. Η πλειοψηφία των οδηγών αντιλήφθηκε ότι η συμπεριφορά τους «υποφέρει» από «κάποιες αλλαγές», ιδιαίτερα όσον αφορά την κατανάλωση καυσίμου. Η σύγκριση με τα δεδομένα οδήγησης αποκάλυψε ότι οι οδηγοί **αύξησαν την εμφάνιση ανεπιθύμητων συμπεριφορών** όταν θεώρησαν ότι η οδήγηση τους υπέστη «μερικές αλλαγές». Αντίθετα, παρατηρήθηκαν **μειώσεις** σε ορισμένους δείκτες, όπως η επιθετικότητα, η ταχύτητα και οι υπερβολικές στροφές, όταν οι οδηγοί δεν αντιλαμβάνονταν «καμία αλλαγή». Αυτά τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά ότι οι οδηγοί δεν γνωρίζουν σωστά τις αλλαγές στις επιδόσεις τους.

2.2.6 Comparing the self-assessed and examiner-assessed driving skills of Japanese driving school students (2012)

Σκοπός

Προηγούμενη έρευνα σχετικά με τις υποκειμενικές ικανότητες οδήγησης αποκάλυψε ότι οι οδηγοί, ιδίως οι **νεότεροι άντρες**, τείνουν να **αξιολογούν** τις οδηγικές τους ικανότητες περισσότερο από εκείνες του μέσου οδηγού. Αυτή η μελέτη **εξετάζει** την ακρίβεια της αυτοαξιολόγησης των αρχάριων οδηγών, συγκρίνοντας τη με τις εκτιμήσεις ενός εξεταστή οδήγησης. Επίσης, **εξετάζει** τις επιπτώσεις του φύλου και της ηλικίας στην ακρίβεια της αυτοαξιολόγησης των προσόντων των οδηγών.

Μεθοδολογία

Ένα δείγμα (n = 2021) Ιάπωνων υποψηφίων για δίπλωμα οδήγησης ολοκλήρωσε μια **αυτοαξιολόγηση** χρησιμοποιώντας μια κλίμακα 5 σημείων σε 19 ερωτήσεις. Οι υποψήφιοι συμπλήρωσαν την αξιολόγηση λίγο μετά την επιτυχή δοκιμασία οδήγησης που διενεργήθηκε σε σχολή οδήγησης. Η απόδοσή τους αξιολογήθηκε επίσης από έναν **εξεταστή** που χρησιμοποίησε την ίδια κλίμακα.

Αποτελέσματα

Η σύγκριση μεταξύ της αυτοαξιολόγησης και της αξιολόγησης των εξεταστών αποκάλυψε ότι περίπου το **40%** των Ιάπωνων φοιτητών σχολών οδήγησης έκανε μια ρεαλιστική αξιολόγηση των δεξιοτήτων τους. Όσον αφορά τις διαφορές **μεταξύ των δύο φύλων**, αν και οι άνδρες εμφάνιζαν υψηλότερα επίπεδα αυτοπεποίθησης από ό, τι οι γυναίκες, οι διαφορές δεν ήταν τόσο μεγάλες όσο σε προηγούμενες μελέτες με ερωτηματολόγια. Επιπλέον, **η επίδραση της ηλικίας** στην ακρίβεια της εκτίμησης δεξιοτήτων των αρχάριων βρέθηκε ότι είναι σχετικά μικρή. Τα παραπάνω ευρήματά, που βασίζονται σε μια σύγκριση των υποκειμενικών εκτιμήσεων των οδηγικών δεξιοτήτων μεταξύ εξεταστών και αρχάριων, αντί μιας αμφισβητήσιμης μεθόδου που βασίζεται σε σύγκριση με έναν υποθετικό μέσο οδηγό, δείχνουν ότι η πλειονότητα των υποψηφίων στην πραγματικότητα δεν υπερβαίνουν τις δικές τους

δεξιότητες. Τα αποτελέσματα αυτά συζητήθηκαν από την άποψη του εκπαιδευτικού συστήματος οδηγών και συγκρίθηκαν με άλλες ευρωπαϊκές έρευνες που χρησιμοποιούν το ίδιο πλαίσιο.

2.2.7 Self-assessed driver competence among novice drivers – a comparison of driving test candidate assessments and examiner assessments in a Dutch and Finnish sample (2009)

Σκοπός

Αυτή η μελέτη **εξέτασε** την υπερβολική αυτοπεποίθηση των οδηγών, συγκρίνοντας την αυτοπεποίθησή τους με τις εκτιμήσεις των εξεταστών οδήγησης.

Μεθοδολογία

Ένα φινλανδικό ($n = 2.739$) και ένα ολλανδικό δείγμα ($n = 239$) των υποψηφίων για άδεια οδήγησης **αξιολόγησαν** την ικανότητα οδήγησής τους σε έξι περιοχές και έλαβαν τη δοκιμασία οδήγησης. Και οι δύο χώρες χρησιμοποίησαν κλίμακες πέντε βαθμίδων ("φτωχές" έως "εξαιρετικές"). Και στα δύο δείγματα, οι αυτοαξιολογήσεις των υποψηφίων που έγιναν πριν από τη **δοκιμασία οδήγησης** συγκρίθηκαν με τις εκτιμήσεις των **εξεταστών** για τις επιδόσεις τους στη δοκιμασία οδήγησης.

Αποτελέσματα

Σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες όπου οι οδηγοί αξιολόγησαν την ικανότητά τους σε σύγκριση με τον μέσο οδηγό, στην παρούσα μελέτη ένα μεγαλύτερο ποσοστό έκανε ρεαλιστικές αυτοαξιολογήσεις της ικανότητας οδήγησής του όπου οι αυτοαξιολογήσεις συγκρίθηκαν με τις αξιολογήσεις των εξεταστών. Μεταξύ **40% και 50%** των υποψηφίων και στα δύο δείγματα πραγματοποίησαν ρεαλιστικές εκτιμήσεις και το 30% έως 40% υπερεκτίμησαν την ικανότητά τους. Το ποσοστό υπερεκτίμησης ήταν μεγαλύτερο στο ολλανδικό από το φινλανδικό δείγμα, γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί από τις μεγαλύτερες δυνατότητες για αυτοαξιολόγηση στο φινλανδικό σύστημα εκπαίδευσης οδηγών. Όπως και με άλλες μελέτες αυτοαξιολόγησης που δείχνουν ότι **η ανικανότητα σχετίζεται με υπερεκτίμηση**, το μεγαλύτερο ποσοστό υποψηφίων που απέτυχαν στη δοκιμή υπερεκτίμησαν την ικανότητά τους σε σύγκριση με αυτούς που πέρασαν. Επιπρόσθετα, σε αντίθεση με άλλες μελέτες, **οι άνδρες** δεν υπερεκτίμησαν τις δεξιότητές τους περισσότερο από τις γυναίκες, και **οι νεότεροι υποψήφιοι** οδηγοί δεν είχαν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση από τους παλαιότερους οδηγούς. Αν και ένα μεγάλο μέρος των υποψηφίων έκανε ρεαλιστική αξιολόγηση της ικανότητας των οδηγών τους, η υπερεκτίμηση εξακολουθεί να αποτελεί πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Προκειμένου **να βελτιωθεί** η ακρίβεια της αυτοαξιολόγησης των αρχάριων οδηγών, θα πρέπει να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν **μέθοδοι κατάρτισης για αυτοαξιολόγηση** στη διαδικασία χορήγησης άδειας οδήγησης.

2.3 Σύνοψη

Η παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση καλύπτει ένα ευρύ φάσμα αναλύσεων, σχετικών με τη συσχέτιση της αυτοαξιολόγησης με την οδηγική συμπεριφορά. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων, προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

Αυτοαξιολόγηση:

- Από την άποψη της **ασφάλειας της κυκλοφορίας**, είναι επιθυμητό οι οδηγοί να έχουν μια ακριβή και ρεαλιστική άποψη των δικών τους γνώσεων και δεξιοτήτων ως οδηγοί.
- Η πλειονότητα των οδηγών **δεν υπερεκτιμά** τις ικανότητες οδήγησης της.
- Η ανικανότητα σχετίζεται με υπερεκτίμηση των ικανοτήτων.
- Αν και **οι άνδρες** εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα αυτοπεποίθησης από ό,τι οι γυναίκες δεν υπερεκτιμούν τις ικανότητες οδήγησής τους περισσότερο.
- Η **επίδραση της ηλικίας** στην ακρίβεια της εκτίμησης των δεξιοτήτων οδήγησης είναι σχετικά μικρή.
- Οι **οδηγοί με εγκεφαλικές παθήσεις** γνωρίζουν την επιδείνωση της οδηγικής τους απόδοσης.
- Οι αυτοαξιολογήσεις των δεξιοτήτων πρόβλεψης και ανίχνευσης κινδύνου είναι ιδιαίτερα **ανακριβείς**.
- Προκειμένου να επιτευχθούν **δείκτες αξιοπιστίας** και εγκυρότητας, η μέτρηση της υποκειμενικής ικανότητας οδήγησης πρέπει να περιλαμβάνει εκτιμήσεις **συγκεκριμένων πτυχών** των οδηγικών δεξιοτήτων.
- Όσον αφορά **τους νέους οδηγούς**, οι αυτοαξιολογήσεις των ικανοτήτων οδήγησης τους είναι **πιο ρεαλιστικές** όταν συγκρίνονται με τις αξιολογήσεις των εξεταστών οδήγησης παρά με τις ικανότητες ενός υποθετικού μέσου οδηγού.

Ερωτηματολόγια:

- Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως **διαγνωστικό εργαλείο**.
- Το ερωτηματολόγιο είναι εύκολο και φθηνό μέσο για την αξιολόγηση μιας μεγαλύτερης ομάδας ερωτηθέντων.
- Οι αυτοαξιολογήσεις των οδηγικών δεξιοτήτων μέσω ερωτηματολογίων θα πρέπει **να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση** οδηγών προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια των υποκειμενικών δεξιοτήτων των οδηγών.
- Η χρήση αυτοαναφερόμενων μέτρων έχει τεθεί υπό αμφισβήτηση λόγω της πιθανότητας δήλωσης μεροληψιών.

- Οι αυτοαξιολογήσεις με **ερωτηματολόγια** είναι κατά βάση ανακριβείς όσον αφορά την πρόβλεψη και την ανίχνευση κινδύνου.

Προσομοιωτής οδήγησης:

- Το **κυριότερο πλεονέκτημα** των προσομοιωτών οδήγησης είναι ότι σε συνθήκες απόλυτης ασφάλειας για τον οδηγό επιτρέπουν τη συλλογή με μεγάλη ακρίβεια ενός μεγάλου πλήθους δεδομένων που θα ήταν πολύ δύσκολο να ληφθούν σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας.
- Παρέχουν παρόμοιες **συνθήκες μέτρησης** για όλους τους εξεταζόμενους, κάτι το οποίο είναι δύσκολο να επιτευχθεί με άλλο τρόπο.
- Η χρήση προσομοιωτή είναι απολύτως **φιλική προς το περιβάλλον** αφού δεν παράγονται ρύποι και εξοικονομούνται φυσικοί πόροι
- Η οδήγηση σε προσομοιωτή δεν είναι απολύτως συγκρίσιμη με την **πραγματική οδήγηση**.
- Το αίσθημα ασφάλειας αλλά και η ζάλη που προκαλεί η παρατεταμένη οδήγηση στον προσομοιωτή ενδεχομένως **αλλοιώνει** σε ένα μικρό βαθμό την οδηγητική συμπεριφορά των οδηγών.
- Οι τρόποι οδήγησης που προκαλούν **διάσπαση προσοχής** και ανησυχία δεν εντοπίζονται στην οδήγηση σε προσομοιωτή.

3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Γενικά

Για τη επίτευξη των στόχων της παρούσας μελέτης αναπτύχθηκε κατάλληλη **στατιστική μεθοδολογία**, το θεωρητικό υπόβαθρο της οποίας παρουσιάζεται στη συνέχεια.

3.1.1 Βασικές έννοιες Στατιστικής

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

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

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

- **Ποιοτικές μεταβλητές** (qualitative variables): Είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μίας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης.
- **Ποσοτικές μεταβλητές** (quantitative variables): Είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τις **διακριτές** (ή ασυνεχείς) και τις **συνεχείς**.
 - Σε μια **διακριτή** μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές της είναι σταθερή ποσότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο αριθμός των μελών μιας οικογένειας.
 - Αντίθετα, σε μία **συνεχή** μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την ηλικία, για την οποία η διαφορά ανάμεσα σε δυο τιμές θα μπορούσε να είναι χρόνια, μήνες, ημέρες, ώρες κλπ. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

Μέτρα Κεντρικής Τάσης: Τα (measures of central tendency) προσδιορίζουν ένα κεντρικό σημείο γύρω από το οποίο τείνουν να συγκεντρώνονται τα δεδομένα.

$$\text{Μέση Τιμή: } m = \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i$$

Μέτρα Διασποράς και Μεταβλητότητας (Measures of Variability) Δίνουν περιληπτικά τη διασκόρπιση και μεταβλητότητα των δεδομένων. Όταν τα δεδομένα είναι συγκεντρωμένα γύρω από μια κεντρική τιμή, δηλαδή η διασπορά των δεδομένων είναι μικρή, τότε η κεντρική τιμή αντιπροσωπεύει ικανοποιητικά τα δεδομένα. Από την άλλη, όταν τα δεδομένα είναι πολύ σκορπισμένα τα μέτρα κεντρικής τιμής δε δίνουν καλή περιληπτική περιγραφή των δεδομένων.

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

$$\text{Τυπική Απόκλιση: } s = \sqrt{s^2}$$

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

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

Συνδιακύμανση (covariance of the two variables) : Αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων και δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})]$$

Αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων.

Μέτρα αξιοπιστίας είναι:

- το επίπεδο εμπιστοσύνης: που ορίζεται ως η αναλογία των περιπτώσεων που μια εκτίμηση θα είναι σωστή
- το επίπεδο σημαντικότητας: που ορίζεται ως η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

3.1.2 Συσχέτιση Μεταβλητών

Έστω X, Y δυο τυχαίες και συνέχεις μεταβλητές. Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δυο αυτών μεταβλητών X και Y με διασπορά σx^2 και σy^2 αντίστοιχα, και συνδιακύμανση $\sigma_{XY} = \text{cov}(X, Y)$ καθορίζεται με το **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient) που συμβολίζεται με ρ και ο οποίος ορίζεται ως:

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

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

Η **εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης ρ** γίνεται με την αντικατάσταση στην ανωτέρω εξίσωση της συνδιασποράς σ_{XY} και των διασπορών σ_X και σ_Y , από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της εκτιμήτριας r :

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

3.2 Βασικές Κατανομές

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

3.2.1 Κανονική Κατανομή

Μία από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας για συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss. Η συνάρτηση πυκνότητας της κατανομής αυτής είναι:

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-m)^2}{2*s^2}}}{\sqrt{2 * \pi * s^2}}$$

όπου m και s είναι σταθερές ίσες με την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση αντίστοιχα.

3.2.2 Κατανομή Poisson

Είναι γνωστό ότι η πιο κατάλληλη κατανομή για την περιγραφή τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων είναι η κατανομή Poisson. Μια τυχαία μεταβλητή x (όπως π.χ. το πλήθος των ατυχημάτων ή των νεκρών από οδικά ατυχήματα) θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο λ ($\lambda > 0$), $\lambda = m = s^2$, και γράφεται $X \sim P(\lambda)$, όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}$$

Η κατανομή Poisson αφορά στον αριθμό των συμβάντων **σε ορισμένο χρονικό ή χωρικό διάστημα**. Γενικά, ο αριθμός x των συμβάντων σε χρονικό (ή χωρικό) διάστημα t ακολουθεί την κατανομή Poisson αν ο ρυθμός λ , έστω των συμβάντων είναι χρονικά σταθερός και οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα αποτελούν ανεξάρτητα ενδεχόμενα.

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

Ο αριθμός των παθόντων είναι μία μεταβλητή, οι οποία παρουσιάζει όμοιες ιδιότητες με την μεταβλητή του αριθμού των ατυχημάτων και γενικά υποστηρίζεται ότι τα οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson ή κανονική κατανομή.

3.2.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

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

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

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

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

3.3 Ομαδοποίηση Μεταβλητών

3.3.1 Ανάλυση Παραγόντων(Factor Analysis)

Η ανάλυση παραγόντων έχει **σκοπό** να βρει την ύπαρξη κοινών παραγόντων ανάμεσα σε μια ομάδα μεταβλητών. Έτσι, εκφράζοντας αυτούς τους παράγοντες επιτυγχάνεται:

- **Μείωση** των διαστάσεων του προβλήματος. Οι παράγοντες είναι έτσι κατασκευασμένοι ώστε να διατηρούν όσο γίνεται την πληροφορία που υπήρχε στις αρχικές μεταβλητές.
- **Δημιουργία** νέων μεταβλητών που ίσως ερμηνεύουν μη μετρήσιμες έννοιες
- **Εξήγηση** των συσχετίσεων που υπάρχουν στα δεδομένα.

3.3.2 Το Ορθογώνιο Μοντέλο Ανάλυσης Παραγόντων

Στο **ορθογώνιο** μοντέλο της ανάλυσης παραγόντων, το οποίο είναι και το πιο διαδεδομένο, υποθέτουμε πως οι όποιες συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών οφείλονται αποκλειστικά στην ύπαρξη κάποιων κοινών παραγόντων τους οποίους δεν ξέρουμε και θέλουμε να εκτιμήσουμε.

Έτσι υποθέτουμε πως οι **p μεταβλητές** μας μπορούν να γραφτούν ως γραμμικός συνδυασμός των **k παραγόντων**, δηλαδή:

$$X - \mu = L * F + \varepsilon$$

Όπου:

X είναι το διάνυσμα των αρχικών μεταβλητών μεγέθους $p \times 1$,

μ είναι το διάνυσμα των μέσων μεγέθους $p \times 1$,

L είναι ένας πίνακας $p \times k$ όπου το L_{ij} είναι η επιβάρυνση (loading) του παράγοντα F_j στη μεταβλητή X_i ,

F είναι ένας $k \times 1$ πίνακας με τους παράγοντες

ε είναι το σφάλμα ή μοναδικός παράγοντας και είναι το μέρος της μεταβλητής το οποίο δεν μπορεί να εξηγηθεί από τους παράγοντες.

Ένα πολύ βασικό κομμάτι του παραγοντικού μοντέλου είναι οι **υποθέσεις** που πρέπει να γίνουν. Υποθέτουμε πως οι παράγοντες και οι μοναδικοί παράγοντες είναι ασυσχέτιστοι μεταξύ τους κι έχουν μηδενικές μέσες τιμές.

3.3.3 Έλεγχος Συσχετίσεων

Όπως όλες οι στατιστικές μέθοδοι, έτσι και η **ανάλυση παραγόντων** πρέπει να ξεκινάει εξετάζοντας **περιγραφικά τα δεδομένα**. Για την ανάλυση παραγόντων είναι σημαντικό να υπάρχουν συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές καθώς αυτές οι συσχετίσεις πρέπει να μπορούν να εξηγηθούν. Αν τα δεδομένα είναι σχετικά ασυσχέτιστα δεν έχει νόημα η ανάλυση παραγόντων καθώς δε θα προκύψουν παράγοντες. Συνεπώς είναι σημαντικό να υπάρχουν μεγάλες συσχετίσεις τουλάχιστον σε μεγάλο ποσοστό του πίνακα συσχετίσεων. Τιμές **μεγαλύτερες του 0.40** σε απόλυτη τιμή είναι ευπρόσδεκτες. Αν υπάρχουν κάποια ή κάποιες μεταβλητές που είναι ασυσχέτιστες με τις υπόλοιπες καλό είναι να αγνοηθούν.

Μερικός συντελεστής συσχέτισης

Ο απλός συντελεστής συσχέτισης υπολογίζει τη συσχέτιση μεταξύ δυο μεταβλητών αγνοώντας τις υπόλοιπες. Έτσι μπορεί να εμφανίζει συσχετισμένες κάποιες μεταβλητές απλά και μόνο επειδή κάποιες άλλες έχουν μεγάλη συσχέτιση με αυτές και όταν ακυρώσουμε την επίδρασή τους οι αρχικές μεταβλητές να μην εμφανίζουν πια καμιά συσχέτιση. Είναι χρήσιμος ένας συντελεστής συσχέτισης ο οποίος θα υπολογίζει τη συσχέτιση αφού αφαιρέσει την επίδραση των υπόλοιπων μεταβλητών. Αυτός είναι ο **μερικός συντελεστής συσχέτισης**. Στην παραγοντική ανάλυση πρέπει οι μερικοί συντελεστές συσχέτισης να είναι μικροί. Αν οι μεταβλητές μοιράζονται κοινούς παράγοντες τότε ο μερικός συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα σε δύο μεταβλητές, όταν ακυρωθεί η επίδραση όλων των υπολοίπων μεταβλητών, θα είναι μικρή, αφού η ακύρωση της επίδρασης των υπολοίπων μεταβλητών ακυρώνει σε μεγάλο βαθμό την επίδραση των κοινών παραγόντων.

Ένα μέτρο σύγκρισης του σχετικού μεγέθους των συντελεστών συσχέτισης σχετικά με τους μερικούς συντελεστές συσχέτισης είναι το Kaiser-Meyer-Olkin. **Αν η τιμή του ΚΜΟ είναι μεγάλη τότε τα δεδομένα μας είναι κατάλληλα για παραγοντική ανάλυση**. Τιμές κάτω από 0.5 είναι πολύ κακές τιμές. Στην πράξη τιμές γύρω στο 0.8 θεωρούνται αρκετά καλές. Μικρότερες τιμές αποτελούν ένδειξη ότι η παραγοντική ανάλυση δεν θα μας δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Ένα άλλο μέτρο ελέγχου της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά και το κατά πόσο είναι κατάλληλες για να χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση είναι **το μέτρο της δειγματικής καταλληλότητας** (measure of sampling adequacy). Τιμές κοντά στο 1 είναι ενδείξεις ότι η μεταβλητή είναι πολύ καλή για να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση.

3.3.4 Αριθμός και εκτίμηση των παραγόντων

Ένα από τα βασικά ερωτήματα στην Παραγοντική Ανάλυση είναι **ο καθορισμός του αριθμού των παραγόντων** που θα χρησιμοποιήσουμε.

Για να βρεθεί ο αριθμός λοιπόν των παραγόντων ο ερευνητής μπορεί να χρησιμοποιήσει παρόμοιες τεχνικές με αυτές της **ανάλυση σε κύριες συνιστώσες**. Δηλαδή, τις τιμές των ιδιοτιμών του πίνακα διακύμανσης συνδιακύμανσης, τιμές που

εξηγούν κάποιο ποσοστό της διακύμανσης ή το scree plot (το γράφημα των ιδιοτιμών ως προς τον αύξοντα αριθμό τους).

Πιο αναλυτικά, οι δύο βασικές **μέθοδοι εκτίμησης** που χρησιμοποιούνται στην πράξη είναι η μέθοδος των κυρίων συνιστωσών και η μέθοδος μεγίστης πιθανοφάνειας. Με τη μέθοδο των κυρίων συνιστωσών, προσθέτοντας παράγοντες δεν αλλάζουν οι επιβαρύνσεις των παραγόντων που είχαμε πάρει πριν. Αυτό δεν ισχύει με τη **μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας** όπου προσθέτοντας παράγοντες αλλάζουν οι επιβαρύνσεις των προηγούμενων παραγόντων και άρα η ερμηνεία τους. Η μέθοδος των κυρίων συνιστωσών εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης κι έτσι αν αλλάξουν μπορεί να αλλάξει ριζικά η λύση που έχουμε πάρει. Αυτό δεν ισχύει με τη μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας που είναι ανεξάρτητη των μονάδων μέτρησης. Έτσι ενώ στη **μέθοδο κυρίων συνιστωσών** πρέπει να διαλέξω ανάμεσα στον πίνακα διακύμανσης και τον πίνακα συσχέτισης στη μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας δεν έχω τέτοιο πρόβλημα. Η μέθοδος των κυρίων συνιστωσών δεν βάζει περιορισμούς στον αριθμό των παραγόντων που μπορούμε να εκτιμήσουμε. Όταν η μέθοδος μεγίστης πιθανοφάνειας δεν δουλεύει αυτό είναι μια ένδειξη ότι υπάρχει πρόβλημα με το μοντέλο. Αντίθετα η μέθοδος κυρίων συνιστωσών επειδή είναι στην ουσία ένας μαθηματικός μετασχηματισμός των δεδομένων αποδίδει πάντα χωρίς όμως να μας δίνει κάποια ένδειξη αν αυτό είναι καλώς ή όχι. Με τη μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας τα σκορ των παραγόντων δεν μπορούν να υπολογισθούν ακριβώς όπως συμβαίνει με τη μέθοδο κυρίων συνιστωσών.

3.3.5 Περιστροφή

Με την περιστροφή των παραγόντων οι παράγοντες γίνονται πιο ερμηνεύσιμοι. Με την περιστροφή δεν αλλάζουν κάποια από τα χαρακτηριστικά του μοντέλου όπως η καλή του προσαρμοστικότητα και το ποσό της διακύμανσης συνδιακύμανσης που ερμηνεύει το μοντέλο παρά μόνο οι τιμές των επιβαρύνσεων. Οι **βασικές μέθοδοι περιστροφής** είναι οι παρακάτω.

- Varimax: Προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των μεταβλητών που έχουν μεγάλες επιβαρύνσεις για κάθε παράγοντα.
- Quartimax: Προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των παραγόντων που εξηγούν μια μεταβλητή.
- Equimax: Συνδυασμός των varimax και quartimax.
- Oblique: Μη ορθογώνια περιστροφή, οι άξονες που προκύπτουν δεν είναι πια ορθογώνιοι (και άρα οι παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι), η ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι πιο δύσκολη, στην πράξη τη χρησιμοποιούμε όταν δεν είναι επιθυμητό οι παράγοντες που προκύπτουν να είναι ασυσχέτιστοι.

3.3.6 Factor Scores

Ένας από του σκοπούς της ανάλυσης παραγόντων είναι να μειώσει τον αριθμό των μεταβλητών. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται η δημιουργία καινούριων μεταβλητών, των παραγόντων. Οι παράγοντες είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών μεταβλητών. Κάθε παράγοντας μπορεί να γραφτεί στη μορφή:

$$F_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p$$

Οι συντελεστές a_{ij} είναι το σκορ της μεταβλητής X_j στον παράγοντα F_i και δεν πρέπει να συγχέονται με τις επιβαρύνσεις. Εξ ορισμού οι νέες μεταβλητές θα έχουν **μέση τιμή 0** και θα είναι ασυσχέτιστες, δεδομένου πως το μοντέλο είναι ορθογώνιο. Έχοντας λοιπόν εκτιμήσει ένα παραγοντικό μοντέλο και έστω L και Ψ οι εκτιμήσεις μας για τις παραμέτρους αυτού, (πριν ή μετά την περιστροφή) τότε μπορούμε να βρούμε τα factor scores δηλαδή τις τιμές των καινούριων μεταβλητών για κάθε μεταβλητή.

3.4 Στατιστικά Μοντέλα

3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Με τον όρο **εξαρτημένη μεταβλητή** εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος ανεξάρτητη μεταβλητή αναφέρεται σε εκείνη την μεταβλητή, η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή αντίθετα, θεωρείται τυχαία και "καθοδηγείται" από την ανεξάρτητη μεταβλητή.

Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή ένας συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκαλεί τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων. Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει συνεχείς ή διακριτές τιμές. Στην περίπτωση που η **εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος** και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, της οποίας η πιο απλή περίπτωση είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (Simple Linear Regression). Στην **απλή γραμμική παλινδρόμηση** υπάρχει μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή X και μία εξαρτημένη μεταβλητή y , η οποία προσεγγίζεται ως μία γραμμική συνάρτηση του X . Η τιμή y_i της μεταβλητής Y , για κάθε τιμή της μεταβλητής X , δίνεται από την σχέση:

$$y_i = a + b * x_i + \varepsilon_i$$

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων a και b που εκφράζουν όσο το δυνατόν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της εξαρτημένης μεταβλητής Y από την ανεξάρτητη μεταβλητή X . Κάθε ζεύγος τιμών (a , b) καθορίζει και μία διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή και οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

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

Η τυχαία μεταβλητή ει λέγεται σφάλμα παλινδρόμησης (Regression Error) και ορίζεται ως η διαφορά της y_i από τη δεσμευμένη μέση τιμή $E(Y|X = x_i)$ όπου $E(Y|X = x_i) = a + b \cdot x_i$. Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

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

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

Σε περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή Y εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές X ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) τότε γίνεται αναφορά στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση (Multiple Linear Regression). Η εξίσωση η οποία αποτυπώνει τη σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει τη γενικότερη μορφή:

$$y_i = b_0 + b_1 \cdot x_{1i} + b_2 \cdot x_{2i} + \dots + b_n \cdot x_{ni} + e_i$$

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

συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει: $\rho(X_i, X_j) \neq 0$.

3.4.2 Λογαριθμογραμμική Παλινδρόμηση

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

$$\ln(y) = \beta + \sum_{i=1}^k (\beta_i * x_i) + \varepsilon$$

3.4.3 Εικονικές μεταβλητές ή ψευδομεταβλητές (dummy variables)

Η ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου τόσο η εξαρτημένη μεταβλητή, όσο και οι ανεξάρτητες είναι ποσοτικές. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, τα υπό μελέτη προβλήματα σχετίζονται με **ποιοτικές μεταβλητές**. Σε αντίθεση με τις συνεχείς μεταβλητές, κάποιοι παράγοντες που χρήζουν ανάλυσης, εμφανίζονται σε δύο ή περισσότερα διακεκριμένα επίπεδα. Όταν η στατιστική ανάλυση ενός ζητήματος συμπεριλαμβάνει παράγοντες όπως τους προαναφερθέντες, είναι αναγκαία η αντιστοίχιση των μεταβλητών σε κάποια επίπεδα λόγω της διαφορετικής επίδρασης στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Πιο συγκεκριμένα, ένα άτομο, ή μια κατάσταση, προσδιορίζεται ως ανήκον σε μια από k δυνατές, αμοιβαία ξένες μεταξύ τους, κατηγορίες ή επίπεδα. Προκειμένου να καταστεί δυνατόν να περιληφθούν τέτοιες καταστάσεις σε ένα στατιστικό μοντέλο χρειάζεται να ορισθούν μεταβλητές που θα προσδώσουν αριθμητική έκφραση σε ποιοτικά (κατηγορικά) χαρακτηριστικά. Για τις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες εικονικές μεταβλητές ή ψευδομεταβλητές (dummy variables).

Οι μεταβλητές αυτές, συνήθως χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν δύο ή παραπάνω κατηγορίες (επίπεδα). Η συνήθης επιλογή για τον ορισμό μίας ψευδομεταβλητής είναι η χρησιμοποίηση μίας μεταβλητής-δείκτη, η οποία δηλώνει σε ποιο από τα καθορισμένα επίπεδα ή κατηγορίες ανήκει μια συγκεκριμένη παρατήρηση. Εάν συμπεριλαμβάνεται σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης μία κατηγορική μεταβλητή με k επίπεδα (κατηγορίες), είναι απαραίτητο να ορισθούν $k-1$ ψευδομεταβλητές ώστε να εκφράσουν την κατηγορική μεταβλητή. Όταν ορισθούν οι $k-1$ ψευδομεταβλητές για μία ποιοτική μεταβλητή με k επίπεδα, το εναπομείναν επίπεδο ονομάζεται κατηγορία αναφοράς ή κατηγορία βάσης. Η επιλογή της κατηγορίας αναφοράς εξαρτάται από το πρόβλημα το οποίο μελετάται και συγκεκριμένες επιλογές ενδέχεται να οδηγήσουν σε ορθότερη ερμηνεία των συντελεστών παλινδρόμησης.

3.5 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου

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

3.5.1 Συντελεστές Εξίσωσης

Σχετικά με τους **συντελεστές της εξίσωσης** της λογιστικής παλινδρόμησης ως κριτήριο αποδοχής του μοντέλου πρέπει να προσφέρεται μια **λογική ερμηνεία** των προσήμων τους. Σε πρώτο στάδιο εξετάζεται το πρόσημο. Θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι μείωση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης.

Σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται η **τιμή του συντελεστή**. Θα πρέπει να δίνεται μια λογική εξήγηση για την τιμή αυτή, αφού αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής χ_i κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i.

3.5.2 Μη Συσχέτιση Ανεξάρτητων Μεταβλητών

Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης οι ανεξάρτητες μεταβλητές οφείλουν να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους **συσχέτιση** (correlation). Αν δύο μεταβλητές, για παράδειγμα, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δεν μπορεί να εξακριβωθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

3.5.3 Ελαστικότητα

Στο ίδιο μήκος κύματος λειτουργεί και η **ελαστικότητα**, η οποία αντιπροσωπεύει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Συνήθως, χρησιμοποιούνται ποσοστά επί τοις εκατό για την έκφραση της ελαστικότητας. Έτσι, για παράδειγμα, πρέπει να έχει λογική ερμηνεία η ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή κατά ένα τοις εκατό της ανεξάρτητης μεταβλητής. Ο τύπος της ελαστικότητας για συνεχείς μεταβλητές δίνεται από τη σχέση:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i X_i}{\Delta X_i Y_i} = \beta_i \frac{X_i}{Y_i}$$

3.5.4 Στατιστική Σημαντικότητα

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων της συνάρτησης πραγματοποιείται με χρήση του δείκτη **t-ratio** ή **Wald**. Ο δείκτης αυτός υποδηλώνει τη σημαντικότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t-ratio τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό μοντέλο. Οι αποδεχτές τιμές του t-ratio για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Επίπεδο εμπιστοσύνης	Τιμές t-ratio
90%	1.282
95%	1.645
97.5%	1.960
99%	2.326
99.5%	2.576

Πίνακας 0.1: Τιμές του t-ratio ανάλογα με το βαθμό εμπιστοσύνης

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τοις εκατό οποιαδήποτε μεταβλητή έχει t-ratio πάνω από 1.645 μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Να σημειωθεί ότι αποδεκτή γίνεται η απόλυτη τιμή του t-ratio, καθώς ο δείκτης μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές.

3.5.5 Συντελεστής Προσαρμογής R^2

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

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Όπου n είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων, y_i είναι οι πραγματικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής y , $\bar{y}$ που είναι η μέση τιμή της μεταβλητής y και $\hat{y}_i$ είναι οι εκτιμημένες τιμές της y .

Οι τιμές του συντελεστή προσδιορισμού R^2 κυμαίνονται από το 0 ως το 1 και προφανώς όσο η τιμή πλησιάζει προς το 1 τόσο καλύτερη προσαρμογή έχει το μοντέλο. $R^2=1$ σημαίνει ότι οι ερμηνευτικές μεταβλητές εξηγούν το 100% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής και άρα έχουμε ένα τέλειο μοντέλο. $R^2=0$ σημαίνει ότι οι ερμηνευτικές μεταβλητές δεν εξηγούν καθόλου τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής.

Συμπερασματικά, καθίσταται σαφές ότι όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X .

Ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία, κάτι το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που είναι αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή R^2 .

Ο συντελεστής R^2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το x παίρνει καθορισμένες τιμές ή αν είναι τυχαία μεταβλητή.

3.5.6 Μέθοδος Μέγιστης Πιθανοφάνειας

Η **μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας** (Likelihood Ratio Test - LRT) αποτελεί ένα κριτήριο για την εκτίμηση της στατιστικής εμπιστοσύνης των μεταβλητών ενός μοντέλου. Σκοπός είναι να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια και αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας L είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Μοντέλα με πολλές μεταβλητές αποδεικνύονται πιο σύνθετα και απαιτείται ένα κριτήριο, με το οποίο να αποφασίζεται εάν η μείωση του λογαρίθμου πιθανοφάνειας αντισταθμίζεται από την αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου.

Αυτό το κριτήριο είναι το **κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (LRT)**, το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$LRT = -2(L(b) - L(0)) > \chi^2_{b,0.05}$$

όπου:

- $L(0)$, ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου χωρίς τις μεταβλητές
- $L(b)$, ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου με τις μεταβλητές
- $\chi^2_{b,0.05}$, η τιμή του κριτηρίου χ^2 για b βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5 τοις εκατό.

Αν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε το μοντέλο με τις μεταβλητές είναι **στατιστικά προτιμότερο** από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές.

3.6 Λειτουργία του Στατιστικού Λογισμικού

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση ειδικού στατιστικού λογισμικού. Χρησιμοποιείται η εντολή Analyze για αυτήν την ανάλυση. Η εντολή περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

Descriptive statistics: Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή Options. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).

Correlate: Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή Bivariate → correlations. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης Pearson αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης Spearman αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.

Regression: Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Λόγω της φύσης των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών, επιλέχθηκε η

λογαριθμογραμμική παλινδρόμηση (loglinear regression) και γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Factor(s) αν είναι διακριτές ή στο πλαίσιο Covariate(s) αν είναι συνεχείς. Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μία μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Covariate(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί, αν και δοκιμάστηκαν κι άλλες μέθοδοι. Τέλος τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν.

4 Συλλογή και Επεξεργασία στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Ο **στόχος** της παρούσας έρευνας είναι η συσχέτιση της αυτοαξιολόγησης και λοιπών χαρακτηριστικών των οδηγών με παραμέτρους της οδικής τους συμπεριφορά μέσω της χρήσης ερωτηματολογίων και προσομοιωτή οδήγησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναμένεται να δώσουν μια καλύτερη εικόνα της σχέσης μεταξύ της αυτοαξιολόγησης και της οδικής συμπεριφοράς.

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά στη **συλλογή και επεξεργασία στοιχείων**, περιλαμβάνει δύο υπό-κεφάλαια. Στο πρώτο μέρος που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, περιγράφεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε για τα στοιχεία που συλλέχθηκαν. Στο δεύτερο μέρος το οποίο αφορά στην επεξεργασία των στοιχείων παρατίθενται συγκεντρωτικοί πίνακες στους οποίους περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος, ακολουθούμενοι από τον απαραίτητο σχολιασμό. Στο τέλος, αναλύεται ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

4.2 Πείραμα σε Προσομοιωτή Οδήγησης

Το πείραμα σχεδιάστηκε από μια **διεπιστημονική ομάδα** αποτελούμενη από τρεις ερευνητικές ομάδες: Συγκοινωνιολόγοι Μηχανικοί του Τμήματος Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ), Νευρολόγοι του 2ου Τμήματος Νευρολογίας, Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών, Γενικό Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ, Χαϊδάρι, Αθήνα, Νευροψυχολόγοι του Τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, του 2ου Τμήματος Νευρολογίας του Πανεπιστημιακού Γενικού Νοσοκομείου ΑΤΤΙΚΟΝ και του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον **προσομοιωτή οδήγησης** που διαθέτει το Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο εν λόγω προσομοιωτής οδήγησης (Εικόνα 4.1) είναι πιστοποιημένος από την εταιρία Foerst Driving Simulator FPF και έχει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

- 3 οθόνες LCD 40"
- Οπτικό πεδίο 170ο
- Θέση οδήγησης και κινούμενη βάση



Εικόνα 4.1: Φωτογραφία του προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF)

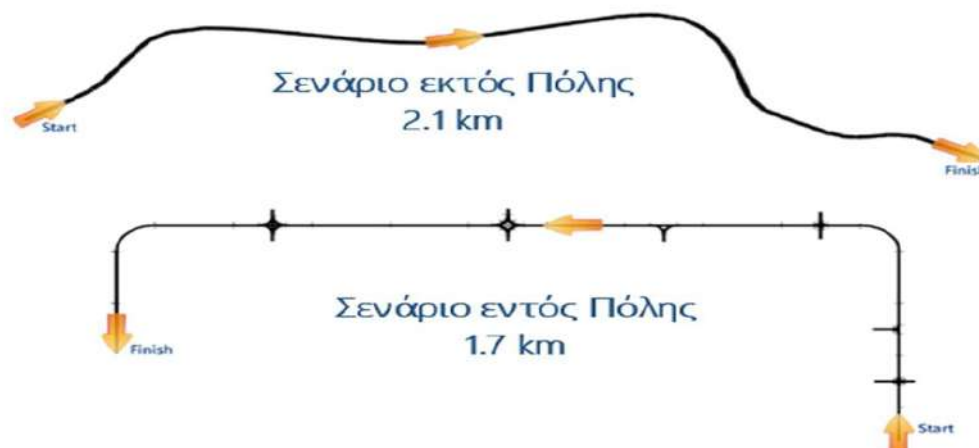
Διαθέτει ρυθμιζόμενο κάθισμα οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς και δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη που εμφανίζονται στις πλάγιες και την κεντρική οθόνη αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το «όχημα». Τα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός είναι μοχλός 5 ταχυτήτων και όπισθεν, φλας, υαλοκαθαριστήρες, φώτα, κόρνα, χειρόφρενο και μίζα (Εικόνες 4.2, 4.3).



Εικόνες 4.2, 4.3: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή οδήγησης

4.2.1 Σχεδιασμός Πειράματος

Στο πλαίσιο του πειράματος **οι συμμετέχοντες** οδήγησαν υπό διαφορετικές συνθήκες απόσπασης της προσοχής (κινητό τηλέφωνο, συνομιλία με συνεπιβάτη), εντός/εκτός κατοικημένης περιοχής σε χαμηλό/υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Ο σχεδιασμός των σεναρίων οδήγησης αποτέλεσε κύριο τμήμα της πειραματικής διαδικασίας και περιλαμβάνει οδήγηση υπό διαφορετικές οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες (εντός/εκτός κατοικημένης περιοχής, χαμηλός/υψηλός φόρτος, με/χωρίς απόσπαση της προσοχής του οδηγού).



Εικόνα 4.4: Διαδρομές οδήγησης εντός/εκτός πόλης

Το **πρώτο σενάριο**, μήκους 2,1km, ήταν σχεδιασμένο σε **περιβάλλον εκτός κατοικημένης περιοχής**, με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση και πλάτος δρόμου 3m. Πιο συγκεκριμένα, ο κάθε συμμετέχων οδηγούσε 12,6 χιλιόμετρα σε περίπου 20 λεπτά. Μετά το τέλος της κάθε διαδρομής, όταν δηλαδή το αυτοκίνητο έφτανε σε ένα σημείο με οδικά έργα και αναγκαζόταν να σταματήσει, η οθόνη γινόταν μαύρη για κάποια δευτερόλεπτα και στη συνέχεια ξεκινούσε πάλι από την αρχή για την επόμενη διαδρομή. Μόλις ο συμμετέχων οδηγούσε και τις 6 διαδρομές, δηλαδή 2,1 χιλιόμετρα για 3,5 λεπτά για την κάθε διαδρομή, έκανε διάλειμμα.



Εικόνα 4.5: Σενάριο εκτός πόλης

Το **δεύτερο σενάριο** ήταν σχεδιασμένο σε **αστικό περιβάλλον** μήκους 1,7km, στο μεγαλύτερο μήκος του οποίου υπάρχουν δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση με νησίδα και πλάτος λωρίδας 3,5m. Επιπλέον, η οδήγηση περιλαμβάνει σταθμευμένα οχήματα, κανονική σήμανση, δύο σηματοδοτημένους κόμβους και έναν κυκλικό κόμβο (roundabout). Ο κάθε συμμετέχων οδηγούσε 10,2 χιλιόμετρα για 20 περίπου λεπτά συνολικά. Μετά το τέλος της κάθε διαδρομής, η οθόνη γινόταν μαύρη και γυρνούσε στην αρχή, για να ξεκινήσει η επόμενη διαδρομή. Μετά την ολοκλήρωση και των έξι διαδρομών, δηλαδή 1,7 χιλιόμετρα για 3,5 λεπτά η καθεμία, ο συμμετέχων έκανε ένα δεύτερο διάλειμμα



Εικόνα 4.6: Σενάριο εντός πόλης

Κατά τη διάρκεια κάθε επιμέρους οδήγησης, εξετάστηκαν επίσης δύο **κυκλοφοριακά σενάρια** και τρεις συνθήκες απόσπασης της προσοχής του οδηγού. Οι κυκλοφοριακές συνθήκες περιλάμβαναν:

- **Συνθήκες χαμηλού φόρτου** – Οι αφίξεις των οχημάτων προέρχονται από κατανομή Γάμμα με μέση τιμή $m=12\text{sec}$, και διακύμανση $\sigma^2=6\text{ sec}$, αντιπροσωπεύοντας έναν μέσο κυκλοφοριακό φόρτο $Q=300$ οχήματα/ώρα.
- **Συνθήκες υψηλού φόρτου** – Οι αφίξεις των οχημάτων προέρχονται από κατανομή Γάμμα με μέση τιμή $m=6\text{sec}$, και διακύμανση $\sigma^2=3\text{ sec}$, αντιπροσωπεύοντας έναν μέσο κυκλοφοριακό φόρτο $Q=600$ οχήματα/ώρα.

Οι συνθήκες **απόσπασης της προσοχής του οδηγού** που εξετάστηκαν περιλάμβαναν οδήγηση χωρίς απόσπαση της προσοχής, συνομιλία με συνεπιβάτη και χρήση κινητού τηλεφώνου. Κατά συνέπεια, κάθε σενάριο (εντός/εκτός κατοικημένης περιοχής) περιλάμβανε 6 επιμέρους διαδρομές.

Πηγές απόσπασης προσοχής	Οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες			
	Αστική περιοχή		Υπεραστική περιοχή	
	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος
Αναπόσπαστη οδήγηση	●	●	●	●
Συνομιλία με συνεπιβάτη	●	●	●	●
Συνομιλία με κινητό τηλέφωνο	●	●	●	●

Πίνακας 4.1: Οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες

Πιο αναλυτικά, δημιουργήθηκαν δύο συνεδρίες οδήγησης με έξι δοκιμές η κάθε μία που τυχαιοποιήθηκαν μεταξύ τους.

Χαρακτηριστικά Δοκιμών						
Συνεδρία	Τύπος περιοχής	Δοκιμή	Φόρτος Q	Παράγων απόσπασης προσοχής	~ Μήκος (Km)	~ Διάρκεια (min)
1	Αστική	1	Μέτριος	Κανένας	1,7	3,5
		2	Υψηλός	Κανένας	1,7	3,5
		3	Μέτριος	Κινητό τηλέφωνο	1,7	3,5
		4	Υψηλός	Κινητό τηλέφωνο	1,7	3,5
		5	Μέτριος	Συνομιλία	1,7	3,5
		6	Υψηλός	Συνομιλία	1,7	3,5
2	Υπεραστική	7	Μέτριος	Κανένας	2,1	3,5
		8	Υψηλός	Κανένας	2,1	3,5
		9	Μέτριος	Κινητό τηλέφωνο	2,1	3,5
		10	Υψηλός	Κινητό τηλέφωνο	2,1	3,5
		11	Μέτριος	Συνομιλία	2,1	3,5
		12	Υψηλός	Συνομιλία	2,1	3,5
Σύνολο					22,8	42

Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά Δοκιμών

Μη αναμενόμενα συμβάντα

Κατά τη διάρκεια κάθε διαδρομής, **2 μη αναμενόμενα συμβάντα** είχαν σχεδιαστεί να συμβούν σε συγκεκριμένα σημεία της διαδρομής (αλλά όχι στο ίδιο σημείο σε κάθε διαδρομή για να εξαλειφθεί το φαινόμενο της απομνημόνευσης από τον οδηγό). Πιο συγκεκριμένα, τα μη αναμενόμενα συμβάντα στις διαδρομές εκτός κατοικημένης περιοχής περιλάμβαναν την **ξαφνική εμφάνιση ζώου** στο δρόμο ενώ στις διαδρομές εντός κατοικημένης περιοχής περιλάμβαναν την **ξαφνική εμφάνιση ενός πεζού** ή ενός παιδιού που κυνηγάει μια μπάλα στο δρόμο.



Εικόνα 4.7: Μη αναμενόμενο συμβάν εκτός πόλης



Εικόνα 4.8: Μη αναμενόμενο συμβάν εντός πόλης

Δοκιμαστική οδήγηση

Η πειραματική διαδικασία ξεκινούσε με **δοκιμαστική οδήγηση** έως ότου ο συμμετέχων συνηθίσει το περιβάλλον προσομοίωσης. Αντίθετα με αντίστοιχα πειράματα της διεθνούς βιβλιογραφίας δεν υπήρχε χρονικός περιορισμός αλλά αναπτύχθηκαν συγκεκριμένα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία ελεγχόταν η εξοικείωση του οδηγού με τον προσομοιωτή. Πιο συγκεκριμένα κάθε συμμετέχων ελεγχόταν:

- στο **χειρισμό του προσομοιωτή** (εκκίνηση, μηχανής, ταχύτητες, χειρισμός τιμονιού, κλπ.)
- στη **διατήρηση της πλευρικής θέσης** (χωρίς να βρίσκονται σε επαφή ή να διασχίσουν οι τροχοί τα όρια της λωρίδας)
- στη **διατήρηση σταθερής ταχύτητας** και κατάλληλης για το είδος της οδού
- στην **ακινητοποίηση του οχήματος** μέχρι να κρίνει ο υπεύθυνος της δοκιμασίας ότι ο οδηγός αισθάνεται ότι οδηγεί άνετα

Αρχικά, οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε ευθεία όσες φορές χρειαζόταν έως ότου αισθανθούν άνετα με τη λωρίδα τους. Έπειτα, οδήγησαν εντός της λωρίδας σε μια άνετη για αυτούς ταχύτητα. Ζητήθηκε από τους υποψήφιους να παραμείνουν εντός

της λωρίδας τους για 30 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγήσουν σε διαδρομή με στροφές και τους ζητήθηκε να μην ακουμπήσουν τη διαχωριστική γραμμή μεταξύ των λωρίδων για 60 δευτερόλεπτα. Η διαδικασία επαναλαμβανόταν για τον κάθε υποψήφιο όσες φορές χρειαζόταν, μέχρι να ικανοποιηθούν τα κριτήρια. Στην τελευταία οδήγηση, οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε μια μικρή πόλη με σήμανση και φωτεινούς σηματοδότες, με την κατάλληλη ταχύτητα και σταματώντας εντελώς το όχημα σε έξι διασταυρώσεις.

4.2.2 Τυχαιοποίηση Δοκιμών

Η βασική αρχή του πειραματικού σχεδιασμού είναι η **τυχαιοποίηση**, που είναι η τυχαία διαδικασία ανάθεσης δοκιμών στις μονάδες του πειράματος. Η τυχαία διαδικασία υποδηλώνει ότι κάθε πιθανή κατανομή των δοκιμών έχει την ίδια πιθανότητα. Ο σκοπός της τυχαιοποίησης είναι να **απομακρυνθεί η μεροληψία** και άλλες πηγές εξωγενούς απόκλισης, οι οποίες δεν είναι ελεγχόμενες. Ένα άλλο **πλεονέκτημα** της τυχαιοποίησης είναι ότι αποτελεί τη βάση κάθε έγκυρου στατιστικού τεστ. Επομένως οι διαδικασίες πρέπει να εκχωρηθούν τυχαία στις πειραματικές μονάδες.

Σε αυτό το πείραμα υπήρξε **τυχαιοποίηση** στη σειρά των τύπων της περιοχής (αστική/υπεραστική) στον οποίο θα συμμετείχε ο οδηγός, καθώς και στη σειρά των σεναρίων κυκλοφορικού φόρτου και των σεναρίων διάσπασης της προσοχής. Ωστόσο, συνήχθη το συμπέρασμα ότι η πλήρης τυχαιοποίηση δεν θα είχε νόημα, καθώς θα προέκυπτε ένας τεράστιος αριθμός συνδυασμών, συνεπώς επιλέχτηκε ένας περιορισμένος αριθμός συνδυασμών για κάθε μεταβλητή. Τα αποτελέσματα κάθε μιας από τις έξι δοκιμές κάθε συνεδρίας συνθέτουν **24 συνδυασμούς**. Αυτά τα σενάρια ανατέθηκαν τυχαία στους συμμετέχοντες, με ισοσταθμισμένη μεθοδολογία, έτσι ώστε κάθε σενάριο να ανατίθεται σε ίσο αριθμό συμμετεχόντων

Σειρά Τυχαιοποιημένων Δοκιμών

1	QM-No	QM-Mob	QM-Conv	QH-No	QH-Mob	QH-Conv
2	QM-No	QM-Conv	QM-Mob	QH-No	QH-Conv	QH-Mob
3	QM-Conv	QM-Mob	QM-No	QH-Conv	QH-Mob	QH-No
4	QM-Conv	QM-No	QM-Mob	QH-Conv	QH-No	QH-Mob
5	QM-Mob	QM-Conv	QM-No	QH-Mob	QH-Conv	QH-No
6	QM-Mob	QM-No	QM-Conv	QH-Mob	QH-No	QH-Conv
7	QH-No	QH-Mob	QH-Conv	QM-No	QM-Mob	QM-Conv
8	QH-No	QH-Conv	QH-Mob	QM-No	QM-Conv	QM-Mob
9	QH-Conv	QH-Mob	QH-No	QM-Conv	QM-Mob	QM-No
10	QH-Conv	QH-No	QH-Mob	QM-Conv	QM-No	QM-Mob
11	QH-Mob	QH-Conv	QH-No	QM-Mob	QM-Conv	QM-No
12	QH-Mob	QH-No	QH-Conv	QM-Mob	QM-No	QM-Conv
13	QM-No	QH-No	QM-Mob	QH-Mob	QM-Conv	QH-Conv
14	QM-No	QH-No	QM-Conv	QH-Conv	QM-Mob	QH-Mob
15	QM-Conv	QH-Conv	QM-Mob	QH-Mob	QM-No	QH-No
16	QM-Conv	QH-Conv	QM-No	QH-No	QM-Mob	QH-Mob
17	QM-Mob	QH-Mob	QM-Conv	QH-Conv	QM-No	QH-No
18	QM-Mob	QH-Mob	QM-No	QH-No	QM-Conv	QH-Conv
19	QH-No	QM-No	QH-Mob	QM-Mob	QH-Conv	QM-Conv
20	QH-No	QM-No	QH-Conv	QM-Conv	QH-Mob	QM-Mob
21	QH-Conv	QM-Conv	QH-Mob	QM-Mob	QH-No	QM-No
22	QH-Conv	QM-Conv	QH-No	QM-No	QH-Mob	QM-Mob
23	QH-Mob	QM-Mob	QH-Conv	QM-Conv	QH-No	QM-No
24	QH-Mob	QM-Mob	QH-No	QM-No	QH-Conv	QM-Conv

QM: Χαμηλός φόρτος, QH: Υψηλός φόρτος,
No: καμία διάσπαση, Mob: κινητό τηλέφωνο, Conv: συνομιλία με επιβάτες

Πίνακας 4.3: Τυχαιοποιημένες Δοκιμές

Τα παραπάνω σενάρια προγραμματίστηκαν χρησιμοποιώντας το εργαλείο προγραμματισμού R8103 του προσομοιωτή οδήγησης, σε μια γλώσσα σεναρίων που υποστηρίζεται από το περιβάλλον του προσομοιωτή.

4.3 Ερωτηματολόγια

Μετά την ολοκλήρωση της οδήγησης στον προσομοιωτή, οι συμμετέχοντες καλούνταν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο συμπεριφοράς οδηγού, 38 ερωτήσεων, το οποίο περιελάμβανε τις παρακάτω ενότητες ερωτήσεων:

- Οδηγική εμπειρία – Μετακινήσεις:

Περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με την οδηγική εμπειρία και τις οδηγικές συνήθειες των συμμετεχόντων. Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει επίσης ερωτήματα που εξετάζουν την οδηγική εμπειρία των συμμετεχόντων σε διαφορετικά περιβάλλοντα οδήγησης ή καταστάσεις, π.χ. συχνότητα οδήγησης κατά την ώρα αιχμής, παρέχοντας έτσι πιο λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την οδηγική εμπειρία των συμμετεχόντων.

- **Αυτοαξιολόγηση Οδηγού :**

Περιλαμβάνει ερωτήσεις που αξιολογούν σε κλίμακα 4 διαβαθμίσεων (αδύνατο-λίγο αδύνατο-μάλλον δυνατό-δυνατό) τα αδύνατα και τα δυνατά σημεία οδήγησης ενός οδηγού (π.χ να οδηγεί μακρινές αποστάσεις) καθώς και ερωτήσεις σύγκρισης της οδήγησης του σε διάφορες συνθήκες σε σχέση με 5 χρόνια πριν.

- Οδήγηση με απόσπαση προσοχής:

Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο κλίμακας σχετικά με την άποψή τους για τις αποσπάσεις στο δρόμο, παραδείγματος χάριν τη χρήση κινητού σε συνθήκες υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου(καθόλου επικίνδυνο έως πολύ επικίνδυνο)

- Συναισθήματα και Συμπεριφορά Οδηγού:

Μελετήθηκαν διαφορετικές εκφάνσεις συναισθημάτων των οδηγών. Συμπεριλάμβανε ερωτήσεις σχετικά με τη συχνή ανάμειξη σε φιλονικίες (0-9 φορές το χρόνο), ερωτήσεις σχετικά με την ασφάλεια, όπως για παράδειγμα οδήγηση υπό μέθη σε κλίμακα 4 διαβαθμίσεων(καθόλου-πολύ συχνά), και μια κλίμακα σχετικά με το θυμό κατά τη διάρκεια της οδήγησης(σχεδόν ποτέ-σχεδόν πάντα)

- Ιστορικό Συμβάντων:

Ποσοτικοποιήθηκε μέσω της συχνότητας εμφάνισης ατυχήματος(0-9 φορές συνολικά, ή στα τελευταία δύο χρόνια)

Τα ερωτηματολόγια έχουν επισυναφθεί στο παράρτημα Ι.

4.4 Δείγμα

4.4.1 Κριτήρια Αποκλεισμού

Για τη συμμετοχή στο πείραμα επιλέχθηκαν συγκεκριμένα συγκοινωνιακά **κριτήρια αποκλεισμού**:

- Δίπλωμα οδήγησης σε ισχύ (όχι)
- Έτη οδήγησης (<3 χρόνια)
- Ετήσια χιλιόμετρα οδήγησης (<2.500 km)
- Αριθμός εβδομαδιαίων μετακινήσεων(<1μετακίνηση/εβδομάδα)
- Αριθμός εβδομαδιαίων χιλιομέτρων οδήγησης (<10 km/εβδομάδα)

Κάθε υποψήφιος που δεν πληρούσε όλα τα παρακάτω κριτήρια αποκλειόταν από την πειραματική διαδικασία.

4.4.2 Χαρακτηριστικά Δείγματος

Προκειμένου να συμπεριληφθεί ένα δείγμα που αντιπροσωπεύει τον γενικό πληθυσμό των οδηγών αλλά περιλαμβάνει επίσης ένα σχετικά μεγαλύτερο δείγμα των ηλικιακών ομάδων ενδιαφέροντος, επελέγη η υπερδειγματολόγηση των γηραιότερων οδηγών και των οδηγών με παθολογίες. Το δείγμα των συμμετεχόντων περιλαμβάνει επομένως δύο διαφορετικές ομάδες. Μια ομάδα συμμετεχόντων με νευρολογική ασθένεια, που επιλέγεται ρητά από τις ερευνητικές ομάδες νευρολογίας/νευροψυχολογίας και μια ομάδα "control" χωρίς γνωστή παθολογική κατάσταση. Στην παρούσα διπλωματική εργασία τα δεδομένα της πρώτης ομάδας απορρίφθηκαν και **μελετήθηκαν μόνο της δεύτερης ομάδας με τα υγιή άτομα**.

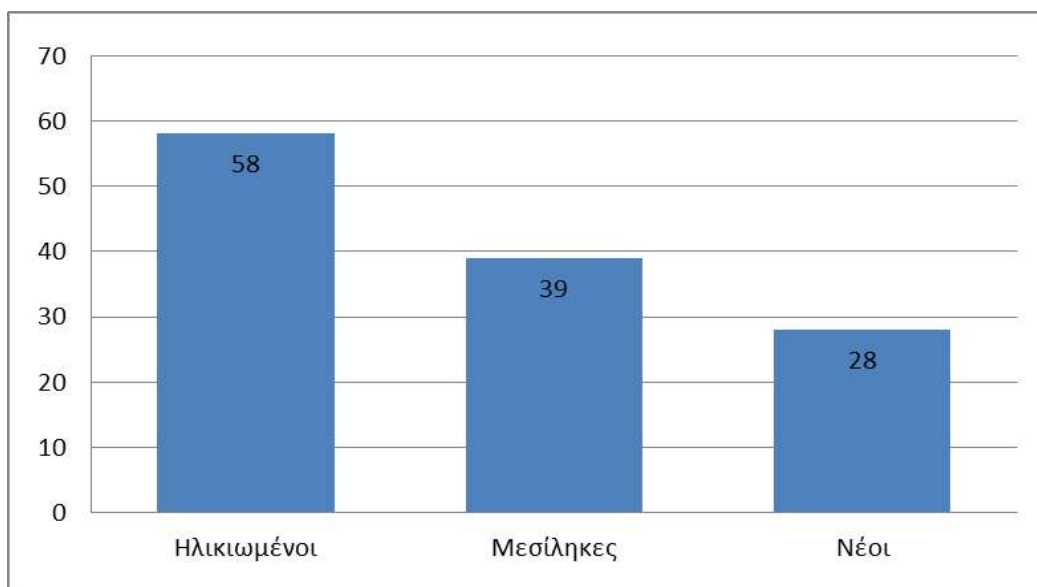
Ένα δείγμα τουλάχιστον 175 συμμετεχόντων με παθολογική κατάσταση εξετάσθηκε σε περίπου 2 χρόνια. Άτομα ηλικίας άνω των 55 ετών συμπεριλήφθηκαν κατά προτεραιότητα στη μελέτη, λόγω της αυξημένης πιθανότητας εμφάνισης τέτοιων παθολογικών καταστάσεων. Μια παρόμοια ομάδα ελέγχου άλλων 125 συμμετεχόντων που δεν έχουν γνωστή παθολογική κατάσταση, των ίδιων ηλικιακών ομάδων θα πρέπει τότε να είναι επαρκής. Ως εκ τούτου, το δείγμα των συμμετεχόντων ανήλθε συνολικά σε τουλάχιστον **300 άτομα**.

Ηλικία	Ασθενείς	Υγιείς	Σύνολο
> 55	166	57	223
< 55	26	68	94
Σύνολο	192	125	317

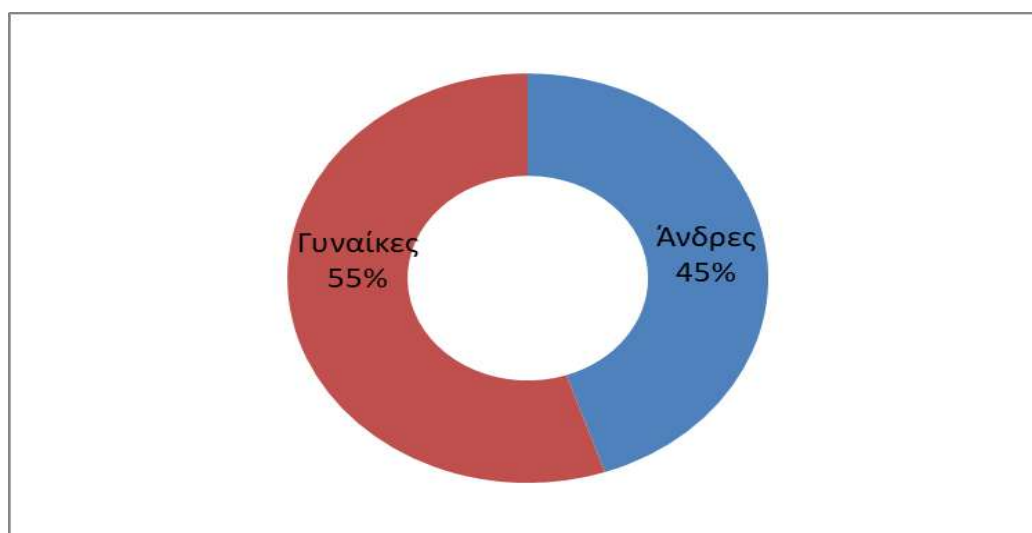
Πίνακας 4.4: Χαρακτηριστικά δείγματος

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 4.4, το πείραμα πραγματοποιήσαν συνολικά **317 συμμετέχοντες**. Από τους 317 συμμετέχοντες **οι 125 ήταν υγιείς** και μελετήθηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία.

Όσον αφορά τους υγιείς οδηγούς ο **μέσος όρος ηλικίας** τους ήταν **50 έτη**. Παρακάτω παρατίθεται διάγραμμα με την ηλικιακή κατανομή των συμμετεχόντων.



Διάγραμμα 4.1: Ηλικιακή κατανομή συμμετεχόντων



Διάγραμμα 4.2: Ποσοστιαία Κατανομή συμμετεχόντων ανάλογα με το φύλο

Από το διάγραμμα 4.2 προκύπτει ότι **το μεγαλύτερο ποσοστό** των υγιή συμμετεχόντων ήταν **γυναίκες** με ποσοστό 55% σε σχέση με τους άνδρες (45%).

4.5 Επεξεργασία Δεδομένων

4.5.1 Βάση Δεδομένων

Το κάθε **σενάριο οδήγησης** οδηγεί σε αρχείο με πρωτογενή δεδομένα **για 33 μεταβλητές** οδηγικής επίδοσης (ταχύτητα, χρονοαπόσταση, πλευρική θέση, γωνία τιμονιού, επιβράδυνση, επιτάχυνση κ.α.) με 20 στιγμιαίες τιμές αυτών των μεγεθών ανά δευτερόλεπτο (πάνω από 36.000 μετρήσεις για κάθε συμμετέχοντα και κάθε διαδρομή). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται όλες οι μεταβλητές:

A/A	Μεταβλητή	Επεξήγηση
1	Time	current real-time in milliseconds since start of the drive.
2	x-pos	x-position of the vehicle in m.
3	y-pos	y-position of the vehicle in m.
4	z-pos	z-position of the vehicle in m.
5	road	road number of the vehicle in [int].
6	richt	direction of the vehicle on the road in [BOOL] (0/1).
7	rdist	distance of the vehicle from the beginning of the drive
8	rspur	track of the vehicle from the middle of the road in m.
9	ralpha	direction of the vehicle compared to the road direction
10	Dist	driven course in meters since begin of the drive.
11	Speed	actual speed in km/h.
12	Brk	brake pedal position in percent.
13	Acc	gas pedal position in percent.
14	Clutch	clutch pedal position in percent.
15	Gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
16	RPM	motor revolution in 1/min.
17	HWay	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
18	DLeft	Distance to the left road board in meter.
19	DRight	Distance to the right road board in meter.
20	Wheel	Steering wheel position in degrees.
21	THead	time to headway, i.e. to collision with the ahead driving
22	TTL	time to line crossing, time until the road border line is
23	TTC	time to collision (all obstacles), in seconds.
24	AccLat	acceleration lateral, in m/s ² .
25	AccLon	acceleration longitudinal, in m/s ² .
26	EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 =
27	EvDist	event-distance in m.
28	ErrINo	number of the most important driving failure since the
29	ErrIVal	state date belonging to the failure, content varies
30	Err2No	number of the next driving failure (maybe empty).
31	Err2Val	additional date to failure 2.
32	Err3No	number of a further driving failure (maybe empty).
33	Err3Val	additional date to failure 3.

Πίνακας 4.5: Μεταβλητές Προσομοιωτή Οδήγησης

Από το ερωτηματολόγιο οι μεταβλητές που εξετάζονται στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας είναι οι ακόλουθες:

ΕΝΟΤΗΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΩΤΗΣΗΣ	ΕΡΩΤΗΣΗ
B.Αυτοαξιολόγηση οδηγού	13	Ποιά είναι τα αδύνατα και ποιά τα δυνατά σημεία σας στην οδήγηση;
B.Αυτοαξιολόγηση οδηγού	18	Ποια από τα παρακάτω και πόσο συχνά θεωρείτε ότι σας χαρακτηρίζουν στην οδήγηση;

Πίνακας 4.6: Μεταβλητές Ερωτηματολογίου

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι μεταβλητές να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους. Για να αποκτήσουν οι ποιοτικές μεταβλητές την έννοια της μέτρησης αποφασίστηκε να καταχωρηθούν στον πίνακα με τέτοιο τρόπο, ώστε η κάθε μία να αντιστοιχεί σε κάποιον ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα το φύλο των οδηγών χωρίστηκε σε δύο κατηγορίες 1: άνδρας, 2: γυναίκα.

4.5.2 Επίπεδα Επεξεργασίας Βάσης Δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων ήταν εκτενής και χωρίζεται σε τέσσερα επίπεδα. DRV-0, (Επίπεδο 0): πρωτότυπα αρχεία καταγραφής κυκλοφορίας. DRV-1, (Επίπεδο -1): πρωτότυπα αρχεία δεδομένων οδηγών. DRV-2, (Επίπεδο- 2): επεξεργασμένα αρχεία με δεδομένα οδηγών. DRV-3, (Επίπεδο-3): επεξεργασμένο αρχείο με τα δεδομένα όλων των οδηγών. DRV-4, (Επίπεδο -4): επεξεργασμένο αρχείο με όλες τις αξιολογήσεις για όλους τους οδηγούς.

Master Data File: Υπάρχει ένα αρχείο Excel με όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για κάθε οδηγό για κάθε σκέλος αξιολόγησης, είναι έτοιμο για τις αναλύσεις (ένας οδηγός ανά γραμμή). Το αρχείο αυτό που είναι και το τελικό εισήχθη στο πρόγραμμα στατιστικών αναλύσεων SPSS για να μελετηθούν αναλυτικά τα δεδομένα, να ομαδοποιηθούν και να παραχθούν τα υποψήφια μοντέλα.

4.6 Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 4.5.2, η βάση δεδομένων δόθηκε σε μορφή αρχείου Excel συμβατή με το στατιστικό πρόγραμμα. Ο τελικός πίνακας στο λογισμικό Excel διαμορφώθηκε μόνο με τους υγιείς συμμετέχοντες οδηγούς (125 οδηγοί-125 γραμμές).

Για την εισαγωγή των παραπάνω δεδομένων στο SPSS χρησιμοποιήθηκε η εντολή **File -> Open -> Data**. Στο παράθυρο που εμφανίζεται πρέπει να επιλεχθεί το *'Read variable names from the first row of data'*, ώστε η πρώτη γραμμή του αρχείου να

αντιπροσωπεύει τα ονόματα των μεταβλητών. Η τελική μορφή του αρχείου μετά την εισαγωγή του στο SPSS έχει τη μορφή της Εικόνας 4.9.

	PersonID	Age	AgeGroup	NeoI	MesilikoI	Iliomenoi	Gender	Education	DrivingExperience	R.TrialSequence.1	R.Traffic.1	R.Distractor.1	R.m.1	R.s.1
1	0003	72	3	.00	.00	1.00	2	12	46	1 QL	NO		3	
2	0006	50	2	.00	1.00	.00	2	16	32	2 QL	NO		2	
3	0008	43	2	.00	1.00	.00	2	16	18	4 QL	NO		2	
4	0010	56	3	.00	1.00	.00	1	14	34	. QL	NO			
5	0012	47	2	.00	1.00	.00	2	16	22	3 QL	NO		2	
6	0016	45	2	.00	1.00	.00	1	18	30	4 QL	NO		1	
7	0018	78	3	.00	.00	1.00	2	12	37	1 QL	NO		2	
8	0019	55	3	.00	1.00	.00	2							
9	0020	32	1	1.00	.00	.00	1							
10	0021	51	2	.00	1.00	.00	1	14	28	1 QL	NO		2	
11	0024	58	3	.00	1.00	.00	1							
12	0025	50	2	.00	1.00	.00	2							
13	0029	66	3	.00	.00	1.00	1	18	35	4 QL	NO		2	
14	0031	55	3	.00	1.00	.00	1	6	35	2 QL	NO		2	
15	0034	58	3	.00	1.00	.00	2	16	33	1 QL	NO		2	
16	0036	39	2	.00	1.00	.00	2	12	15	4 QL	NO		2	
17	0038	28	1	1.00	.00	.00	1	16	11	3 QL	NO		2	
18	0041	53	2	.00	1.00	.00	2	12	20	1 QL	NO		2	
19	0043	48	2	.00	1.00	.00	1	16	30	4 QL	NO		2	
20	0046	25	1	1.00	.00	.00	1	16	10	3 QL	NO		1	
21	0048	25	1	1.00	.00	.00	2	16	5	1 QL	NO		1	
22	0051	39	2	.00	1.00	.00	1			4 QL	NO		1	
23	0054	56	3	.00	1.00	.00	2							
24	0056	51	2	.00	1.00	.00	2							
25	0056	33	1	1.00	.00	.00	1	17		4 QL	NO		2	
26	0057	58	3	.00	1.00	.00	2	12	31	4 QL	NO		2	
27	0058	57	3	.00	1.00	.00	2	12	31	QL	NO			

Εικόνα 4.9: Τα δεδομένα μετά την εισαγωγή τους στο SPSS.

Στη δεύτερη καρτέλα **Variable View**, η οποία φαίνεται στην Εικόνα 4.10, εμφανίζονται χρήσιμες πληροφορίες για όλες τις μεταβλητές του μοντέλου. Συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων αναφέρεται το **είδος της μεταβλητής** που διακρίνεται σε συνεχή (**scale**), διατεταγμένη (**ordinal**) και διακριτή (**nominal**), το εύρος των τιμών που αυτή λαμβάνει, και τυχόν τιμές που μπορεί να λείπουν. Επισημαίνεται ότι, το πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες και όλες οι στήλες αποτελούνται από αριθμούς και όχι από κείμενο.

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	PersonID	String	4	0	Person ID	None	None	14	Center	Nominal	Input
2	Age	Numeric	3	0		None	None	6	Center	Scale	Input
3	AgeGroup	Numeric	10	0		None	None	10	Right	Nominal	Input
4	NeoI	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
5	MesilikoI	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
6	Iliomenoi	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal	Input
7	Gender	Numeric	2	0		None	None	8	Right	Nominal	Input
8	Education	Numeric	3	0		None	None	12	Center	Scale	Input
9	Drivingexper	Numeric	3	0	Driving Experie	None	None	13	Center	Scale	Input
10	R.TrialSequ...	Numeric	2	0		None	None	12	Right	Nominal	Input
11	R.Traffic.1	String	2	0		None	None	12	Left	Nominal	Input
12	R.Distractor.1	String	2	0		None	None	11	Left	Nominal	Input
13	R.m.1	Numeric	2	0		None	None	12	Right	Nominal	Input
14	R.s.1	Numeric	3	0		None	None	12	Right	Scale	Input
15	R.TimeRun.1	Numeric	4	0		None	None	12	Right	Scale	Input
16	R.Distance...	Numeric	16	11		None	None	11	Right	Scale	Input
17	R.AverageS...	Numeric	16	13		None	None	14	Right	Scale	Input
18	R.StdDevAver...	Numeric	16	14		None	None	15	Right	Scale	Input
19	R.LateralPo...	Numeric	16	14		None	None	15	Right	Scale	Input
20	R.StdLateral...	Numeric	17	15		None	None	16	Right	Scale	Input
21	R.RalphAver...	Numeric	17	15		None	None	16	Right	Scale	Input
22	R.StdRalph...	Numeric	17	15		None	None	16	Right	Scale	Input
23	R.BrakeAver...	Numeric	17	15		None	None	16	Right	Scale	Input
24	R.StdBrake...	Numeric	17	15		None	None	16	Right	Scale	Input
25	R.GearAver...	Numeric	16	14		None	None	15	Right	Scale	Input
26	R.StdGearA...	Numeric	17	15		None	None	16	Right	Scale	Input
27	R.RpmAver...	Numeric	16	11		None	None	12	Right	Scale	Input
28	R.StdRpmA...	Numeric	16	12		None	None	13	Right	Scale	Input
29	R.HWayAver...	Numeric	18	14		None	None	15	Right	Scale	Input

Εικόνα 4.10: Η καρτέλα Variable View του SPSS.

5 Εφαρμογή Μεθοδολογίας και Αποτελέσματα

5.1 Ανάλυση Παραγόντων

Η Ανάλυση παραγόντων (**Factor Analysis**) είναι μία τεχνική μείωσης δεδομένων (data reduction). Μέσω της ανάλυσης παραγόντων καταβλήθηκε προσπάθεια να καθοριστούν οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι προσδιορίζουν την συμπεριφορά οδήγησης των οδηγών.

5.1.1 Επιλογή των Μεταβλητών

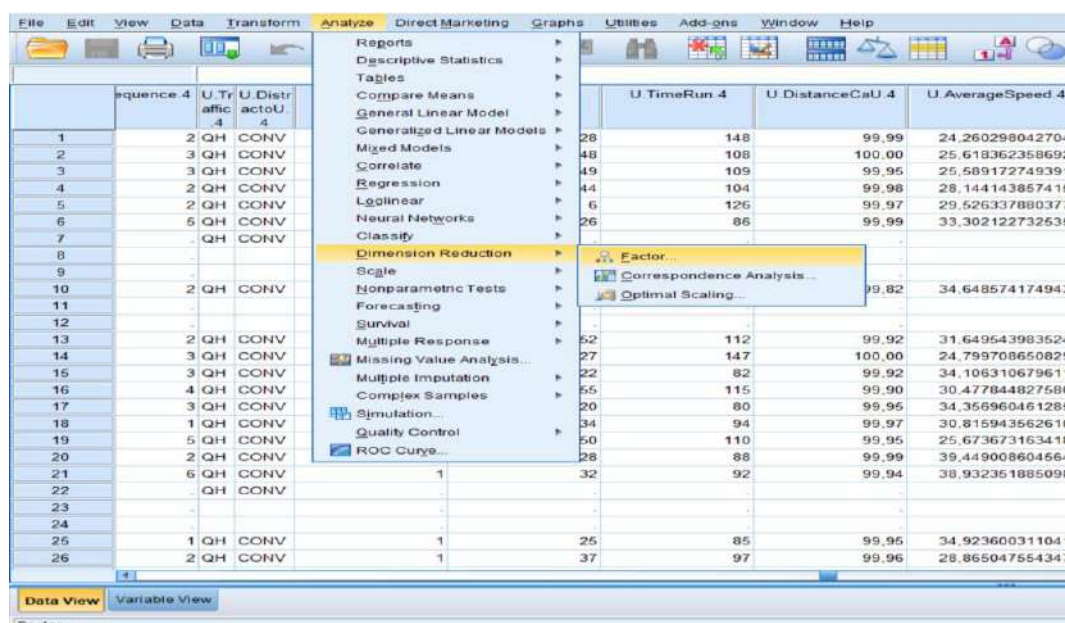
Στην Ανάλυση παραγόντων εισήχθησαν ως μεταβλητές προς ανάλυση, οι απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο που αφορούσαν την αυτοαξιολόγηση. Πιο συγκεκριμένα, εισήχθησαν οι απαντήσεις της **ερώτησης 13** του ερωτηματολογίου << Ποιά είναι τα αδύνατα και ποιά τα δυνατά σημεία σας στην οδήγηση; >> οι οποίες έχουν 4 διαβαθμίσεις (αδύνατο-λίγο αδύνατο-μάλλον δυνατό-δυνατό). Παρατίθεται μια λίστα με τις 17 μεταβλητές.

1. Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις
2. Να αντιλαμβάνεστε άμεσα τους κινδύνους της κυκλοφορίας
3. Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο
4. Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση
5. Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε
6. Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε
7. Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο
8. Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι
9. Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις
10. Η προσπέραση, αν χρειάζεται
11. Να παραχωρείτε την προτεραιότητα σας όταν υπάρχει ανάγκη
12. Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας
13. Να παρκάρετε με την όπισθεν
14. Να προσέχετε τα άλλα οχήματα στο δρόμο
15. Να οδηγείτε γρήγορα, αν χρειάζεται
16. Να οδηγείτε στο σκοτάδι
17. Να προσέχετε τους πεζούς και τους ποδηλάτες

Στη συνέχεια, έγινε ανάλυση παραγόντων με μεταβλητές τις απαντήσεις της **ερώτησης 18** του ερωτηματολογίου << Ποια από τα παρακάτω και πόσο συχνά θεωρείτε ότι σας χαρακτηρίζουν στην οδήγηση; >> που έχουν μέγεθος συχνότητας σε τέσσερις βαθμίδες από το 1 (ποτέ) έως το 5 (πάντα). Παρατίθεται μια λίστα με τις 9 μεταβλητές.

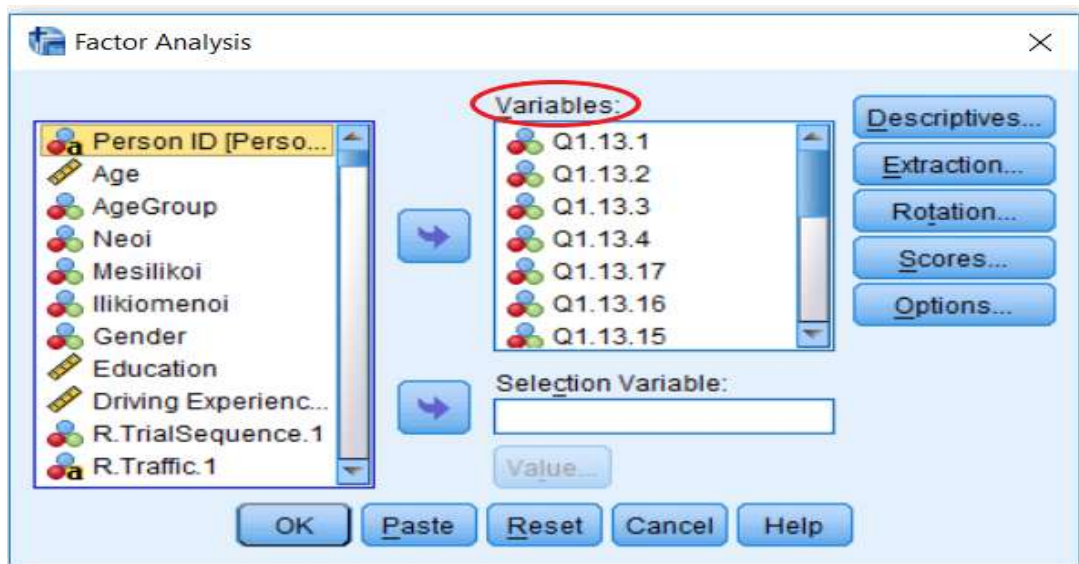
1. Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα
2. Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων
3. Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση
4. Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες
5. Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής
6. Καθυστέρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος
7. Δυσκολίες στην ευελιξία χεριών, ποδιών και αυχένα
8. Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας
9. Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας

Χρησιμοποιήθηκε η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια, ακολούθησε η επιλογή **Dimension Reduction → Factor**.



Εικόνα 5.1: Επιλογή Factor Analysis

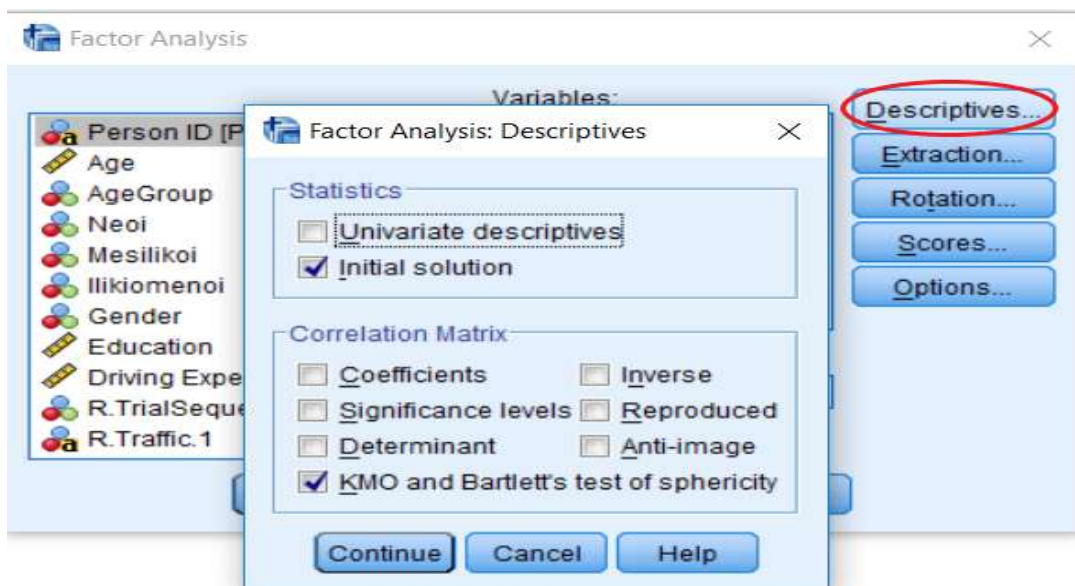
Στο πεδίο Variables εισάγονται οι μεταβλητές για τις οποίες θα εξετασθεί η ύπαρξη κοινών παραγόντων. Στη συγκεκριμένη ανάλυση επιλέχθηκαν:



Εικόνα 5.2: Επιλογή μεταβλητών

Το πλαίσιο **Descriptives** περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

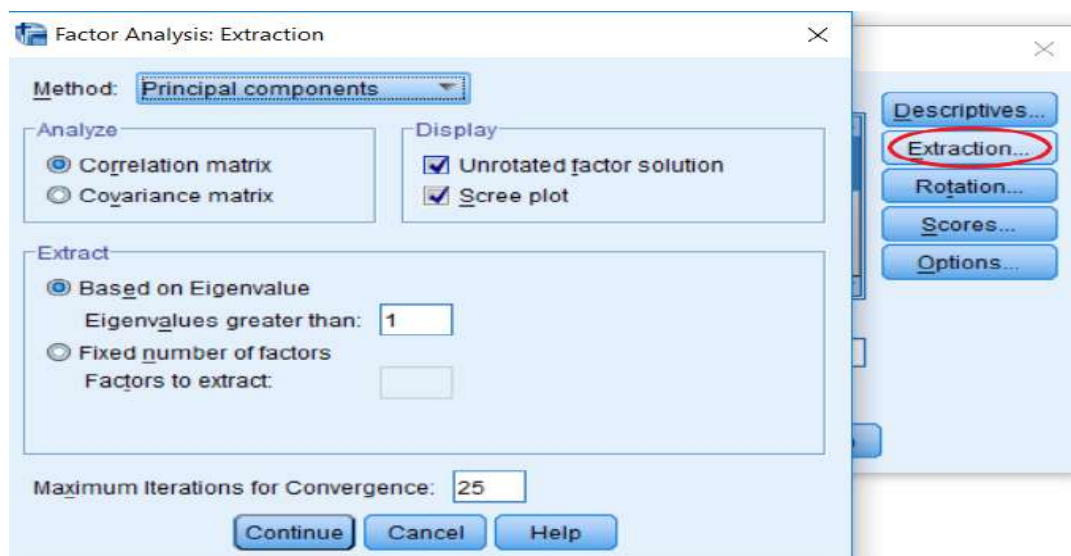
- Initial solution: δίνονται οι αρχικές ιδιοτιμές και το ποσοστό της μεταβλητότητας που εξηγείται.
- Coefficients: ο πίνακας συσχέτισης όλων των ζεύγων των μεταβλητών
- KMO and Bartlett test of sphericity: αφορούν την ποιότητα των δεδομένων



Εικόνα 5.3: Factor Analysis: Descriptives

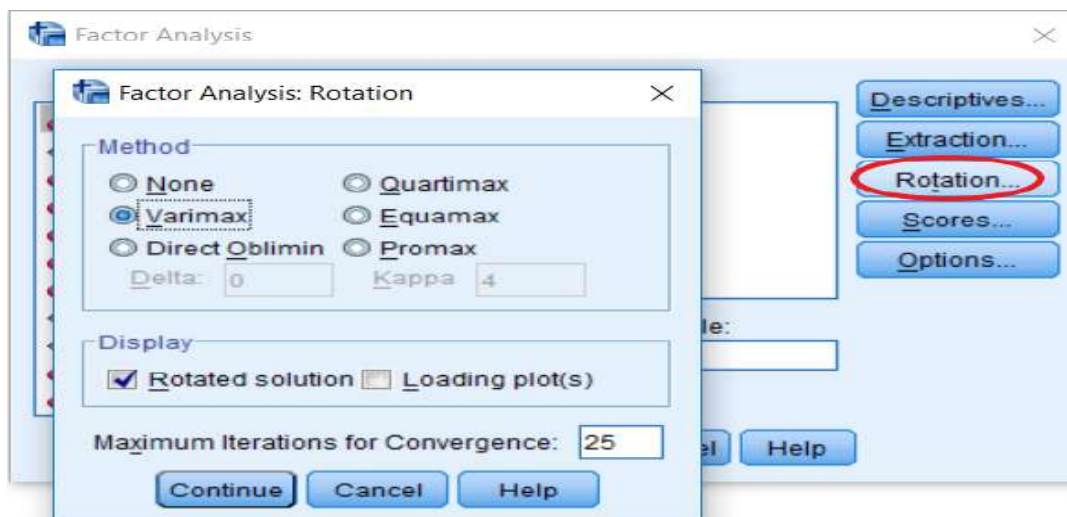
Από το πλαίσιο Extraction δίνεται η δυνατότητα να καθοριστεί η μέθοδος εκτίμησης των παραγόντων και το αν θα χρησιμοποιηθεί ο πίνακας συσχέτισεων ή συνδιακυμάνσεων (Correlation ή Covariance matrix). Από το πεδίο Unrotated factor solution δίνεται η λύση της ανάλυσης παραγόντων πριν την περιστροφή. Από την επιλογή Scree plot προκύπτει το γράφημα των ιδιοτιμών του πίνακα συσχέτισης σε

φθίνουσα σειρά. Τέλος από το πεδίο Extract είτε καθορίζεται ο αριθμός των παραγόντων (πλαίσιο Number of factors) είτε επιλέγεται η χρησιμοποίηση του Kaiser Criterion (Eigenvalues over 1), δηλώνοντας και τον αριθμό των επαναλήψεων μέχρι να επιτευχθεί σύγκλιση. Στη συγκεκριμένη ανάλυση επιλέχθηκαν:



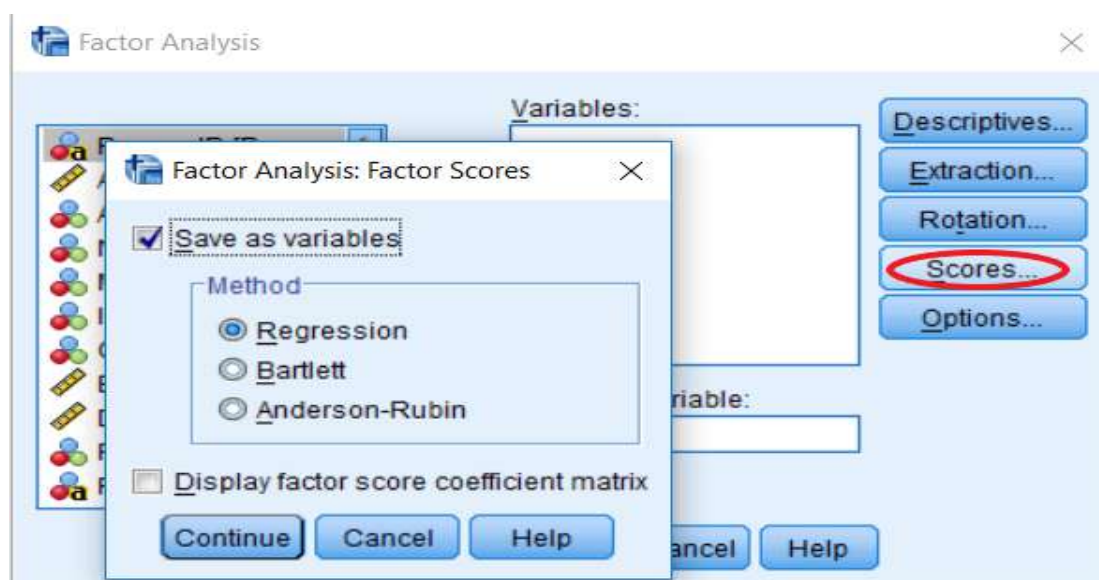
Εικόνα 5.4: Factor Analysis: Extraction

Από το πλαίσιο Rotation επιλέγεται η μέθοδος περιστροφής (Varimax) και με την επιλογή Rotated Solution εμφανίζεται η λύση με περιστροφή στο παράθυρο των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 5.5: Factor Analysis: Rotation

Από το πλαίσιο Scores επιλέγοντας το πεδίο Save as Variables δημιουργείται (με μία εκ των τριών διαθέσιμων μεθόδων) μία νέα μεταβλητή για κάθε παράγοντα. Τέλος, η επιλογή Display factor score coefficient matrix εμφανίζει τον πίνακα με τους συντελεστές με τους οποίους μπορεί να εκφραστεί ένας παράγοντας ως γραμμικός συνδυασμός των μεταβλητών. Στη συγκεκριμένη ανάλυση επιλέχθηκαν:



Εικόνα 5.6: Factor Analysis: Factor Scores

5.1.2 Ποιότητα δεδομένων

Αρχικά, υπολογίστηκε ο πίνακας με τους συντελεστές συσχέτισης (Correlation matrix) των μεταβλητών και εξετάστηκε αν τα δεδομένα είναι κατάλληλα για ανάλυση παραγόντων.

Το SPSS παρέχει δύο δείκτες για τον έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων δεδομένων:

- Ο Δείκτης **Keiser-Meyer-Olkin** (KMO) αξιολογεί την επάρκεια του δείγματος ($>0,6$)
- Ο Δείκτης **Bartlett's Test of Sphericity** αξιολογεί το κατά πόσο οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών επιτρέπουν την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων (<0.05)

Οι Δείκτες Keiser-Meyer-Olkin και Bartlett's Test of Sphericity εμφανίζονται στο output του SPSS.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,800
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	604,155
	df	136
	Sig.	,000

Πίνακας 5.1: Δείκτες Keiser-Meyer-Olkin και Bartlett's Test of Sphericity ερώτησης 13

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,841
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	260,900
	df	36
	Sig.	,000

Πίνακας 5.2 : Δείκτες Keiser-Meyer-Olkin και Bartlett's Test of Sphericity ερώτησης 18

Επομένως, τα δεδομένα είναι **κατάλληλα** για ανάλυση παραγόντων καθώς $KMO > 0,5$ και $Bartlett's Test of Sphericity < 0,05$.

5.1.3 Εξαγωγή Παραγόντων (Factor Extraction)

Η μέθοδος ανάλυσης που επιλέχθηκε ήταν η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis). Ο καθορισμός του αριθμού των παραγόντων έγινε με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- **Kaiser criterion:** Οι παράγοντες με ιδιοτιμές (eigenvalues) > 1 θεωρούνται ως παράγοντες με κάποιο ερμηνευτικό νόημα
- **Scree plot test :** Γράφημα ιδιοτιμών ως προς των αριθμό των παραγόντων. Επιλέγονται οι παράγοντες που αντιστοιχούν στο γράφημα προτού γίνει επίπεδο.

Στους επόμενους πίνακες εμφανίζονται τα ποσοστά της διακύμανσης για κάθε μεταβλητή που αντιστοιχούν στους αντίστοιχους παράγοντες. Όσο μεγαλύτερη είναι η **ιδιοτιμή**, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό της διακύμανσης που εξηγεί ένας παράγοντας.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7,580	44,590	44,590	7,580	44,590	44,590	5,327	31,337	31,337
2	2,213	13,021	57,610	2,213	13,021	57,610	3,429	20,169	51,506
3	1,170	6,883	64,493	1,170	6,883	64,493	2,208	12,987	64,493
4	,935	5,497	69,990						
5	,811	4,769	74,759						
6	,719	4,231	78,990						
7	,667	3,925	82,916						
8	,515	3,032	85,948						
9	,489	2,876	88,824						
10	,413	2,430	91,253						
11	,383	2,251	93,504						
12	,283	1,665	95,169						
13	,261	1,534	96,704						
14	,192	1,128	97,832						
15	,178	1,048	98,880						
16	,109	,638	99,519						
17	,082	,481	100,000						

Πίνακας 5.3: Total Variance explained ερώτησης 13

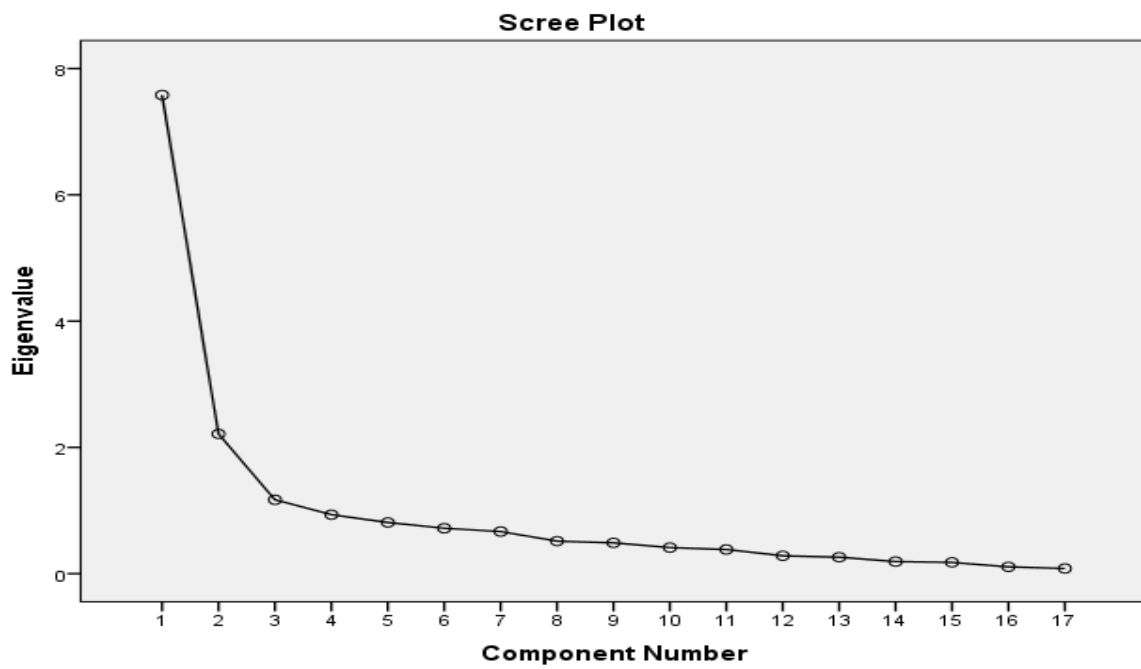
Παρατηρείται ότι μόνο για τους 3 πρώτους παράγοντες οι ιδιοτιμές είναι υψηλές (πάνω από 1.0). Έτσι, αξιοποιήθηκαν οι 3 πρώτοι παράγοντες, οι οποίοι «εξηγούν» το **64,493%** της συνολικής διακύμανσης και μπορούν να ερμηνευθούν λογικά.

Total Variance Explained						
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,812	53,463	53,463	4,812	53,463	53,463
2	,960	10,668	64,131			
3	,813	9,039	73,169			
4	,648	7,200	80,369			
5	,571	6,341	86,710			
6	,420	4,664	91,373			
7	,328	3,647	95,021			
8	,229	2,541	97,562			
9	,219	2,438	100,000			

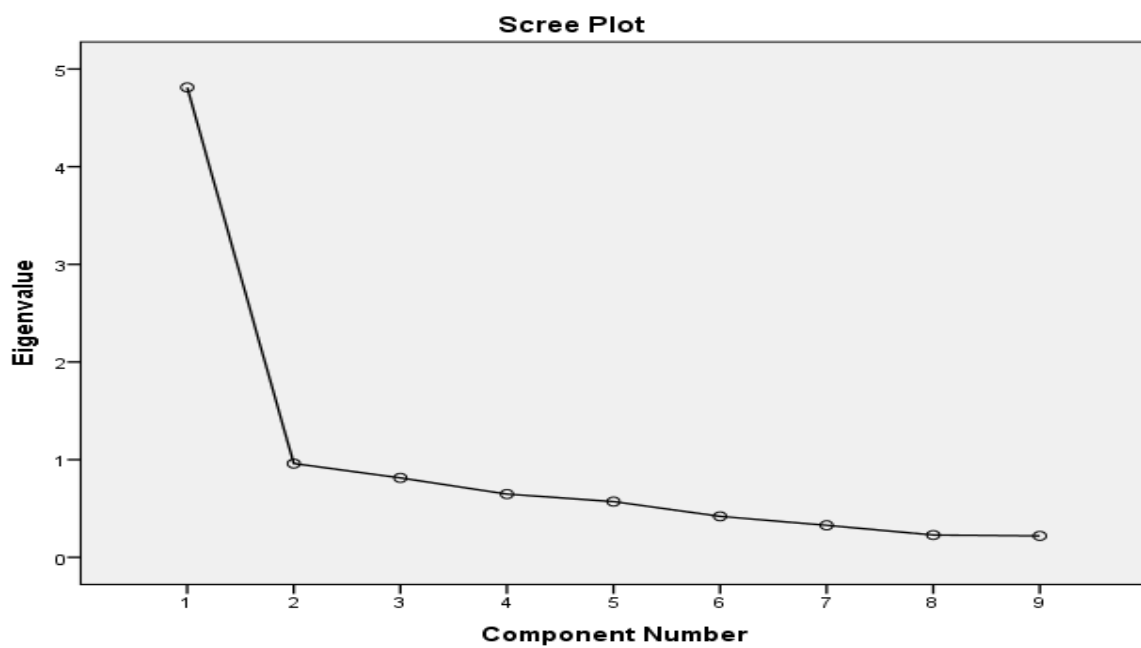
Πίνακας 5.4: Total Variance explained ερώτησης 18

Παρατηρείται ότι μόνο ο πρώτος παράγοντας έχει ιδιοτιμή μεγαλύτερη του 1. Έτσι, μόνο αυτός αξιοποιήθηκε και «εξηγεί» το 53,463% της συνολικής διακύμανσης.

Το **Scree Plot**, απεικονίζει τους παράγοντες στον οριζόντιο άξονα και τις αντίστοιχες ιδιοτιμές στον κατακόρυφο άξονα. Η καμπύλη του scree plot, κατεβαίνοντας από αριστερά προς τα δεξιά, συνεπάγεται μείωση των ιδιοτιμών. Το σημείο στο οποίο η γωνία αλλάζει κλίση αντιπροσωπεύει τον αριθμό των παραγόντων που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην ανάλυση. Όμως το σημείο της αλλαγής της κλίσης είναι υποκειμενικό και στηρίζεται στην κρίση του ερευνητή.



Διάγραμμα 5.1: Scree Plot ερώτησης 13



Διάγραμμα 5.2: Scree Plot ερώτησης 18

5.1.4 Επιλογή μεθόδου Περιστροφής (Rotation)

Η **περιστροφή των παραγόντων (factor rotation)** αποσκοπεί στην καλύτερη ανίχνευση και ερμηνεία των παραγόντων που μπορούν να περιγράψουν τα δεδομένα. Η μέθοδος περιστροφής που επιλέχθηκε είναι η **Varimax Rotation**, μία μέθοδος ορθογωνικής περιστροφής (Orthogonal rotation) που προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των μεταβλητών που έχουν μεγάλες επιβαρύνσεις για κάθε παράγοντα.

Όπως αναφέρθηκε, από την ανάλυση προέκυψαν οι παράγοντες, ο καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει μια ομάδα από τις παραπάνω μεταβλητές (κεφ.5.3.1). Η κατανομή των μεταβλητών στους παράγοντες φαίνεται στους παρακάτω πίνακες. **Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή** τόσο μεγαλύτερη βαρύτητα έχει για τον συγκεκριμένο παράγοντα. Το πρόσημο ερμηνεύει το αν η συγκεκριμένη μεταβλητή έχει απαντηθεί προς τις μικρές τιμές (αρνητικό πρόσημο), ή προς τις μεγάλες τιμές (θετικό πρόσημο), ούτως ώστε να επεξηγηθεί ανάλογα με την κλίμακα που είναι βαθμονομημένη. Επιλέχθηκε να εμφανίζονται μόνο οι μεταβλητές που έχουν συντελεστή συσχέτισης μεγαλύτερο από **0,6** για τον παράγοντα που περιγράφουν, προς διευκόλυνση εύρεσης και κατανόησης των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών κάθε παράγοντα.

	Component		
	1	2	3
Q1.13.1	,819		
Q1.13.2			
Q1.13.3	,621		
Q1.13.4	,709		
Q1.13.5	,789		
Q1.13.6	,692		
Q1.13.7	,638		
Q1.13.8			,824
Q1.13.9			,767
Q1.13.10	,675		
Q1.13.11		,800	
Q1.13.12			,832
Q1.13.13			
Q1.13.14		,847	
Q1.13.15			
Q1.13.16	,775		
Q1.13.17		,719	

Πίνακας 5.5: Rotated Component Matrix ερώτησης 13

Component Matrix

	Component
	1
Q1.18.1	,794
Q1.18.2	,811
Q1.18.3	,634
Q1.18.4	,754
Q1.18.5	,788
Q1.18.6	,755
Q1.18.7	
Q1.18.8	,719
Q1.18.9	,739

Πίνακας 5.6: Component Matrix ερώτησης 18

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η περιστροφή δε έχει νόημα για έναν μόνο παράγοντα.

5.1.5 Αποτελέσματα Ανάλυσης Παραγόντων

Στο σημείο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να ερμηνευθούν οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι προσδιορίζουν τη συμπεριφορά οδήγησης των οδηγών, όπως αυτοί προκύπτουν και σύμφωνα με τα ποσοστά διακύμανσης που προαναφέρθηκαν. Πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραγόντων έδειξαν τα εξής:

	Factor 1: Οδηγικές ικανότητες	Correlations	Coefficients
Q1.13.1	Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις	0,819	0,273
Q1.13.3	Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο	0,621	0,117
Q1.13.4	Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση	0,709	0,183
Q1.13.5	Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε	0,789	0,172
Q1.13.6	Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε	0,692	0,126
Q1.13.7	Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο	0,638	0,157
Q1.13.10	Η προσπάθεια, αν χρειάζεται	0,675	0,126
Q1.13.16	Να οδηγείτε στο σκοτάδι	0,775	0,243

Πίνακας 5.7: Πρώτος παράγοντας ερώτησης 13

Ο πρώτος παράγοντας επεξηγεί το **31,3%** της διακύμανσης και περιλαμβάνει μεταβλητές σχετικές με τις οδηγικές ικανότητες του κάθε οδηγού.

	Factor 2: Συμπεριφορά στους υπόλοιπους χρήστες της οδού	Correlations	Coefficients
Q1.13.11	Να παραχωρείτε την προτεραιότητα σας όταν υπάρχει ανάγκη	0,800	0,399
Q1.13.14	Να προσέχετε τα άλλα οχήματα στο δρόμο	0,847	0,368
Q1.13.17	Να προσέχετε τους πεζούς και τους ποδηλάτες	0,719	0,287

Πίνακας 5.8: Δεύτερος παράγοντας ερώτησης 13

Ο δεύτερος παράγοντας επεξηγεί το **20,2%** της διακύμανσης και περιλαμβάνει μεταβλητές σχετικές με τη προσοχή που δίνουν οι οδηγοί σε άλλα οχήματα, πεζούς και ποδηλάτες.

	Factor 3: Ασφαλής οδήγηση	Correlations	Coefficients
Q1.13.8	Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι	0,824	0,391
Q1.13.9	Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις	0,767	0,370
Q1.13.12	Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας	0,832	0,421

Πίνακας 5.9: Τρίτος παράγοντας ερώτησης 13

Ο τρίτος παράγοντας επεξηγεί το **13%** της διακύμανσης και περιλαμβάνει μεταβλητές σχετικές με τη τήρηση των ορίων ταχυτήτων και της κατάλληλης απόστασης από το προπορευόμενο αμάξι.

Factors	Σχέση με την αυτοαξιολόγηση
Οδηγικές ικανότητες	+ (θετική)
Συμπεριφορά στους υπόλοιπους χρήστες της οδού	+ (θετική)
Ασφαλής οδήγηση	+ (θετική)

Πίνακας 5.10: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ερώτησης 13

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την **ερώτηση 18** του ερωτηματολογίου.

	Factor : Δυσκολίες στην οδήγηση	Correlations	Coefficients
Q1.18.1	Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα	0,794	0,165
Q1.18.2	Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων	0,811	0,169
Q1.18.3	Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση	0,634	0,132
Q1.18.4	Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες	0,754	0,157
Q1.18.5	Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής	0,788	0,164
Q1.18.6	Καθυστέρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος	0,755	0,157
Q1.18.8	Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας	0,719	0,149
Q1.18.9	Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας	0,739	0,154

Πίνακας 5.11: Παράγοντας ερώτησης 18

Ο παράγοντας που περιγράφει τις μεταβλητές της ερώτησης 18 επεξηγεί το **53,5%** της διακύμανσης και περιλαμβάνει μεταβλητές αρνητικές ως προς την αξιολόγηση των οδηγικών ικανοτήτων καθώς περιγράφουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι οδηγοί όταν οδηγούν.

Factor	Σχέση με την Αυτοαξιολόγηση
Δυσκολίες στην οδήγηση	- (αρνητική)

Πίνακας 5.12: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ερώτησης 18

5.2 Γραμμική Παλινδρόμηση

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της επιρροής των παραπάνω παραγόντων στην οδική συμπεριφορά και διερευνάται η επιρροή αυτή σε σχέση και με υπόλοιπα χαρακτηριστικά του οδηγού όπως η ηλικία, το φύλο και η εμπειρία οδήγησης. Συνολικά θα πραγματοποιηθεί **στατιστική ανάλυση** με πολυάριθμες δοκιμές διαφόρων συνδυασμών των μεταβλητών ούτως **ώστε να διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν περισσότερο τη συμπεριφορά του οδηγού.**

5.2.1 Δεδομένα Εισόδου

Στα στατιστικά μοντέλα προσδιορισμού της συσχέτισης αυτοαξιολόγησης και οδικής συμπεριφοράς με χρήση ερωτηματολογίων και προσομοιωτή οδήγησης εξετάσθηκε ένας μεγάλος αριθμός μεταβλητών. Στην περαιτέρω επεξεργασία της βάσης δεδομένων, ώστε να είναι κατάλληλα διαμορφωμένη, για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που αφορούσαν στο ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε ξεχωριστή στήλη με τις πιθανές απαντήσεις των οδηγών, το ίδιο έγινε και για τα αποτελέσματα του προσομοιωτή οδήγησης με απόλυτη αντιστοιχία. Παρατίθεται ένα παράδειγμα για μία από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου με τις τέσσερις πιθανές απαντήσεις της:

- Ποιά είναι τα αδύνατα και ποιά τα δυνατά σημεία σας στην οδήγηση;
Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις :

Αδύνατο	Λίγο αδύνατο	Μάλλον δυνατό	Δυνατό
1	2	3	4

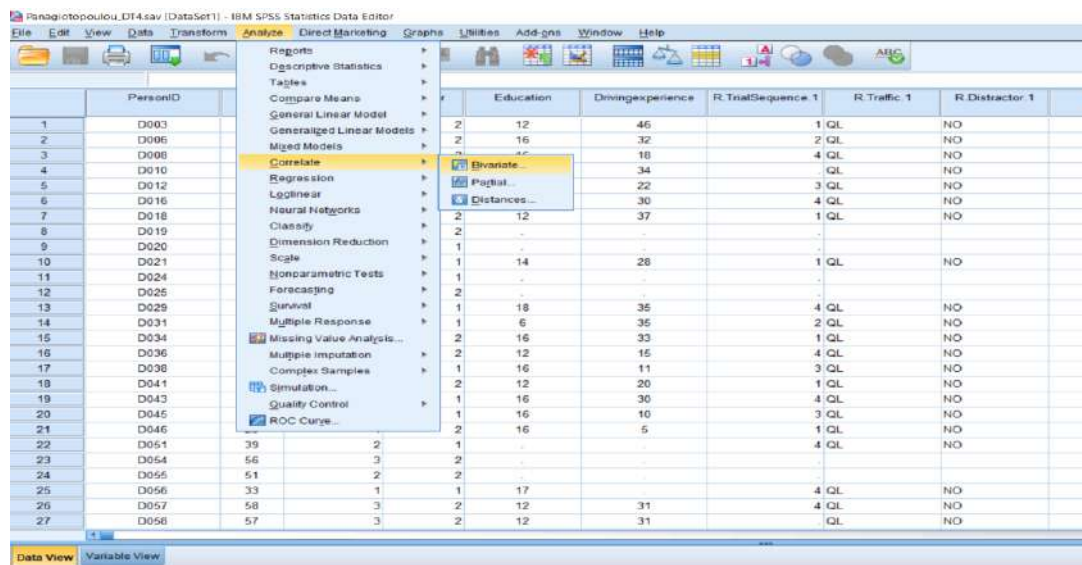
Επισημαίνεται ότι, το στατιστικό πρόγραμμα αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες με λιγότερα από 8 ψηφία και όλες οι στήλες/μεταβλητές γέμισαν με αριθμούς και όχι με κείμενο. Για το λόγο αυτό, κατά την αντιγραφή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό επιλέχθηκε η εντολή ειδική επικόλληση (**paste special**) → **τιμές (values)** ώστε να μεταφερθούν μόνο οι τιμές των κελιών. Επιπλέον, σε περίπτωση που λείπει κάποια τιμή, στη θέση της εισάγεται ειδική σταθερά η οποία δεν λαμβάνεται υπόψη στην στατιστική ανάλυση.

5.2.2 Έλεγχος Συσχέτισης

Το εδάφιο αυτό αφορά στη διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών. Πρακτικά εκείνο που επιδιώκεται είναι η **μέγιστη δυνατή συσχέτιση** μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα δείχνουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Στην πράξη θεωρούμε **μικρή συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών όταν η απόλυτη τιμή του δείκτη συσχέτισης κατά Pearson r είναι μικρότερη ή ίση με 0.5~0.6 ($r \leq 0.5 \sim 0.6$).**

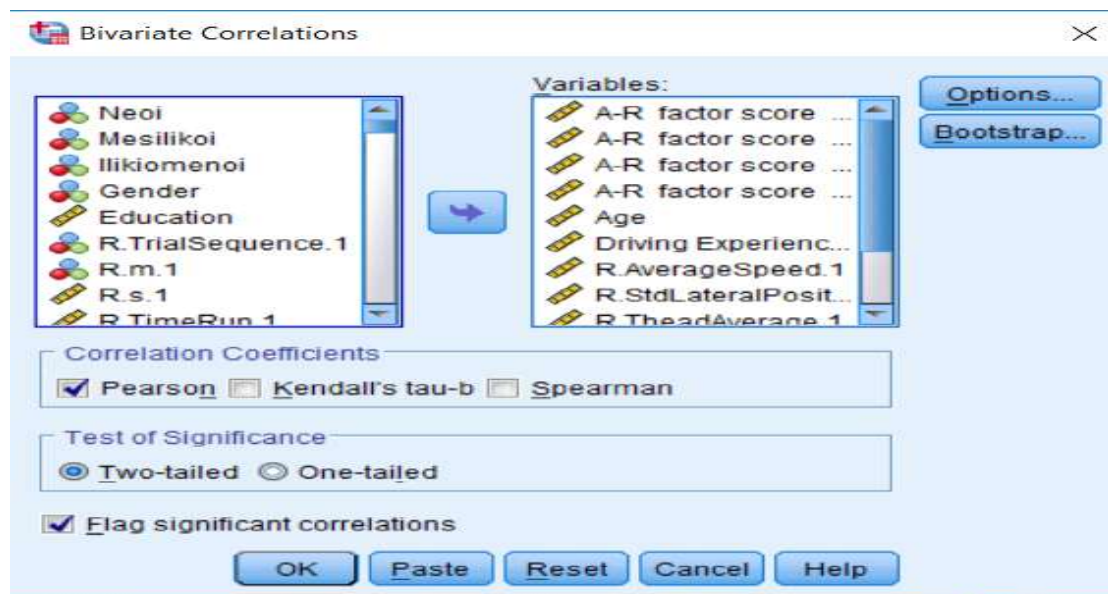
Για τον έλεγχο αυτό ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία στο πρόγραμμα SPSS, όπως απεικονίζεται και στις σχετικές εικόνες.

analyze → correlate → bivariate



Εικόνα 5.7: Επιλογή εντολής για τον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών

Οι μεταβλητές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας εισάγονται στο πεδίο Variables.



Εικόνα 5.8: Επιλογή παραμέτρων για τον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών

Στη συνέχεια, το αποτέλεσμα της συσχέτισης μεταβλητών, εισάχθηκε σε φύλλο υπολογισμού Excel με τη μορφή πίνακα, όπου επεξεργάστηκε και χρωματίστηκαν τα κελιά των μεταβλητών που έχουν απόλυτη τιμή $r > 0.5-0,6$. Απόσπασμα του πίνακα παρουσιάζεται στη συνέχεια στον πίνακα 5.16.

Pearson Correlation	Odigikes_ikanotites	Asfalisi_odigisi	Symperifora_stous_allous_xristes	Diskolies_odigisis	Driving Experience	Average Speed	StdLateral Position	TheadAverage	StdTheadAverage	HWayAverage	AverReact
Odigikes_ikanotites	1,00	0,00	0,00	-0,70	-0,01	0,32	-0,12	-0,09	0,11	-0,20	-0,43
Asfalisi_odigisi	0,00	1,00	0,00	-0,08	-0,17	0,08	0,13	-0,06	0,07	-0,17	-0,13
Symperifora_stous_allous_xristes	0,00	0,00	1,00	-0,22	-0,01	0,01	-0,09	0,00	0,04	-0,06	0,07
Diskolies_odigisis	-0,70	-0,08	-0,22	1,00	0,00	-0,22	0,16	0,07	-0,10	0,18	0,43
Driving Experience	-0,01	-0,17	-0,01	0,00	1,00	-0,44	-0,19	0,27	0,01	0,39	0,09
StdLateralPosition	-0,12	0,13	-0,09	0,16	-0,19	0,37	1,00	-0,22	0,01	-0,34	0,03
TheadAverage	-0,09	-0,06	0,00	0,07	0,27	-0,73	-0,22	1,00	0,75	0,83	0,47
StdTheadAverage	0,11	0,07	0,04	-0,10	0,01	-0,30	0,01	0,75	1,00	0,34	0,34
HWayAverage	-0,20	-0,17	-0,06	0,18	0,39	-0,87	-0,34	0,83	0,34	1,00	0,41
AverReact	0,43	-0,13	0,07	0,43	0,09	-0,50	0,03	0,47	0,34	0,41	1,00

Πίνακας 5.13: Συντελεστές Pearson

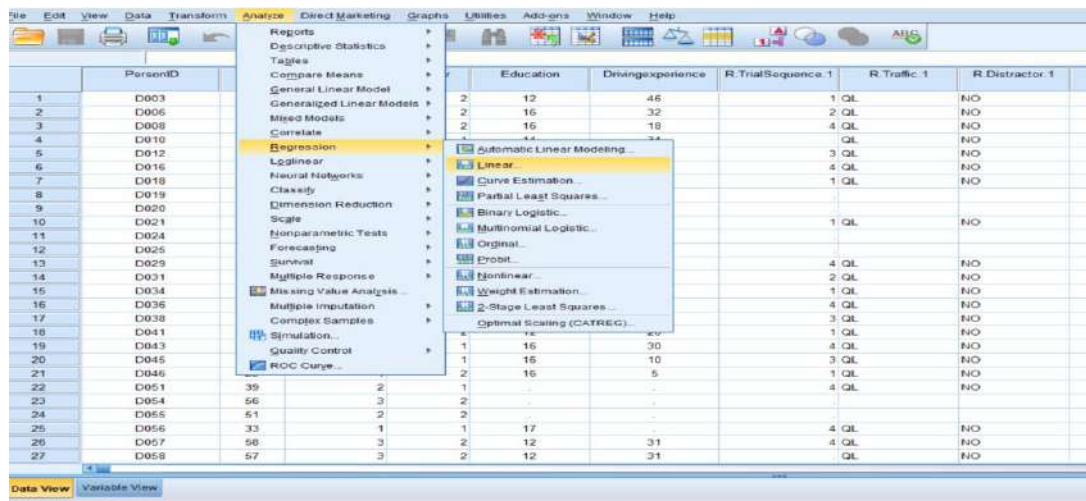
Οι μεταβλητές οι οποίες δεν παρουσίαζαν συσχέτιση ($r < 0,5-0,6$) μεταξύ τους συγκεντρώθηκαν και εισάγονταν σταδιακά στα μοντέλα για την πραγματοποίηση δοκιμών. Ενδεικτικά, ασυσχέτιστες μεταβλητές ήταν οι: AverageSpeed.- Odigikes_ikanotites-Diving Experience κλπ.

5.2.3 Διαδικασία Γραμμικής Παλινδρόμησης

Για τη διερεύνηση της συσχέτισης αυτοαξιολόγησης και οδικής συμπεριφοράς δοκιμάστηκε η **μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης** (linear regression). Αυτή η επιλογή εξηγείται από το γεγονός ότι οι μεταβλητές του προσομοιωτή που εξετάζονται (εξαρτημένες) είναι **συνεχείς** και ακολουθούν κανονική κατανομή ή μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζουν την κανονική. Τα βήματα που εφαρμόζονται μέσω του προγράμματος SPSS είναι τα εξής, όπως απεικονίζονται και στη σχετική εικόνα:

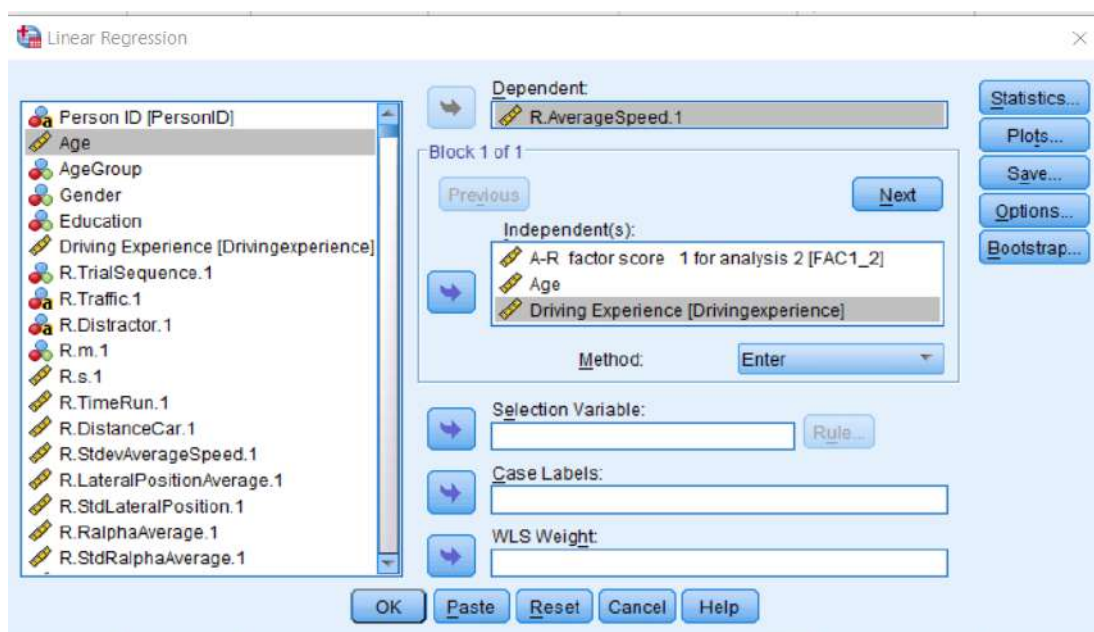
Η διαδικασία της γραμμικής παλινδρόμησης για τις συνεχείς μεταβλητές εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών:

analyze → regression → linear



Εικόνα 5.9: Επιλογή εντολής γραμμικής παλινδρόμησης

Στη συνέχεια **καθορίζονται η εξαρτημένη και οι ανεξάρτητες μεταβλητές** και εισάγονται αντίστοιχα στα πεδία Dependent και Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται «Enter», που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί. Σταδιακά εισάγονται πιθανές ανεξάρτητες (επεξηγηματικές) μεταβλητές έως ότου καταλήξουμε σε επιθυμητά αποτελέσματα.



Εικόνα 5.10: Επιλογή ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση

5.2.4 Δοκιμές Γραμμικής Παλινδρόμησης

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι τα τελικά εξαγόμενα που προέκυψαν ήταν αποτέλεσμα μιας **σειράς δοκιμών**, κατά τις οποίες αναπτύχθηκαν αρκετά μαθηματικά μοντέλα που περιλάμβαναν συνδυασμούς όλων των μεταβλητών του προσομοιωτή

και των παραγόντων που προέκυψαν από την παραγοντική ανάλυση. Τα μοντέλα αυτά αξιολογήθηκαν με βάση τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων, όπως αυτοί έχουν αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (Θεωρητικό Υπόβαθρο), αλλά και με βάση τη λογική εξήγηση των αποτελεσμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, στην προσπάθεια εξαγωγής μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης πραγματοποιήθηκαν αρκετές δοκιμές με **σκοπό την αύξηση του R^2** και την ικανοποίηση των συνθηκών σημαντικότητας των μεταβλητών.

Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό μοντέλο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t (ttest/Wald) μικρότερο από 1.7 και χαμηλό R^2 ($<0,4$). **Το πιο συχνό πρόβλημα** που προέκυπτε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1.7$).

Όλα τα παραπάνω εφαρμόστηκαν και στις **12 δοκιμές** που πραγματοποιήθηκαν στον προσομοιωτή οδήγησης από κάθε συμμετέχοντα και ενδιαφέροντα αποτελέσματα προέκυψαν για όλες. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, για να μειωθεί ο φόρτος και η επαναλήψεις παρουσίασης παρόμοιων αποτελεσμάτων επιλέχθηκε να γίνει εμβάθυνση και παρουσίαση ενός μόνο σεναρίου. **Το πιο ενδιαφέρον σενάριο ήταν το (7), σε αγροτική περιοχή, χωρίς απόσπαση προσοχής, με μέτριο κυκλοφοριακό φόρτο** καθώς σε αυτό το σενάριο οι τιμές των ελέγχων στατιστικής σημαντικότητας παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές.

Συνεδρία	Τύπος περιοχής	Δοκιμή	Φόρτος Q	Παράγων απόσπασης προσοχής	~ Μήκος (Km)	~ Διάρκεια (min)
1	Αστική	1	Μέτριος	Κανένας	1,7	3,5
		2	Υψηλός	Κανένας	1,7	3,5
		3	Μέτριος	Κινητό τηλέφωνο	1,7	3,5
		4	Υψηλός	Κινητό τηλέφωνο	1,7	3,5
		5	Μέτριος	Συνομιλία	1,7	3,5
		6	Υψηλός	Συνομιλία	1,7	3,5
2	Υπεραστική	7	Μέτριος	Κανένας	2,1	3,5
		8	Υψηλός	Κανένας	2,1	3,5
		9	Μέτριος	Κινητό τηλέφωνο	2,1	3,5
		10	Υψηλός	Κινητό τηλέφωνο	2,1	3,5
		11	Μέτριος	Συνομιλία	2,1	3,5
		12	Υψηλός	Συνομιλία	2,1	3,5
Σύνολο					22,8	42

Πίνακας 5.14: Χαρακτηριστικά Δοκιμών

5.3 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για τη μέση ταχύτητα οδήγησης

5.3.1 Καθορισμός μεταβλητών

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό μοντέλο σχετικά με τη μέση ταχύτητα οδήγησης και πληρούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους.

Εξαρτημένη μεταβλητή:

Average Speed: μέση ταχύτητα σε km/h

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Odigikes_ikanotites: factor 1 ερώτησης 13

StdLateralPosition: η διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος από το οδόστρωμα σε μέτρα

Age: ηλικία συμμετέχοντος

Driving Experience: εμπειρία στην οδήγηση (χρόνια οδήγησης)

Επισημαίνεται ότι όλες οι παραπάνω μεταβλητές είναι συνεχείς.

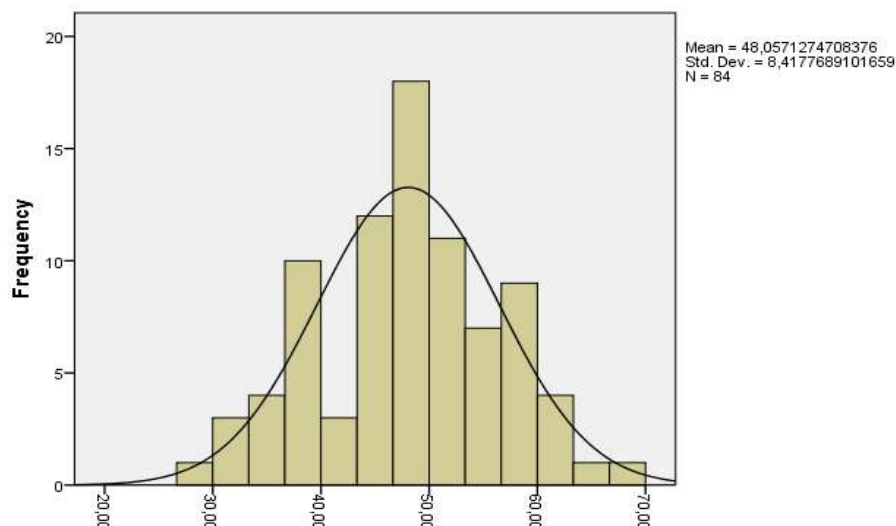
Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων** (analyze >descriptive statistics >descriptive >options).

Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη του μέσου όρου, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται οι μεταβλητές **AverageSpeed** (μέση ταχύτητα σε km/h), **StdLateralPosition** (η διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος από το οδόστρωμα σε μέτρα), **Odigikes_ikanotites** (factor 1 ερώτησης 13) και **Driving Experience** (εμπειρία στην οδήγηση). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
AverageSpeed	84	29,3621756724	69,8301480484	48,0571274708	8,41776891016
StdLateralPosition	84	,153408989000	,560863805304	,285595227599	,073694799438
Age	125	22	80	50,17	15,570
Driving Experience	67	3	50	25,60	13,837
Odigikes_ikanotites	58	-3,13243	1,49042	,0000000	1,00000000
Valid N (listwise)	52				

Πίνακας 5.15 Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου σχετικού με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι η **κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



Διάγραμμα 5.3 Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης ταχύτητας

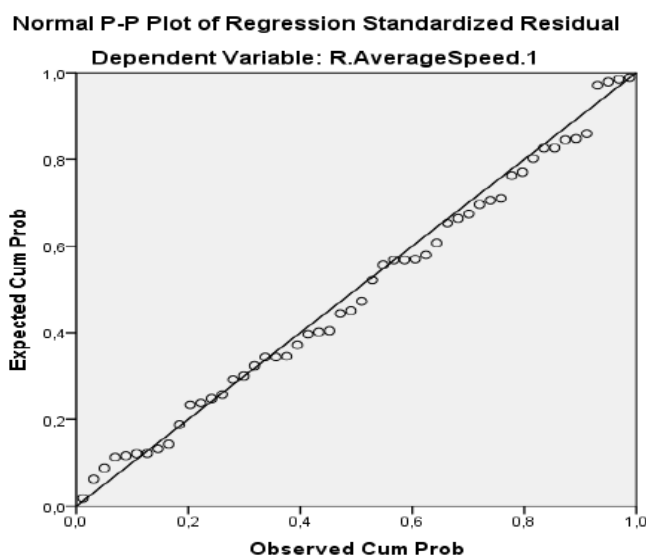
Το τελικό μοντέλο, που πληροί όλους τους στατιστικούς ελέγχους παρουσιάζεται στους πίνακες που ακολουθούν.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,773 ^a	,598	,564	5,391029002206922

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	49,497	4,332		11,426	,000
StdLateralPosition	44,171	9,693	,439	4,557	,000
Odigikes_ikanotites	1,622	,853	,200	1,902	,063
Age	-,428	,122	-,856	-3,498	,001
Driving Experience	,241	,137	,421	1,766	,084

Πίνακας 5.16 Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης



Διάγραμμα 5.4 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με 0,598 στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- Το μοντέλο διακρίνεται για την ερμηνευτικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών του.
- Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα τυπικά σφάλματα στο διάγραμμα 5.4 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα ακολουθούν κανονική κατανομή.

5.3.2 Περιγραφή Αποτελεσμάτων του μοντέλου

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μαθηματική σχέση που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα του οχήματος.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{AverageSpeed} = 49,497 + 44,171 * \text{StdLateralPosition} + 1,622 * \text{Odigikes_ikanotites} - 0,428 * \text{Age} + 0,241 * \text{Driving Experience}$$

Όπου:

Average Speed: μέση ταχύτητα σε km/h

StdLateralPosition: διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος από το οδόστρωμα σε μέτρα

Odigikes_ikanotites: factor 1 ερώτησης 13

Age: ηλικία συμμετέχοντος

Driving Experience: εμπειρία στην οδήγηση (χρόνια οδήγησης)

Αντικαθιστώντας το περιεχόμενο του παράγοντα (factor) “Odigikes_ikanotites” έχουμε το τελικό μοντέλο:

$$\text{AverageSpeed} = 49,497 + 44,171 * \text{StdLateralPosition} + 1,622 * [0,273 * (\text{Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις}) + 0,117 * (\text{Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο}) + 0,183 * (\text{Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση}) + 0,172 * (\text{Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε}) + 0,126 * (\text{Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε}) + 0,157 * (\text{Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο}) + 0,126 * (\text{Η προσπάθεια, αν χρειάζεται}) + 0,243 * (\text{Να οδηγείτε στο σκοτάδι})] - 0,428 * \text{Age} + 0,241 * \text{Driving Experience}$$

Διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος από το οδόστρωμα σε μέτρα

Η συνεχής μεταβλητή <<StdLateralPosition>> εμφανίζεται στο μαθηματικό μοντέλο της μέσης ταχύτητας με **θετικό πρόσημο**. Παρατηρήθηκε, δηλαδή, ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται **αύξηση της μέσης ταχύτητας του οδηγού**. Συνεπώς, μεγάλη διακύμανση της θέσης του οχήματος επιφέρει αύξηση της ταχύτητας. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι οι οδηγοί που τείνουν να μην διατηρούν μια σταθερή πορεία στον άξονα της οδού δηλαδή έχουν αυξομειώσεις της πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή, εμφανίζονται με περισσότερη αυτοπεποίθηση ως προς τις οδηγικές τους ικανότητες και έχουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά με αποτέλεσμα να οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 4,557.

Οδηγικές ικανότητες

Η μεταβλητή <<Odigikes_ikanotites>> προέκυψε από την ερώτησης του ερωτηματολογίου όπου οι συμμετέχοντες αυτοαξιολόγησαν τις ικανότητες τους στην οδήγηση σε μια κλίμακα από 1 έως 4. Στο μοντέλο η μεταβλητή αυτή παρουσιάζεται με **θετικό πρόσημο**, που σημαίνει ότι **όσο περισσότερο αυξάνει η τιμή της συνεχής αυτής μεταβλητής τόσο αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής «Av.Speed»**. Αυτό σημαίνει ότι όσο πιο ικανός είναι ένας οδηγός αισθάνεται μεγαλύτερη εμπιστοσύνη και ασφάλεια για την οδήγησή του και κατά συνέπεια οδηγεί με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,902.

Ηλικία συμμετέχοντος

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Age», συνεπάγεται ότι **αύξηση της τιμής της συνεχούς αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής «Av.Speed»**. Με άλλα λόγια παρατηρείται ότι όσο πιο μικρή η ηλικία του συμμετέχοντος τόσο πιο αυξημένη ήταν η ταχύτητα που ανέπτυξε κατά την οδήγηση. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι νεαροί οδηγοί συνήθως παρουσιάζουν μια πιο ριψοκίνδυνη οδηγική συμπεριφορά σε σχέση με τις άλλες ηλικιακές ομάδες. Συνεπώς στο πλαίσιο αυτής της οδηγικής συμπεριφοράς ανήκουν και οι υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσουν κατά τη διάρκεια της οδήγησής τους.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι -3,498.

Οδηγική εμπειρία

Η συνεχής μεταβλητή «Driving Experience» παρουσιάζεται στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας με **θετικό πρόσημο**, που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται η τιμή της αυξάνεται η μέση ταχύτητα του οδηγού**. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όσο αυξάνονται τα χρόνια οδήγησης οι οδηγοί αποκτούν μεγαλύτερη εμπειρία, έχουν περισσότερη εμπιστοσύνη στις ικανότητες οδήγησής τους και αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια και οικειότητα με το οδικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να νιώθουν πιο άνετοι στο να αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 1,766.

5.3.3 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στο παραπάνω μοντέλο στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή, που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της

ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η ελαστικότητα είναι ένα αδιάστατο μέγεθος, που σε αντίθεση με τους συντελεστές των μεταβλητών του μοντέλου, δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Σε συνδυασμό με το πρόσημο των συντελεστών, είναι πιθανό να προσδιοριστεί αν η αύξηση κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η κατά 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου που αναπτύχθηκε υπολογίστηκε σύμφωνα με τη σχέση:

$$ei = (\Delta Y_i / \Delta X_i) * (X_i / Y_i) = \beta_i * (X_i / Y_i)$$

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

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση $ei = \beta_i * (X_i / Y_i)$, όπου β_i ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, X_i η τιμή της και Y_i η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε η μέση τιμή των ανωτέρω τιμών.

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

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Σχετική επιρροή	
		ei	ei*
Συνεχής	StdLateralPosition	0,270	2,700
	Age	-0,440	-4,400
	Driving Experience	0,100	1,000
Διακριτές	Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις	0,013	1,713
	Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο	0,008	1,000
	Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση	0,015	1,991
	Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε	0,014	1,791
	Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε	0,010	1,258
	Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο	0,013	1,697
	Η προσπέραση, αν χρειάζεται	0,011	1,388
	Να οδηγείτε στο σκοτάδι	0,018	2,367

Πίνακας 5.17: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης ταχύτητας οδήγησης

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

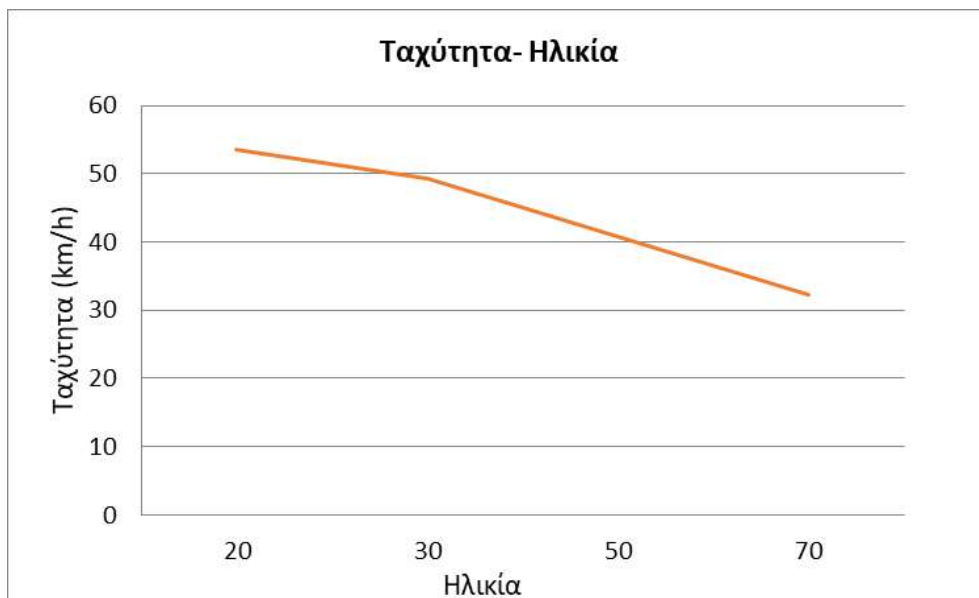
Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας οδήγησης, παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή **“age”** επηρεάζει περισσότερο από όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές την εξαρτημένη μεταβλητή. Αυτό δείχνει ότι η ηλικία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη ταχύτητα οδήγησης. Για αύξηση της "age" κατά 1%, η μεταβλητή "avspeed" μειώνεται κατά 0,44%.
- Η μεταβλητή **“stdlateralposition”** επηρεάζει κατά 2,7 φορές περισσότερο τη "avspeed" σε σχέση με τη μεταβλητή "driving experience". Για αύξηση της "stdlateralposition" κατά 1%, η μεταβλητή "avspeed" αυξάνεται κατά 0,27%.
- Σχετικά με τις διακριτές μεταβλητές προκύπτει ότι η μεταβλητή **“Να οδηγείτε στο σκοτάδι”** επηρεάζει περισσότερο την εξαρτημένη μεταβλητή "avspeed" και μάλιστα κατά 2,367 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή “Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο”.

5.3.4 Ανάλυση ευαισθησίας

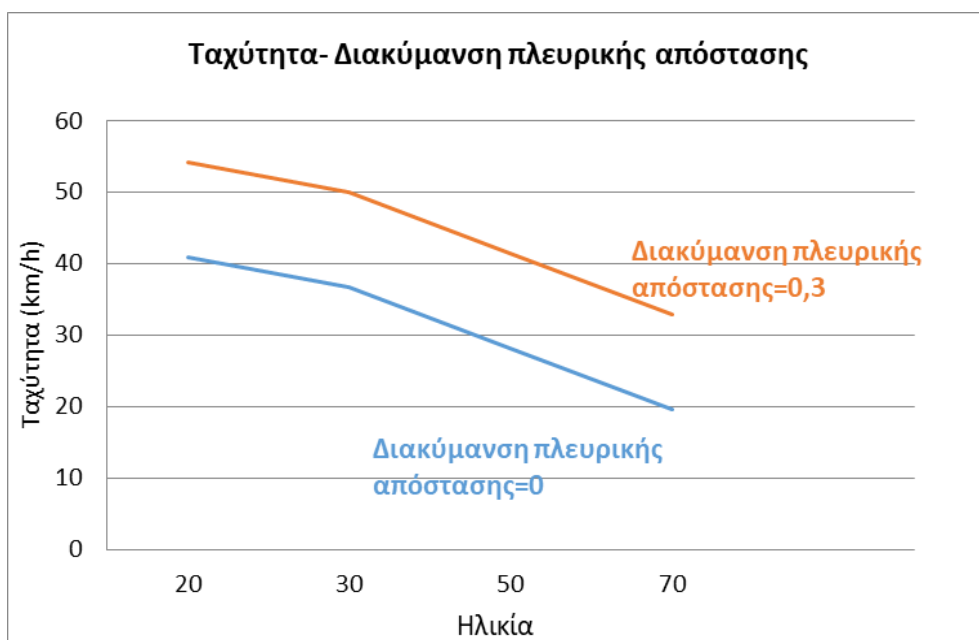
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της

εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



Διάγραμμα 5.5 Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης- ηλικίας

{ Οδηγικές ικανότητες:0, Driving experience:0, StdLateralPosition: 0,286m (μέσος όρος)}



Διάγραμμα 5.6 Συσχέτιση μέσης ταχύτητας οδήγησης με τη διακύμανση της πλευρικής απόστασης του οχήματος από το οδόστρωμα και την ηλικία

{ Driving experience:0, Οδηγικές ικανότητες:0}

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα γενικά συμπεράσματα, σε συμφωνία με όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- ❖ Οι νέοι οδηγοί οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα από τους γηραιότερους οδηγούς.
- ❖ Μεγάλη διακυμανση της θεσης του οχήματος στον άξονα της οδού επιφέρει αύξηση της ταχύτητας.

5.4 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

5.4.1 Καθορισμός μεταβλητών

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο και πληρούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους.

Εξαρτημένη μεταβλητή:

HWayAverage: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)

Ανεξάρτητες Μεταβλητές:

Asfalis_odigisi: factor 3 ερώτησης 13

Average Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης (km/h)

Mesilikoι: age group (35-60)

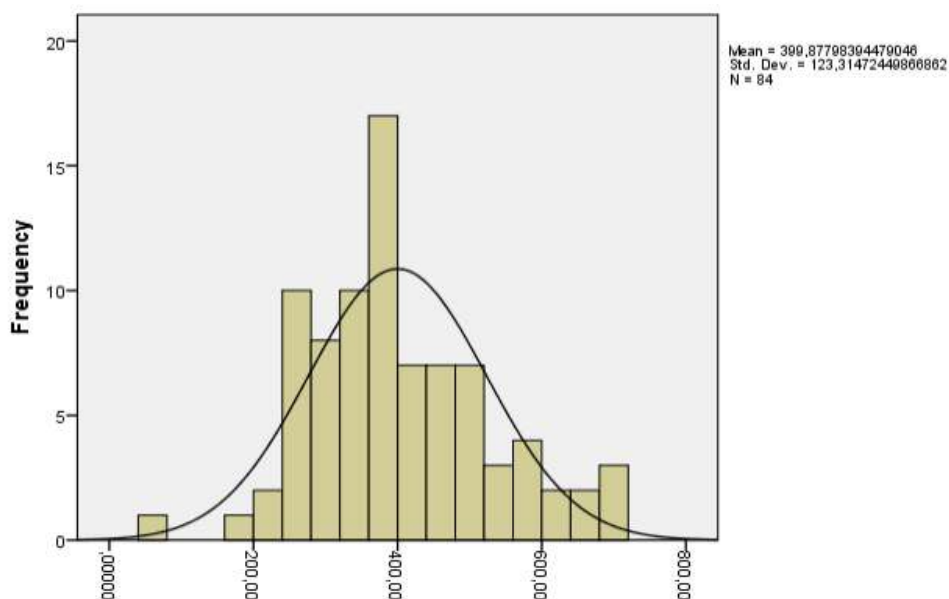
Επισημαίνεται ότι οι μεταβλητές **Asfalis_odigisi** και **Average Speed** ορίστηκαν ως συνεχείς (scale) ενώ η μεταβλητή **Mesilikoι** ως διακριτή (nominal). Οι δυνατές τιμές της διακριτής μεταβλητής **Mesilikoι** διακρίθηκαν σε τρεις κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 1,2,3 (1: νέος, 2: μεσήλικας, 3: ηλικιωμένος).

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της **περιγραφικής στατιστικής**.

Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη του μέσου όρου, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται μόνο οι μεταβλητές **HwayAv.** (μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα), **Asfalis_odigisi** (factor 3 ερώτησης 13) και **AverageSpeed** (μέση ταχύτητα σε km/h). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
R.AverageSpeed.1	84	29,3621756724	69,8301480484	48,0571274708	8,41776891016
R.HWayAverage.1	84	74,8599586492	709,530575882	399,877983944	123,314724498
Asfalis_odigisi	58	-2,93983	1,31095	,0000000	1,00000000
Valid N (listwise)	53				

Πίνακας 5.18: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών



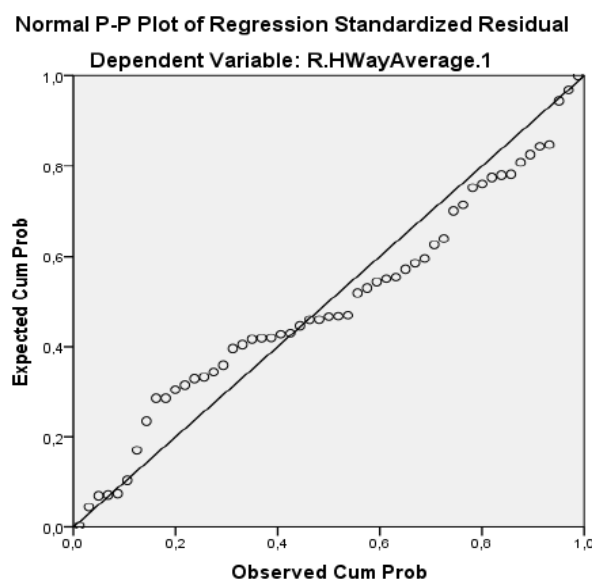
Διάγραμμα 5.7: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα

Το τελικά μοντέλα, που πληρούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,863 ^a	,745	,729	59,9735

Coefficients					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	981,725	50,939		19,273	,000
Asfalis_odigisi	-13,750	8,111	-,123	-1,700	,096
Mesilikoi	-44,178	16,548	-,193	-2,670	,010
AverageSpeed	-11,850	1,031	-,832	-11,498	,000

Πίνακας 5.19: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης



Διάγραμμα 5.8 Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με 0,745 στο μοντέλο της της μέσης ταχύτητας
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t από 1,7 και παραπάνω άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
- Το μοντέλο διακρίνεται για την ερμηνευτικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών του
- Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα τυπικά σφάλματα στο διάγραμμα 5.8 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα ακολουθούν κανονική κατανομή.

5.4.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μαθηματική σχέση που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{HWayAverage} = 981,725 - 11,850 * \text{AverageSpeed} - 13,750 * \text{Asfalis_odigisi} - 44,178 * \text{Mesilikoi}$$

Όπου:

HWayAverage: μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα (m)

Average Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης (km/h)

Asfalis_odigisi: factor 3 ερώτησης 13

Mesilikoi: age group (35-60)

Αντικαθιστώντας το περιεχόμενο του παράγοντα (factor) “ **Asfalis_odigisi**” έχουμε το τελικό μοντέλο:

$$\text{HWayAverage} = 981,725 - 11,850 * \text{AverageSpeed} - 13,750 * [0,391 * (\text{Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι}) + 0,370 * (\text{Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις}) + 0,421 * (\text{Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας})] - 44,178 * \text{Mesilikoi}$$

Μέση ταχύτητα οδήγησης

Παρατηρείται ότι **το πρόσημο της μεταβλητής <<Av.Speed>> στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζεται αρνητικό**. Αυτό συνεπάγεται **ότι αύξηση της συνεχούς αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα**. Το παραπάνω αποτέλεσμα κρίνεται εύλογο καθώς οι οδηγοί που αφήνουν μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά η οποία συνδέεται με αύξηση της ταχύτητας οδήγησης. Αντίθετα, οι οδηγοί που διατηρούν μεγάλη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα αναπτύσσουν χαμηλότερες ταχύτητες καθώς θέλουν περισσότερο χώρο μπροστά τους ώστε να είναι απαλλαγμένοι από το φόβο της πρόσκρουσης με κάποιο προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι -11,498.

Ασφαλής οδήγηση

Η μεταβλητή << **Asfalis_odigisi** >> προέκυψε από την ερώτηση 13 του ερωτηματολογίου όπου οι συμμετέχοντες αυτοαξιολόγησαν τις ικανότητες τους στην οδήγηση σε μια κλίμακα από 1 έως 4. **Το αρνητικό πρόσημο** της μεταβλητής << **Asfalis_odigisi** >> δηλώνει ότι όσο πιο προσεκτή και ασφαλής είναι η οδήγηση τόσο

μειώνεται η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Το παραπάνω αποτέλεσμα δηλώνει μια **διαφοροποίηση της πραγματικής οδικής συμπεριφοράς των οδηγών σε σχέση με αυτή που δηλώνουν**. Πιο συγκεκριμένα, οι οδηγοί που δηλώνουν ότι οδηγούν προσεκτικά στην πραγματικότητα επαναπαύονται με αποτέλεσμα να οδηγούν πιο επιθετικά και επικίνδυνα και κατά συνέπεια με μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι -1,700.

Μεσήλικοι (35-60 ετών)

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Mesilikoi», συνεπάγεται ότι **αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής «HWayAverage»**. Υπενθυμίζεται ότι η μεταβλητή <<Mesilikoi>> διακρίθηκε σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 0 και 1 (0: νέος-ηλικιωμένος, 1: μεσήλικας). Αυτό σημαίνει ότι οι μεσήλικες (35-60 ετών) οδηγούν με μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους νέους. Το πιο πάνω συμπέρασμα μπορεί να εξηγηθεί από το ότι οι μεσήλικες έχουν μεγάλη εμπιστοσύνη στις οδηγικές τους ικανότητες και αφήνουν μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα.

Η μεταβλητή παριστάνεται στατιστικά σημαντική, αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι -2,670.

5.4.3 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο **βαθμός της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών, σύμφωνα και με τα όσα ειπώθηκαν στην προηγούμενη αντίστοιχη παράγραφο, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Σχετική επιρροή	
		ei	ei*
Συνεχής	Average Speed	-1,17	
Διακριτές	Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι	-0,033	1
	Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις	-0,034	1
	Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας	-0,036	1,1
	Μεσήλικοι	-0,039	1,2

Πίνακας 5.20: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα

Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη ei* δίνεται ο βαθμός της

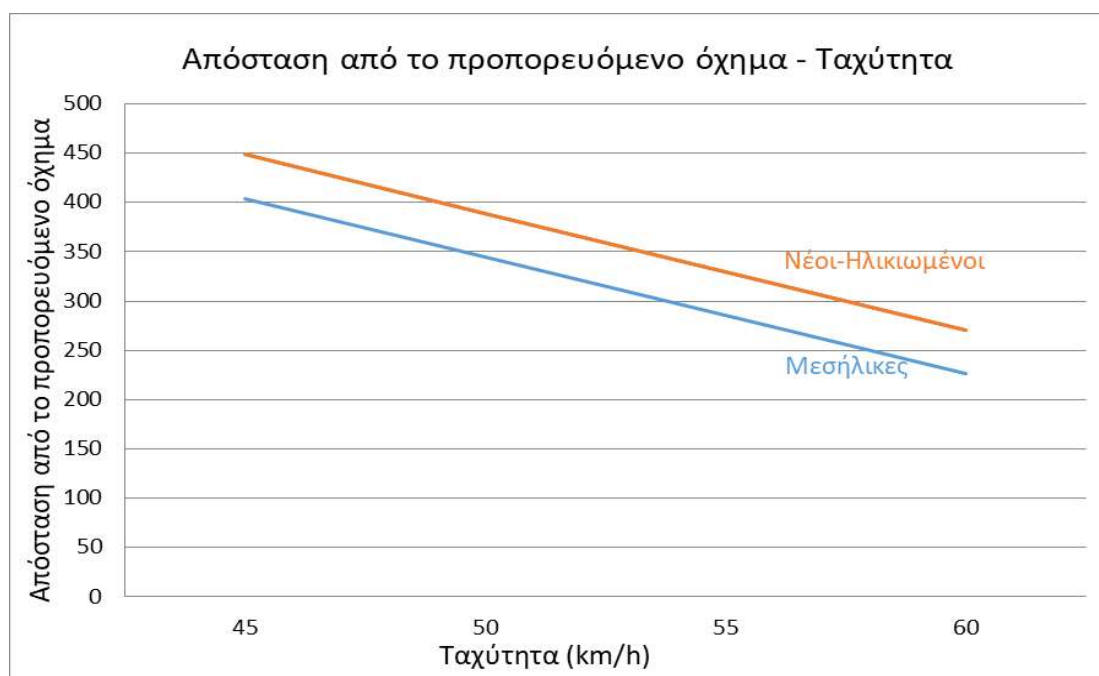
σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα παρατηρούμε τα εξής:

- Η μεταβλητή **“Average Speed”** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Για αύξηση 1% της **“Average Speed”** η μέση απόσταση από το προπορευόμενο όχημα μειώνεται κατά 1,17%.
- Σχετικά με τις **διακριτές** μεταβλητές, όλες επηρεάζουν σε ίδιο βαθμό (εί περίπου ίσο με 0,035) την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα.

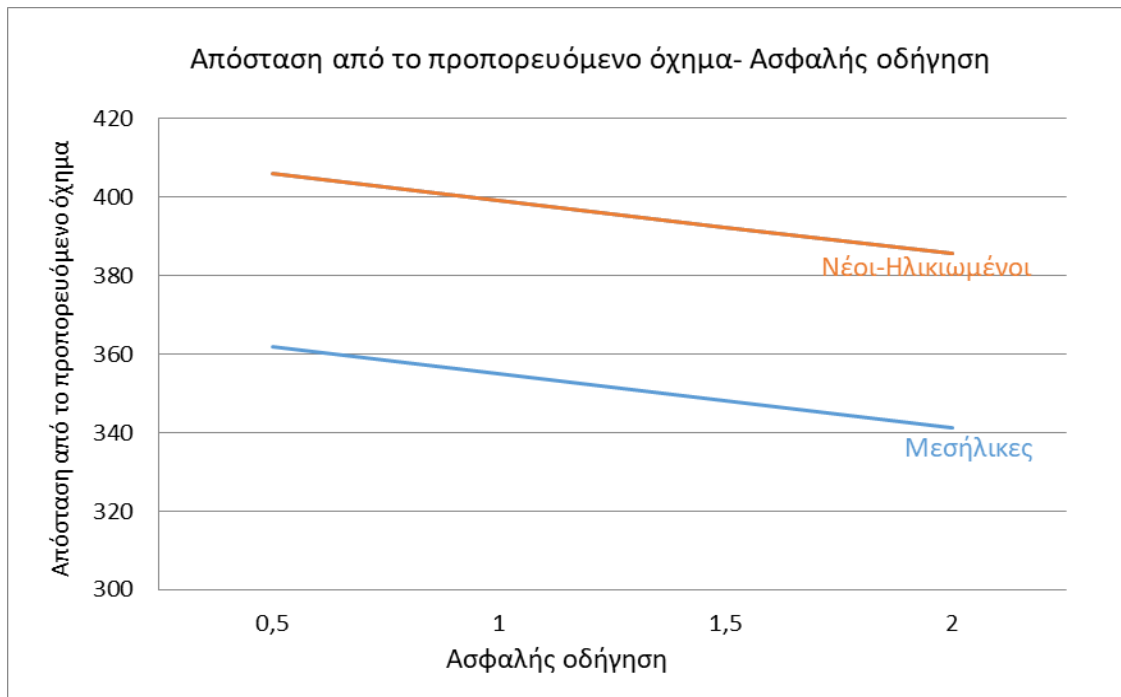
5.4.4 Ανάλυση ευαισθησίας

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



Διάγραμμα 5.9 Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με τη μέση ταχύτητα οδήγησης

{ Asfalis_odigisi: 0 , Νέοι-Ηλικιωμένοι:0, Μεσήλικες:1}



Διάγραμμα 5.10 Συσχέτιση μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα με την ασφαλή οδήγηση

{ Av.Speed: 48 (μέσος όρος), Νέοι-Ηλικιωμένοι:0, Μεσήλικες:1 }

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα γενικά συμπεράσματα, σε συμφωνία με τα όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- ❖ Αύξηση της ταχύτητας οδήγησης επιφέρει μείωση της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.
- ❖ Οι μεσήλικες (35-60 ετών) οδηγούν με μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα σε σχέση με τους νέους.
- ❖ Οι οδηγοί που δηλώνουν ότι οδηγούν πιο προσεκτικά στην πραγματικότητα επαναπαύονται με αποτέλεσμα να οδηγούν πιο επιθετικά και επικίνδυνα.

5.5 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για το χρόνο αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν

5.5.1 Καθορισμός μεταβλητών

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο και πληρούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους.

Εξαρτημένη μεταβλητή:

Average Reaction Time: μέσος χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν (sec)

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Diskolies_odigisis: factor ερώτησης 18

Average Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης (km/h)

Gender: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=2)

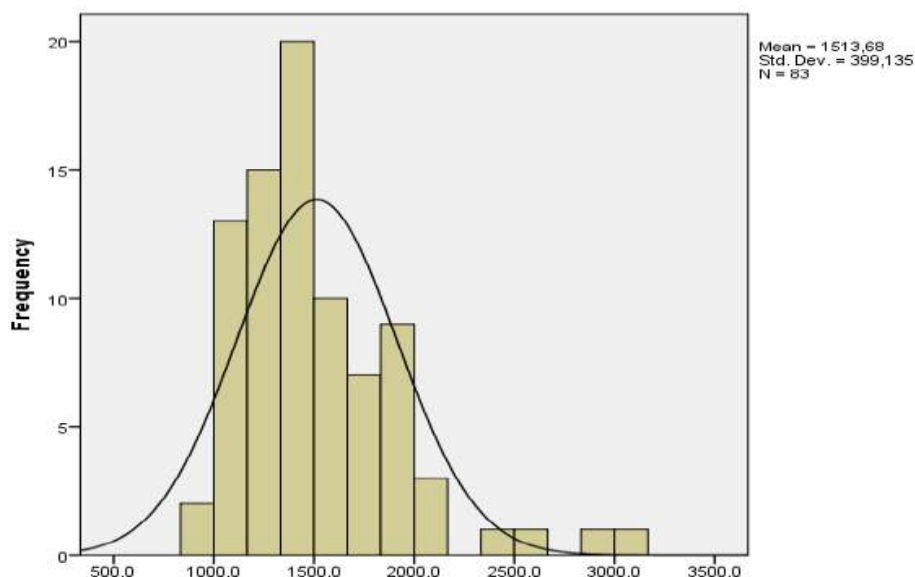
Επισημαίνεται ότι οι μεταβλητές Diskolies_odigisis και Average Speed ορίστηκαν ως συνεχείς (scale) ενώ η μεταβλητή Gender ως διακριτή (nominal). Οι δυνατές τιμές της διακριτής μεταβλητής Gender διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν οι τιμές 1 και 2 (1: άνδρας, 2: γυναίκα).

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής.

Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη του μέσου όρου, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται μόνο οι μεταβλητές **Diskolies_odigisis** (factor ερώτησης 18) και **AverageSpeed** (μέση ταχύτητα σε km/h). Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Diskolies_odigisis	61	-1,00696	2,80885	,0000000	1,00000000
AverageSpeed	84	29,3621756724	69,8301480484	48,0571274708	8,41776891016
ReactionTime	81	900	3467	1489,14	436,357
Valid N (listwise)	55				

Πίνακας 5.21: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών



Διάγραμμα 5.11: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή του χρόνου αντίδρασης

Το τελικά μοντέλα, που πληρούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

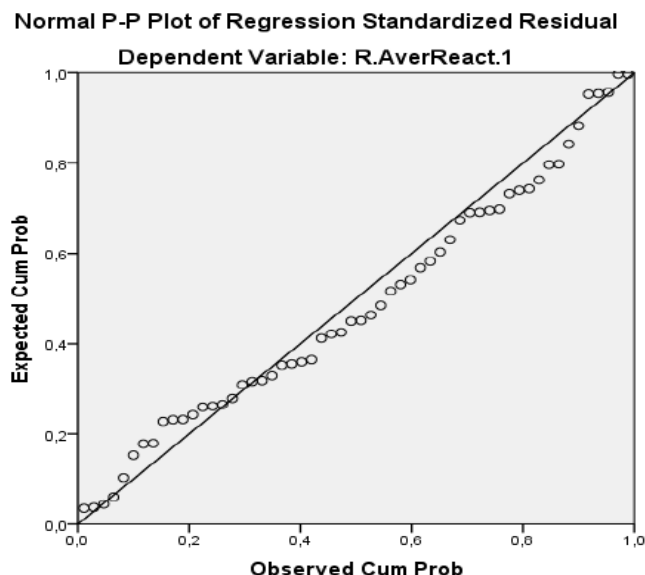
Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,683	,466	,435	332,0110

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	2094,388	334,477		6,262	,000
Diskolies_odigisis	95,144	48,144	,218	1,976	,053
AverageSpeed	-19,814	5,566	-,383	-3,560	,001
Gender	281,777	99,347	,321	2,836	,006

Πίνακας 5.22: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης



Διάγραμμα 5.12: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος

Στα τελικά αποτελέσματα εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 ισούται με 0,466 στο μοντέλο της της μέσης ταχύτητας.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης
- Το μοντέλο διακρίνεται για την ερμηνευτικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών του.
- Ικανοποιείται η βασική προϋπόθεση του σφάλματος, αφού τα τυπικά σφάλματα στο διάγραμμα 5.12 θεωρείται πως προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου, άρα ακολουθούν κανονική κατανομή.

5.5.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μαθηματική σχέση που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή το χρόνο αντίδρασης.

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{AverReact} = 2094.388 + 95.144 \cdot \text{Diskolies_odigisis} - 19.814 \cdot \text{AverageSpeed} + 281.177 \cdot \text{Gender}$$

Όπου:

AverReact: μέσος χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν (sec)

Diskolies_odigisis: factor ερώτησης 18

Average Speed: μέση ταχύτητα οδήγησης (km/h)

Gender: το φύλο του συμμετέχοντος (άνδρας= 1, γυναίκα=2)

Αντικαθιστώντας το περιεχόμενο του παράγοντα (factor)

“**Diskolies_odigisis**” έχουμε το τελικό μοντέλο:

AverReact = 2094.388 + 95.144*[0.165*(Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα) + 0.169*(Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων) + 0.132*(Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση) + 0.157*(Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες) + 0.164* (Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής) + 0.157* (Καθυστέρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος) + 0.149* (Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας) + 0.154*(Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας)] -19,814*Av.Speed + 281.177*Gender

Δυσκολίες Οδήγησης

Η μεταβλητή <<Diskolies_odigisis>> προέκυψε από την ερώτηση 18 του ερωτηματολογίου όπου οι συμμετέχοντες αυτοαξιολόγησαν δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην οδήγηση σε μια κλίμακα 5 βαθμίδων. Παρατηρείται ότι **το πρόσημο της μεταβλητής <<Diskolies_odigisis>> στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν εμφανίζεται θετικό**. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερο δυσκολεύεται ένας οδηγός στην οδήγησή του τόσο **αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασής του**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς οι οδηγοί που εμφανίζουν απόσπαση προσοχής, έλλειψη συγκέντρωσης και δυσκολίες προσαρμογής σε αλλαγές στο οδικό περιβάλλον αντιδρούν πιο αργά.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν είναι 1,976.

Μέση ταχύτητα οδήγησης

Η συνεχής μεταβλητή «**Av.Speed**» παρουσιάζεται στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν **με αρνητικό πρόσημο**. Αυτό σημαίνει ότι αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης οδηγεί σε **μείωση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού**. Το παραπάνω αποτέλεσμα μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι οδηγοί που οδηγούν με μεγάλη ταχύτητα βρίσκονται σε εγρήγορση, είναι πιο συγκεντρωμένοι στο δρόμο και αντιδρούν πιο γρήγορα σε κάποιο απρόοπτο συμβάν.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν είναι -3,560.

Φύλο Συμμετέχοντος

Η διακριτή μεταβλητή «**gender**» εμφανίζεται στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν με **θετικό πρόσημο**, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της μεταβλητής αυτής, **αυξάνεται ο μέσος χρόνος αντίδρασης**. Το θετικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης από εκείνο των ανδρών (τιμή 1 της μεταβλητής). Το πιο πάνω συμπέρασμα μπορεί να εξηγηθεί από τη γενικότερη αντίθεση που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Συνεπώς οι άνδρες εμφανίζονται με γρηγορότερα αντανακλαστικά και κατ'επέκταση με χαμηλότερους χρόνους αντίδρασης σε απρόοπτα συμβάντα.

Η τιμή του δείκτη t-test της μεταβλητής στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας είναι 2,836 γεγονός που πιστοποιεί τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

5.5.3 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών, σύμφωνα και με τα όσα ειπώθηκαν στην προηγούμενη αντίστοιχη παράγραφο, εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Σχετική επιρροή	
		ei	ei*
Συνεχής	Average Speed	-0,68	
Διακριτές	Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα	0,012	1,5
	Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων	0,010	1,25
	Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση	0,008	1
	Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες	0,011	1,25
	Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής	0,010	1,25
	Καθυστέρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος	0,010	1,25
	Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας	0,010	1,25
	Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας	0,012	1,5
	Gender	0,28	34,197

Πίνακας 5.23: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσου χρόνου αντίδρασης

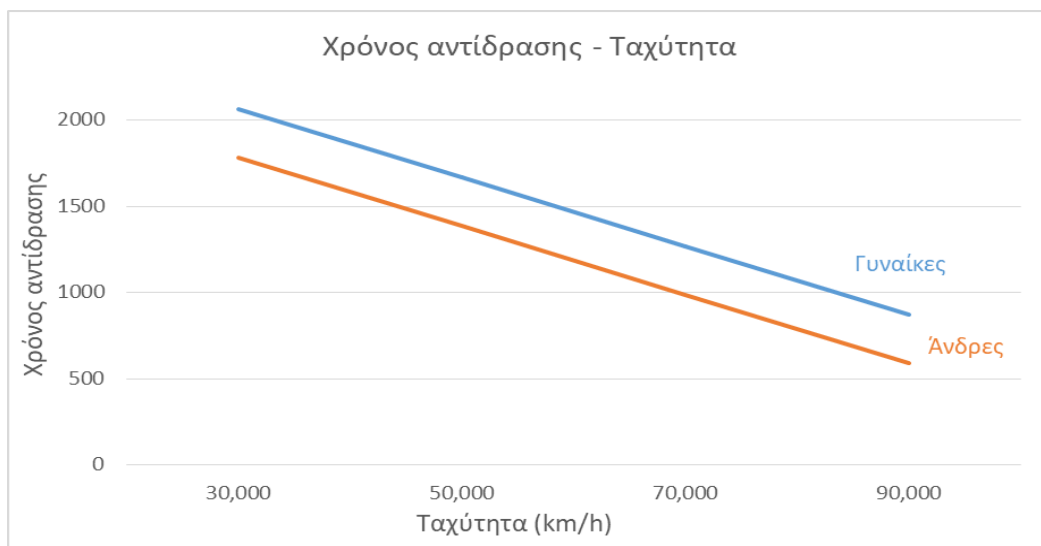
Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη ei^* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν παρατηρούμε τα εξής:

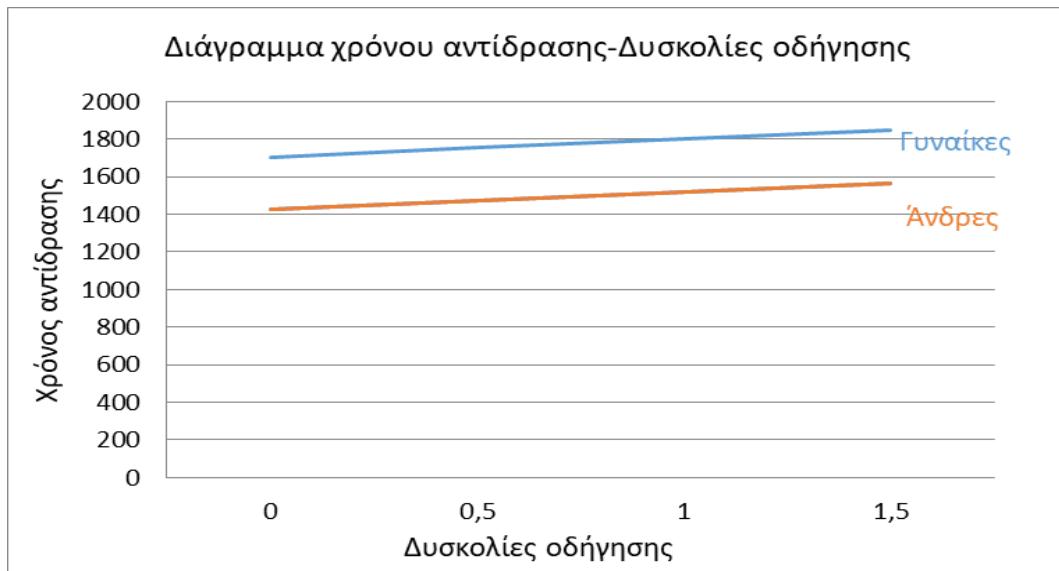
- Η μεταβλητή **“Average Speed”** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές στο μοντέλο του μέσου χρόνου αντίδρασης. Για αύξηση 1% της “Average Speed” ο μέσος χρόνος αντίδρασης μειώνεται κατά 0,68%.
- Σχετικά με τις **διακριτές** μεταβλητές, η μεταβλητή **“Gender”** επηρεάζει κατά 34 φορές περισσότερο το χρόνο αντίδρασης σε σχέση με τις υπόλοιπες που αφορούν τις δυσκολίες οδήγησης. Για αύξηση 1% της “Gender” ο μέσος χρόνος αντίδρασης αυξάνεται κατά 0,28%.

5.5.4 Ανάλυση ευαισθησίας

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



Διάγραμμα 5.13: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με τη μέση ταχύτητα οδήγησης
{ Diskolies_odigisis: 0, Άνδρες:1, Γυναίκες:2 }



*Διάγραμμα 5.14: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης με τις δυσκολίες οδήγησης
{Average Speed: 48 (μέσος όρος), Άνδρες:1, Γυναίκες:2 }*

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν τα εξής ενδιαφέροντα γενικά συμπεράσματα, σε συμφωνία με τα όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα:

- ❖ Η αύξηση της ταχύτητας οδήγησης μειώνει το χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβαν.
- ❖ Οι άνδρες αντιδρούν πιο γρήγορα από τις γυναίκες.
- ❖ Όσο περισσότερο δυσκολεύεται ένας οδηγός στην οδήγησή του τόσο αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασής του.

6 Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **συσχέτιση της αυτοαξιολόγησης και λοιπών χαρακτηριστικών των οδηγών με παραμέτρους της οδικής τους συμπεριφορά** με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης και ερωτηματολογίων. Συγκεκριμένα, θα περιγράψει ο ρόλος και η επιρροή ικανοτήτων οδήγησης που αυτοαξιολογήθηκαν από τους οδηγούς και μεταβλητών που εξήχθησαν από τον προσομοιωτή (π.χ μέση ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης κλπ.) στον τρόπο οδήγησης. Ακόμα, θα ερευνηθούν λοιπές μεταβλητές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδηγού όπως είναι η οδηγική εμπειρία, η ηλικία και το φύλο.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη **βιβλιογραφική** ανασκόπηση για τον καλύτερο προσδιορισμό και κατανόηση του προβλήματος. Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης καθώς και συμπλήρωση ερωτηματολογίων σε δείγμα 125 οδηγών.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε **ανάλυση παραγόντων** για τη μείωση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια. Μέσω της ανάλυσης αυτής καθορίστηκαν οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι προσδιορίζουν την οδική συμπεριφορά.

Για τη διερεύνηση της συσχέτισης αυτοαξιολόγησης και οδικής συμπεριφοράς επιλέχθηκε η **μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης**. Στον προσομοιωτή οδήγησης πραγματοποιήθηκαν 12 δοκιμές από κάθε οδηγό με διαφορετικά χαρακτηριστικά η κάθε μια. Το **βασικό σενάριο** που έδωσε τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα είναι εκείνο σε αγροτική περιοχή, με μέτριο φόρτο και χωρίς απόσπαση προσοχής. Παρουσιάζονται τα κυρίαρχα μοντέλα.

AverageSpeed= 49,497 + 44,171*StdLateralPosition

+ 1,622* Odigikes_ikanotites – 0,428* Age + 0,241* Driving Experience

HWayAverage= 981,725 - 11,850*AverageSpeed - 13,750*Asfalis_odigisi

- 44,178* Mesilikoi

AverReact= 2094.388+ 95.144*Diskolies_odigisis – 19.814*AverageSpeed

+ 281.177*Gender

Επιπλέον, υπολογίσθηκε ο **βαθμός επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών των παραπάνω μοντέλων στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών (Xi).

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και των τριών προτύπων και περιλαμβάνει τους **συντελεστές βι** και τις τιμές της σχετικής επιρροής **ει** και **ει*** των ανεξάρτητων μεταβλητών τους.

	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Μέση ταχύτητα οδήγησης				Μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα				Χρόνος αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν			
		β _i	t	e _i	e _i *	β _i	t	e _i	e _i *	β _i	t	e _i	e _i *
Συνεχείς	Διακύμανση πλευρικής απόστασης οχήματος	44,171	4,557	0,27	2,7								
	Ηλικία	-0,428	-3,498	-0,44	-4,4								
	Εμπειρία στην οδήγηση	0,241	1,766	0,1	1								
	Μέση ταχύτητα οδήγησης					-11,9	-11,5	-1,17		-19,81	-3,56	-0,68	-17
Factor	Οδηγικές ικανότητες	1,622	1,902										
Διακριτές	Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις	0,273		0,013	1								
	Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο	0,117		0,008	1								
	Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση	0,183		0,015	1,5								
	Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε	0,172		0,014	1,5								
	Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε	0,126		0,01	1,25								
	Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο	0,157		0,013	1,25								
	Η προσπέραση, αν χρειάζεται	0,126		0,011	1,5								
	Να οδηγείτε στο σκοτάδι	0,243		0,018	1,5								
Factor	Ασφαλής οδήγηση					-13,8	-1,7						
Διακριτές	Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι					0,391		-0,03	1				
	Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις					0,37		-0,03	1				
	Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας					0,421		-0,04	1				
Factor	Δυσκολίες στην οδήγηση									95,14	1,976		
Διακριτές	Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα									0,165		0,012	1,5
	Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων									0,169		0,01	1,25
	Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση									0,132		0,008	1
	Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες									0,157		0,011	1,25
	Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής									0,164		0,01	1,25
	Καθυστερήρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος									0,157		0,01	1,25
	Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας									0,149		0,01	1,25
	Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας									0,154		0,012	1,5
	Μεσήλικοι					-44,2	-2,67	-0,04	1,2				
	Φύλο									281,2	2,836	0,28	34,2

Πίνακας 6.1 Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων

6.2 Συνολικά Συμπεράσματα

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

- Σχετικά με το **μέγεθος της ταχύτητας**, **όσο πιο ικανός** είναι ένας οδηγός αισθάνεται μεγαλύτερη εμπιστοσύνη και ασφάλεια για την οδήγησή του και κατά συνέπεια οδηγεί με **μεγαλύτερη ταχύτητα**.
- **Η μεγάλη διακυμανση της θεσης του οχήματος** στον άξονα της οδού επιφέρει **αύξηση της ταχύτητας**. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι οι οδηγοί που τείνουν να μην διατηρούν μια σταθερή πορεία στον άξονα της οδού δηλαδή έχουν αυξομειώσεις της πλευρικής απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή, εμφανίζονται με περισσότερη αυτοπεποίθηση ως προς τις οδηγικές τους ικανότητες και έχουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά με αποτέλεσμα να οδηγούν με μεγαλύτερη ταχύτητα.
- **Οι νεαροί οδηγοί** αναπτύσσουν **υψηλότερες ταχύτητες** κατά τη διάρκεια της οδήγησής τους από τους γηραιότερους. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι νεαροί οδηγοί συνήθως παρουσιάζουν μια πιο ριψοκίνδυνη οδηγική συμπεριφορά σε σχέση με τις άλλες ηλικιακές ομάδες
- Ταυτόχρονα, οδηγοί με **περισσότερα χρόνια οδήγησης** αναπτύσσουν **υψηλές ταχύτητες** καθώς έχουν μεγαλύτερη εμπειρία , αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια και οικειότητα με το οδικό περιβάλλον.
- Σχετικά με το **μέγεθος της μέσης απόστασης από προπορευόμενο όχημα** προκύπτει ότι **αύξηση της ταχύτητας** οδήγησης επιφέρει **μείωση της** απόστασης από το προπορευόμενο όχημα. Το παραπάνω αποτέλεσμα κρίνεται εύλογο καθώς οι οδηγοί που αφήνουν μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα εμφανίζουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά η οποία συνδέεται με αύξηση της ταχύτητας οδήγησης.
- Οι **μεσήλικες (35-60 ετών)** οδηγούν με **μικρότερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα** σε σχέση με τους νέους και τους ηλικιωμένους. Το πιο πάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι η μεγάλη απόσταση του οχήματος από το προπορευόμενο όχημα παραπέμπει σε οδηγούς πιο δειλούς και ανασφαλείς σε σχέση με εκείνους που οδηγούν με μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα.
- Σχετικά με **το χρόνο αντίδρασης**, όσο περισσότερο δυσκολεύεται ένας οδηγός στην οδήγησή του τόσο αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασής του.

- Οι οδηγοί που οδηγούν με υψηλές ταχύτητες εμφανίζουν **μικρότερο χρόνο αντίδρασης** καθώς βρίσκονται σε εγρήγορση και οδηγούν πιο συγκεντρωμένα.
- Οι **άνδρες** εμφανίζονται με γρηγορότερα αντανάκλαστικά και κατ'επέκταση με **χαμηλότερους χρόνους αντίδρασης** σε απρόοπτα συμβάντα από τις γυναίκες.
- Οι οδηγοί είχαν **ρεαλιστικές εκτιμήσεις** για τις οδηγικές τους ικανότητες **με εξαίρεση** τις ικανότητες τους για ασφαλή οδήγηση οι οποίες είναι: η επαρκής απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, η προσαρμογή της ταχύτητας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις, η τήρηση των ορίων ταχύτητας.
- Τα **στατιστικά μοντέλα** που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά τη μέση ταχύτητα οδήγησης, τη μέση απόσταση από προπορευόμενο όχημα καθώς και το χρόνο αντίδρασης, αποδείχθηκαν κατάλληλα για τις συγκεκριμένες αναλύσεις και την επίτευξη των στόχων της Διπλωματικής Εργασίας αυτής.
- Τέλος, αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η **γενίκευση των αποτελεσμάτων** της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού και των οδηγών.

6.3 Προτάσεις για τη Βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας

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

- ✓ Πρώτα από όλα, απαιτείται ένα **σχέδιο δράσης**, μέσω εκστρατειών ενημέρωσης σε όλα τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο, ώστε να επιτευχθεί αλλαγή της νοοτροπίας των οδηγών και να αναδειχθούν οι κίνδυνοι της **υπερεκτίμηση των οδηγικών ικανοτήτων**.
- ✓ Είναι απαιτητική η **βελτίωση της επιβολής του νόμου** και ελέγχου των παραβιάσεων του κοκ κυρίως όταν αφορά τα όρια ταχύτητας.
- ✓ **Υποχρεωτική εγκατάσταση** συστημάτων ηλεκτρονικού ελέγχου ευστάθειας σε όλα τα οχήματα, προηγμένων συστημάτων πέδησης έκτακτης ανάγκης και συστημάτων προειδοποίησης απόκλισης από τη λωρίδα κυκλοφορίας.

- ✓ Ακόμα, θα πρέπει να υπάρξει συντονισμένη αντιμετώπιση του προβλήματος και από την πολιτεία αλλά και πολύ περισσότερο από τους **εκπαιδευτικούς φορείς**, έτσι ώστε να δημιουργηθεί το υπόβαθρο για τη δημιουργία υπεύθυνων και υποδειγματικών οδηγών από μικρή ηλικία. Είναι, λοιπόν, απαραίτητη η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων αλλά και η ένταξη μαθημάτων οδικής ασφάλειας στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων.
- ✓ Δωρεάν και υποχρεωτική παρακολούθηση **προγραμμάτων εκπαίδευσης** σε θέματα διαχείρισης της πίεσης, ανάληψης ρίσκου, εκτίμησης λαθών, σωστής διαχείρισης χρόνου.
- ✓ Τέλος, καλό θα ήταν οι ασφαλιστικές εταιρείες οχημάτων να επιβραβεύουν τους προσεκτικούς οδηγούς με **μειωμένα ασφάλιστρα** για όσους δεν εμπλέκονται σε οδικά ατυχήματα. Αυτή η τακτική ενδεχομένως θα δώσει οικονομικό κίνητρο σε όλους τους οδηγούς με **στόχο τη μείωση της απόσπασης προσοχής** και συνεπώς τη μείωση των ατυχημάτων.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

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

- ✓ Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**. Όσοι περισσότεροι οδηγοί συμμετέχουν στο πείραμα, τόσο **πιο αξιόπιστα αποτελέσματα** προκύπτουν και ίσως αυτό να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών.
- ✓ Επιπλέον, μελέτες που επικεντρώνονται σε **συγκεκριμένες ομάδες οδηγών**, όπως οι ηλικιωμένοι ή οι επαγγελματίες οδηγοί, θα συμβάλουν επίσης σε μια πιο λεπτομερή κατανόηση της οδικής συμπεριφοράς.
- ✓ Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εφαρμογή άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, οι οποίες θα ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα.
- ✓ Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί σε **διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών για παράδειγμα υπό βροχή ή υπό ομίχλη, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα.

7 Βιβλιογραφία

1. Anna Sundström, January 2008, "Self-assessment of driving skill – A review from a measurement perspective", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 11, Issue 1, Pages 1-9
2. Catarina Rolim, Patrícia Baptista, "Comparing drivers' self-perception on driving behaviour changes with real world driving performance data: Lisbon case-study", April 2018, Travel Behaviour and Society, Volume 11, Pages 86-92
3. Dimosthenis Pavlou, Panagiotis Papantoniou, Eleonora Papadimitriou, Sophia Vardaki Alexandra Economou, George Yannis, Sokratis G. Papageorgiou, March 2017, "Self-assessment of older drivers with brain pathologies: reported habits and self-regulation of driving" Journal of Transport & Health, Volume 4, Pages 90-98
4. European Commission, 2018 <https://ec.europa.eu/transport/>
5. Hanneke Hooft van Huysduynen, Jacques Terken, Berry Eggen, July 2018, "The relation between self-reported driving style and driving behaviour. A simulator study", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 56, Pages 245-255
6. Hiroshi Nakai, Shinnosuke Usui, March 2012, "Comparing the self-assessed and examiner-assessed driving skills of Japanese driving school students", IATSS Research, Volume 35, Issue 2, Pages 90-97
7. Laila M. Martinussen, Mette Møller, Carlo G. Prato, April 2017, "Accuracy of young male drivers-self-assessments of driving skill" Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 46, Part A, Pages 228-235
8. Lee J.D., Young K.L., Regan M.A., 2008, "Driver Distraction, Theory, Effects and Mitigation", CRC Press
9. NTUA Road Safety Observatory (NRSO), 2017, <https://www.nrso.ntua.gr/>
10. Olsen E., Lerner N., Perel M., Simmons-Morton B., 2005, "In-car electronic device use among teen drivers, Paper presented at the Transportation Research Board Meeting, Washington, DC.
11. Salmon P., Young K., Lenn M., Williamson A., Tomasevic N., 2011, "The Nature of Errors made by Drivers", Austroads Publication No. AP-R378/11. Austroads Ltd., Australia.
12. Sami Mynttinen, Anna Sundström, Jan Vissers, Marita Koivukoski, Kari Hakuli, Esko Keskinen, August 2009, "Self-assessed driver competence among novice drivers – a comparison of driving test candidate assessments and examiner assessments in a Dutch and Finnish sample", Journal of Safety Research, Volume 40, Issue 4, Pages 301-309

13. Stutts J., Reinfurt D., Staplin L., Rodgman E., 2001, "The role of driver distraction in traffic crashes", Report Prepared for AAA Foundation for Traffic Safety.
14. Utriainen R., August 2018, "Road safety comparisons with international data on seriously injured", Transport Policy, Volume 66, Pages 138-145
15. WHO-World Health Organization, 2018, "Global status report on road safety 2018", <https://www.who.int/en>
16. ΕΛ.ΣΤΑΤ.- Ελληνική Στατιστική Αρχή <http://www.statistics.gr>
17. Ιωάννης Τσαούσης, Καθηγητής Ψυχομετρίας, "Η Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis)", Πανεπιστήμιο Κρήτης- Τμήμα Ψυχολογίας
18. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Λαΐου Α., Βούλγαρη Χ., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ., 2011, "Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου Οδικής Ασφάλειας", 2011-2020, ΕΜΠ
19. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., (1999), "Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική", Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 1999
20. Ορέστης Γαβαλάς, Ιούλιος 2018, "Η επιρροή του θυμού στην οδική συμπεριφορά και ασφάλεια", Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Ε.Μ.Π.
21. Παναγιώτης Παπαντωνίου, Δεκέμβριος 2017, "Πολύ-επίπεδη ανάλυση οδηγικής συμπεριφοράς με έμφαση στη χρήση κινητού τηλεφώνου με δεδομένα πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης", Μεταδιδακτορική Διατριβή, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Ε.Μ.Π.
22. Ιωάννης Τσαούσης, Καθηγητής Ψυχομετρίας, "Η Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis)", Πανεπιστήμιο Κρήτης- Τμήμα Ψυχολογίας

Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο το συμπληρώνει ο/η _____

(οι ερωτήσεις αφορούν τον εαυτό του)

Κωδικός Συμμετέχοντα:

Ονοματεπώνυμο Συμμετέχοντα:

Ημερομηνία συμπλήρωσης:

Ηλικία:

Φύλο (κυκλώστε):

Q1.0.1		
Q1.0.2		
Q1.0.3		
Q1.0.4		
Q1.0.5	Άντρας (1)	Γυναίκα (2)

A. ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ - ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

1. Πόσα χρόνια οδηγείτε;

2. Σας αρέσει η οδήγηση (κυκλώστε);

3. Πότε αποκτήσατε την άδεια οδήγησης σας;

4. Πότε λήγει η άδεια οδήγησης σας;

5. Είσαστε ή ήσασταν επαγγελματίας οδηγός (κυκλώστε);

6. Πόσες ημέρες την εβδομάδα χρησιμοποιείτε το αυτοκίνητό σας (κυκλώστε);

7. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα (κυκλώστε);

8. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε την ημέρα ως οδηγός (κυκλώστε);

9. Υποδείξτε το μέσο μήκος των διαδρομών σας σε χιλιόμετρα (κυκλώστε):

10. Σε σχέση με πέντε χρόνια πριν η οδήγησή σας (κυκλώστε):

Q1.1							
Q1.2	Ναι (1)		Όχι (2)				
Q1.3							
Q1.4							
Q1.5	Ναι (1)		Όχι (2)				
Q1.6	1	2	3	4	5	6	7
Q1.7	<20	20-50	50-100	100-150	150+	Δεν ξέρω	
Q1.8	1	2	3	4	5+		
Q1.9	1-2	3-5	6-9	10-15	16-29	30+	Δεν ξέρω
Q1.10	Έχει περιορισθεί (1)		Είναι η ίδια (2)		Έχει αυξηθεί (3)		Δεν ξέρω (4)

11. Πόσο συχνά οδηγήσατε το τελευταίο εξάμηνο στις παρακάτω συνθήκες:

*Σημειώστε με √ το κουτάκι της επιλογής σας		Καθόλου	Τουλάχιστον μια φορά το δίμηνο	Τουλάχιστον μια φορά τον μήνα	Τουλάχιστον μια φορά τη βδομάδα	Τουλάχιστον δύο φορές τη βδομάδα	Τουλάχιστον τέσσερις φορές τη βδομάδα
Q1.11.1	Νύχτα	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.2	Σε ώρες κυκλοφοριακής αιχμής	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.3	Με βροχή	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.4	Σε αυτοκινητόδρομους	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.5	Σε άγνωστες περιοχές	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.6	Εκτός πόλης	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.7	Εντός πόλης	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.8	Κοντά στην περιοχή κατοικίας σας	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q1.11.9	Διανύοντας μεγάλες αποστάσεις (>2ώρες)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

12. Πόσες φορές το τελευταίο εξάμηνο αποφύγατε επισκέψεις ή άλλες δουλειές με το αυτοκίνητό σας επειδή ανησυχείτε για την οδήγηση σας (κυκλώστε);

Q1.12	Ποτέ (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολλές φορές (4)
-------	----------	------------	-------------------	------------------

B. ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΗΓΟΥ

13. Ποιά είναι τα αδύνατα και ποιά τα δυνατά σημεία σας στην οδήγηση;

*Σημειώστε με √ το κουτάκι της επιλογής σας		Αδύνατο	Λίγο αδύνατο	Μάλλον δυνατό	Δυνατό
Q1.13.1	Να οδηγείτε μακρινές αποστάσεις	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.2	Να αντιλαμβάνεστε άμεσα τους κινδύνους της κυκλοφορίας	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.3	Να οδηγείτε σε ολισθηρό δρόμο	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.4	Να αλλάζετε λωρίδα κυκλοφορίας με άνεση	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.5	Να παίρνετε γρήγορες αποφάσεις όταν οδηγείτε	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.6	Να παραμένετε ψύχραιμοι σε αγχωτικές καταστάσεις όταν οδηγείτε	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.7	Να ελέγχετε απόλυτα το αυτοκίνητο	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.8	Να αφήνετε αρκετή απόσταση από το μπροστινό αμάξι	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.9	Να προσαρμόζετε την ταχύτητά σας ανάλογα με τις οδικές καταστάσεις	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.10	Η προσπέραση, αν χρειάζεται	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.11	Να παραχωρείτε την προτεραιότητα σας όταν υπάρχει ανάγκη	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.12	Να τηρείτε τα όρια ταχύτητας	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.13	Να παρκάρετε με την όπισθεν	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.14	Να προσέχετε τα άλλα οχήματα στο δρόμο	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.15	Να οδηγείτε γρήγορα, αν χρειάζεται	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.16	Να οδηγείτε στο σκοτάδι	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.13.17	Να προσέχετε τους πεζούς και τους ποδηλάτες	(1)	(2)	(3)	(4)

14. Πως θα αξιολογούσατε την οδήγησή σας σήμερα σε σχέση με πέντε χρόνια πριν (κυκλώστε);

Q1.14	Χειρότερη ⁽¹⁾	Λίγο χειρότερη ⁽²⁾	Ίδια ⁽³⁾	Λίγο καλύτερη ⁽⁴⁾	Καλύτερη ⁽⁵⁾	Δεν ξέρω ⁽⁶⁾
-------	--------------------------	-------------------------------	---------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------------

15, 16, 17. Πιο συγκεκριμένα, πως θα αξιολογούσατε την οδήγησή σας στις παρακάτω συνθήκες:

		15. Σε σχέση με 5 χρόνια πριν:			16. Το αποφεύγετε:				17. Αν το αποφεύγετε, για ποιό λόγο γίνεται αυτό; (Αν δεν το αποφεύγετε μην συμπληρώσετε)		
		Σημαντική επιδείνωση	Μικρή επιδείνωση	Καμία διαφορά	Πάντα	Συχνά	Μερικές φορές	Ποτέ	Δεν έχετε κάποιο συγκεκριμένο λόγο	Επειδή διστάζετε ή φοβάστε	Επειδή η οικογένειά σας/ οι δικοί σας το αποθαρρύνουν
Q1.15.1 Q1.16.1 Q1.17.1	Ήπια κίνηση – ήσυχος δρόμος	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.2 Q1.16.2 Q1.17.2	Πόλη με μεγάλη κυκλοφορία	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.3 Q1.16.3 Q1.17.3	Δρόμος ταχείας κυκλοφορίας	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.4 Q1.16.4 Q1.17.4	Αυτοκινητόδρομος	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.5 Q1.16.5 Q1.17.5	Νύχτα	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.6 Q1.16.6 Q1.17.6	Έντονη βροχόπτωση	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.7 Q1.16.7 Q1.17.7	Οδήγηση σε βρεγμένο οδόστρωμα	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.8 Q1.16.8 Q1.17.8	Δρόμος με πολλές στροφές	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.9 Q1.16.9 Q1.17.9	Άγνωστη περιοχή	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.10 Q1.16.10 Q1.17.10	Αλλαγή λωρίδας	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.11 Q1.16.11 Q1.17.11	Μεγάλες αποστάσεις (>2 ώρες)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.12 Q1.16.12 Q1.17.12	Αριστερές στροφές	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.13 Q1.16.13 Q1.17.13	Οδήγηση ενώ είστε κουρασμένος/η	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.14 Q1.16.14 Q1.17.14	Οδήγηση μόνος στο αυτοκίνητο	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.15 Q1.16.15 Q1.17.15	Συζήτηση με συνεπιβάτη	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.16 Q1.16.16 Q1.17.16	Συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.17 Q1.16.17 Q1.17.17	Διασταυρώσεις χωρίς σηματοδότες	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
Q1.15.18 Q1.16.18 Q1.17.19	Προσπέραση σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)

18. Ποια από τα παρακάτω και πόσο συχνά θεωρείτε ότι σας χαρακτηρίζουν στην οδήγηση;

*Σημειώστε με ✓ το κουτάκι της επιλογής σας		Ποτέ	Σπάνια	Μερικές φορές	Συχνά	Πάντα
Q1.18.1	Δυσκολίες στον επιμερισμό της προσοχής σας σε διάφορες ενέργειες ταυτόχρονα	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.2	Δυσκολίες στην εκτίμηση της απόστασης και της ταχύτητας των άλλων οχημάτων	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.3	Δυσκολίες στην αντίληψη οχημάτων και πεζών που πλησιάζουν ξαφνικά μπροστά σας από πλευρική κατεύθυνση	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.4	Δυσκολίες στην επικέντρωση της προσοχής στα σήματα κυκλοφορίας σε περιβάλλον όπου υπάρχουν και άλλες πινακίδες	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.5	Δυσκολίες συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.6	Καθυστέρηση αντίδρασης σε περίπτωση αναγκαστικού φρεναρίσματος	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.7	Δυσκολίες στην ευελιξία χειριών, ποδιών και αυχένα	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.8	Μη επαρκής γνώση των κανόνων κυκλοφορίας και των νέων σημάτων κυκλοφορίας	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.18.9	Δυσκολίες προσαρμογής σε περιπτώσεις που ξαφνικά εμφανίζονται αλλαγές στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε μια συνηθισμένη διαδρομή σας	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Γ. ΟΔΗΓΗΣΗ ΜΕ ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

19, 20. Όταν οδηγείτε στις παρακάτω συνθήκες θεωρείτε ότι είναι επικίνδυνο να συνομιλείτε με συνεπιβάτη ή να χρησιμοποιείτε κινητό τηλέφωνο;

*Σημειώστε με ✓ το κουτάκι της επιλογής σας		19. Συνομιλία με συνεπιβάτη				20. Χρήση κινητού τηλεφώνου			
		Καθόλου επικίνδυνο	Λίγο επικίνδυνο	Αρκετά επικίνδυνο	Πολύ επικίνδυνο	Καθόλου επικίνδυνο	Λίγο επικίνδυνο	Αρκετά επικίνδυνο	Πολύ επικίνδυνο
Q1.19.1 Q1.20.1	Εντός πόλης - με μεγάλη κυκλοφορία	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.19.2 Q1.20.2	Εντός πόλης - με μικρή κυκλοφορία	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.19.3 Q1.20.3	Εκτός πόλης - με μεγάλη κυκλοφορία	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Q1.19.4 Q1.20.4	Εκτός πόλης - με μικρή κυκλοφορία	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)

21. Τον τελευταίο μήνα πόσο συχνά συνομιλείτε με κάποιον συνεπιβάτη κατά την οδήγηση (κυκλώστε);

Q1.21	Ποτέ (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολλές φορές (4)
-------	----------	------------	-------------------	------------------

22. Τον τελευταίο μήνα πόσο συχνά χρησιμοποιείτε κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση (κυκλώστε);

Q1.22	Ποτέ (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολλές φορές (4)
-------	----------	------------	-------------------	------------------

23. Με ποιόν τρόπο και πόσο συχνά αλλάζετε την οδηγική σας συμπεριφορά όταν συνομιλείτε με συνεπιβάτη κατά την οδήγηση;

*Σημειώστε με √ το κουτάκι της επιλογής σας		Ποτέ	Σπάνια	Μερικές φορές	Συχνά	Πάντα
Q1.23.1	Μειώνω ταχύτητα και οδηγώ πιο προσεκτικά	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.23.2	Προσπαθώ να έχω μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.23.3	Οδηγώ πιο δεξιά, επί του οδοστρώματος	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.23.4	Συμπληρώστε κάποιον άλλον τρόπο αλλαγής της οδηγικής σας συμπεριφοράς_____	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

24. Με ποιόν τρόπο και πόσο συχνά αλλάζετε την οδηγική σας συμπεριφορά όταν κάνετε χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση; (αν δεν χρησιμοποιείτε κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση περάστε στην ερώτηση 25)

*Σημειώστε με √ το κουτάκι της επιλογής σας		Ποτέ	Σπάνια	Μερικές φορές	Συχνά	Πάντα
Q1.24.1	Μειώνω ταχύτητα και οδηγώ πιο προσεκτικά	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.24.2	Σταματάω το όχημα σε ασφαλές σημείο	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.24.3	Προσπαθώ να έχω μεγαλύτερη απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.24.4	Οδηγώ πιο δεξιά, επί του οδοστρώματος	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Q1.24.5	Συμπληρώστε κάποιον άλλον τρόπο αλλαγής της οδηγικής σας συμπεριφοράς_____	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Δ. ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΟΔΗΓΟΥ

25. Πόσες φορές τον τελευταίο χρόνο βιώσατε ένα διαπληκτισμό με συνεπιβάτη σας καθώς οδηγούσατε (κυκλώστε);

Q1.25	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

26. Πόσες φορές τον τελευταίο χρόνο βιώσατε ένα διαπληκτισμό με οδηγό άλλου οχήματος (κυκλώστε);

Q1.26	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

27. Πόσες φορές τον τελευταίο χρόνο «ήρθατε στα χέρια» με οδηγό άλλου οχήματος (κυκλώστε);

Q1.27	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

28. Χρησιμοποιείτε τη ζώνη ασφαλείας (κυκλώστε);

Q1.28	Καθόλου (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολύ συχνά (4)	Πάντοτε (5)
-------	----------------	---------------	----------------------	-------------------	----------------

29. Οδηγείτε υπό την επήρεια αλκοόλ όταν είστε έξω με τους φίλους σας (κυκλώστε);

Q1.29	Καθόλου (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολύ συχνά (4)
-------	----------------	---------------	----------------------	-------------------

30. Οδηγείτε επικίνδυνα για εσάς και τους άλλους όταν είστε έξω με τους φίλους σας (κυκλώστε);

Q1.30	Καθόλου (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολύ συχνά (4)
-------	----------------	---------------	----------------------	-------------------

31. Σε γενικές γραμμές πόσο συχνά οδηγείτε χωρίς να είστε συγκεντρωμένος-η (κυκλώστε);

Q1.31	Καθόλου (1)	Σπάνια (2)	Μερικές φορές (3)	Πολύ συχνά (4)
-------	----------------	---------------	----------------------	-------------------

Ε. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ

33. Πόσα ατυχήματα συνολικά είχατε ως οδηγός (κυκλώστε);

Q1.33	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

34. Πόσες φορές τα τελευταία δύο χρόνια, αποφύγατε «την τελευταία στιγμή» ένα ατύχημα (κυκλώστε);

Q1.34	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

35. Πόσα ατυχήματα μόνο με υλικές ζημιές είχατε τα τελευταία δύο χρόνια με το αυτοκίνητο (κυκλώστε);

Q1.35	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

36. Πόσα σοβαρά ατυχήματα με τραυματισμό είχατε τα τελευταία δύο χρόνια με το αυτοκίνητο (κυκλώστε);

Q1.36	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

37. Πόσες φορές τα τελευταία δύο χρόνια, παραβιάσατε τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας ενώ οδηγούσατε (κυκλώστε);

Q1.37	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

38. Τα τελευταία δύο χρόνια, πόσες κλήσεις είχατε για παραβάσεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (κυκλώστε);

Q1.38	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----