



Συσχέτιση Χαρακτηριστικών και Επιδόσεων Ασφάλειας του Οδηγού

Vasiliki Agathangelou¹, Dimitrios I. Tselentis¹, George Yannis^{1*}

¹ *Department of Transportation Planning and Engineering, National Technical University of Athens, 5 Heron Polytechniou str., GR-15773 Athens, [*geyannis@central.ntua.gr](mailto:geyannis@central.ntua.gr)*

Περίληψη

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η συσχέτιση των χαρακτηριστικών οδήγησης και των επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού. Για τον σκοπό αυτό συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω πειραματικής διαδικασίας σε κανονικές συνθήκες οδήγησης με 12 συμμετέχοντες οδηγούς, οι οποίοι αξιολογήθηκαν από ειδικό αξιολογητή οδηγικής ασφάλειας για την οδηγική τους συμπεριφορά και εν συνεχεία τους ζητήθηκε να αυτό-αξιολογήσουν την ίδια συμπεριφορά τους απαντώντας σε ένα ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο. Η ανάλυση της συμπεριφοράς των οδηγών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της στατιστικής μεθόδου της ανάλυσης παραγόντων (factor analysis) και της ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression). Η ανάλυση παραγόντων κατέδειξε τρεις ομάδες που χαρακτηρίζουν την αντίληψη των οδηγών σχετικά με την επιπόλαιη, την επιθετική και την προσεκτική οδηγική συμπεριφορά. Στη συνέχεια μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης προσδιορίστηκε η επιρροή της οδηγικής εμπειρίας, των χρονο-αποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα, της αυτό-αναφερόμενης επιδεξιότητας και της αμυντικής οδήγησης στη μεταβολή του δείκτη συνολικής επίδοσης. Από την εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου προέκυψε ότι η οδηγική εμπειρία οδηγεί σε στατιστικά σημαντική αύξηση του δείκτη συνολικής επίδοσης του οδηγού ως προς την οδική ασφάλεια.

Λέξεις κλειδιά: *πείραμα στην οδό, αυτό-αξιολόγηση, οδηγική συμπεριφορά, ανάλυση παραγόντων, γραμμική παλινδρόμηση.*

Abstract

This research aims to correlate driver's characteristics with its safety performance. In order to achieve this objective, two sets of assessments were used where 12 drivers participated on an expert assessment using on-road driving together with a self-evaluation questionnaire. The analysis of the drivers' behaviour was carried out using the statistical methods of factor analysis and linear regression analysis. Three groups that characterise drivers' perception of careless, aggressive and cautious driving behavior were derived from factor analysis. Moreover, linear regression analysis revealed that driving experience, headways, self-reported driving skill and defensive driving positively affect the overall on-road driving performance score. More precisely, it was ascertained that driving experience leads to statistically significant increase in overall on-road driving performance score.

Keywords: *on-road assessment, self-assessment, driving behaviour, factor analysis, linear regression.*

1. Εισαγωγή

Αναμφίβολα η **οδική ασφάλεια** αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες, καθώς η αύξηση των οδικών ατυχημάτων έχει λάβει διαστάσεις προβλήματος δημόσιας υγείας. Παρόλα αυτά ένα μεγάλο ποσοστό, της τάξης του 90%, λαμβάνει χώρα σε χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος χώρες, ακόμη και αν αυτές έχουν περίπου



το ήμισυ των οχημάτων **παγκοσμίως** (World Health Organization, 2015). Αν και έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για τη μείωση των οδικών ατυχημάτων εκτιμάται διεθνώς ότι χάνονται 1,25 εκατομμύρια ζωές ετησίως, εκ των οποίων οι μισοί είναι «ευάλωτοι χρήστες του οδικού δικτύου»: πεζοί, ποδηλάτες και μοτοσυκλετιστές.

Όσον αφορά στην Ευρώπη το 2014 καταγράφηκαν 25.700 νεκροί από οδικά ατυχήματα, εκ των οποίων οι 793 αφορούσαν στην Ελλάδα. Προκύπτει από τις μελέτες ότι η Ελλάδα είχε 72 νεκρούς ανά εκατομμύριο κατοίκων, τιμή που ξεπερνάει πολύ το μέσο όρο (51 νεκροί), και κατατάσσει τη χώρα μας 6^η σε περισσότερους νεκρούς από οδικά ατυχήματα, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Commission, 2015). Παρά αυτή την υψηλή θέση της Ελλάδας, το χρονικό διάστημα 2010-2014 μειώθηκε αρκετά ο αριθμός των οδικών ατυχημάτων, εν μέρει λόγω της οικονομικής κρίσης. Δυστυχώς όμως το 2015 παρατηρήθηκε μια αύξηση 1,5% στους νεκρούς, που έφτασαν τους 805.

Προκειμένου λοιπόν μειωθούν τα οδικά ατυχήματα πρέπει να εντοπιστούν οι βασικοί παράγοντες που οδηγούν στα οδικά ατυχήματα. Οι τρεις σημαντικότεροι, κατά σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας, είναι:

- **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)

Επομένως, είναι απαραίτητη η ανάλυση των χαρακτηριστικών της οδικής συμπεριφοράς και των επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού, με σκοπό τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η **συσχέτιση χαρακτηριστικών και επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού**. Συγκεκριμένα, θα εξεταστεί το πώς τα διάφορα στοιχεία που συνθέτουν τον τρόπο οδήγησης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και καθορίζουν την κυκλοφοριακή συμπεριφορά του οδηγού. Επομένως, επιμέρους στόχος της έρευνας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών.

Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, με το τέλος της έρευνας, θα επιτρέψουν την κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο οι επιδόσεις ασφάλειας σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζουν τη συνολική οδηγική του απόδοση.

Κατά συνέπεια, με αυτόν τον τρόπο, θα προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά εκείνα, τα οποία διαχωρίζουν αυτούς που ακολουθούν έναν περισσότερο επικίνδυνο τρόπο οδήγησης, αυξάνοντας την πιθανότητα να συντελέσουν στην πρόκληση οδικού ατυχήματος, από τους πιο προσεκτικούς οδηγούς.

1.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της έρευνας. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά σε έρευνες οι οποίες αφορούν στη συσχέτιση χαρακτηριστικών και επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού. Για κάθε εργασία γίνεται συνοπτική αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στα συμπεράσματα που



προέκυψαν. Τέλος, με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προσδιορίστηκε το ακριβές αντικείμενο της έρευνας και επιχειρήθηκε να επιλεγεί η καταλληλότερη μεθοδολογία.

Οι Kontogiannis et al., 2002 έχουν ως αντικείμενο της εργασίας τους την ταξινόμηση των οδηγών σύμφωνα με την αυτο-αναφερόμενη παραβατική τους συμπεριφορά. Απ' την άλλη μεριά, οι Vardaki et al., 2013 διερευνούν την αυτο-αναφερόμενη συμπεριφορά και τη στάση των οδηγών σε επικίνδυνες συμπεριφορές που σχετίζονται με τις οδικές παραβάσεις των ορίων ταχύτητας, την οδήγηση σε κατάσταση μέθης και τη χρήση κινητού τηλεφώνου, χρησιμοποιώντας την Ανάλυση Ομαδοποίησης (Cluster Analysis).

Όσον αφορά τη μεθοδολογία, για τις ανάγκες της έρευνας των Kontogiannis et al., 2002, συμπληρώθηκαν 1425 ερωτηματολόγια από οδηγούς σε 18 πόλεις σε όλη την Ελλάδα. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αναφέρουν πόσο συχνά διέπραξαν τη συμπεριφορά που περιγράφεται σε κάθε στοιχείο σε μία κλίμακα έξι σημείων. Απ' τη άλλη μεριά, στην έρευνα των Vardaki et al., 2013 χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα προς επεξεργασία τα στοιχεία από 601 Έλληνες οδηγούς που συμμετείχαν στην πανευρωπαϊκή έρευνα SARTRE 4. Οι ερωτήσεις αφορούσαν στη στάση και την αυτο-αναφερόμενη συμπεριφορά του οδηγού που σχετίζονται με την υπερβολική ταχύτητα, την οδήγηση σε κατάσταση μέθης και τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα, στην έρευνα των Kontogiannis et al., 2002 εντοπίστηκαν τρεις τύποι παραβάσεων. Τα λάθη και τα πταίσματα ήταν οι δύο κύριες μορφές της παραβατικής συμπεριφοράς. Η παραγοντική ανάλυση εντόπισε άλλες δύο κατηγορίες, εκ των οποίων η μία αναφέρεται σε μία κατάσταση χαμηλής ετοιμότητας και αμέλειας, ενώ η άλλη κατηγορία αναφέρεται σε επικοινωνιακά σφάλματα και «κοινωνική αδιαφορία» για τους άλλους χρήστες του οδικού δικτύου. Τα ευρήματα της έρευνας των Vardaki et al., 2013 δείχνουν ότι οι διαφορές στη στάση και τη συμπεριφορά μπορούν να αποδοθούν σε παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο και η περιοχή κατοικίας. Επίσης τα ευρήματα της έρευνας παρείχαν κάποια εικόνα για το τρέχον επίπεδο της στάσης των οδηγών για τις τροχαίες παραβάσεις, ιδίως για εκείνες που επηρεάζουν αρνητικά την ασφάλεια της κυκλοφορίας.

1.2 Συναφείς Μεθοδολογίες

Στο υποκεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται συναφείς μεθοδολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε άλλες έρευνες, όσον αφορά την οδική ασφάλεια. Συγκεκριμένα βασίζονται σε προσωπικές εκτιμήσεις των ίδιων των οδηγών μέσω ερωτηματολογίων ή συνεντεύξεων (self-report study) και στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων σε κανονικές συνθήκες οδήγησης.

Η έρευνα των Ott et al., 2012 έχει ως στόχο τη σύγκριση μιας τυποποιημένης δοκιμής επί της οδού σε σχέση με τη νατουραλιστική οδήγηση από ηλικιωμένους, οι οποίοι μπορεί να έχουν κάποια γνωστική δυσλειτουργία. Για τη σύγκριση των δύο αξιολογήσεων πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση μέσω της Ανάλυσης Παραγόντων (Factor Analysis). Η Ανάλυση Παραγόντων για την πρώτη φάση του πειράματος ήταν μονοδιάστατη, αντανακλώντας ένα σημαντικό παράγοντα που σχετίζεται με την ευαισθητοποίηση της σήμανσης και την οδηγική συμπεριφορά. Αντίθετα, η ανάλυση της νατουραλιστικής οδήγησης αντικατοπτρίζεται σε δύο παράγοντες που σχετίζονται με την ορθή διατήρηση λωρίδας και με την ικανότητα του οδηγού να ανταποκριθεί στην κυκλοφορία. Συμπερασματικά η ορθή διατήρηση λωρίδας είναι μια



σημαντική διάσταση οδηγικής ασφάλειας στην οποία συνήθως δε δίνεται έμφαση κατά τη διάρκεια των διαδικασιών αξιολόγησης.

Απ' την άλλη μεριά, η έρευνα των Amado et al., 2014 έχει ως στόχο να διερευνήσει την αντίληψη των οδηγών σχετικά με τις οδηγικές τους ικανότητες αλλά και την οδηγική τους συμπεριφορά με βάση τις εκτιμήσεις των εμπειρογνομόνων σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης. Μικρές συσχετίσεις καταγράφηκαν μεταξύ των αξιολογήσεων των δεξιοτήτων οδήγησης και συμπεριφοράς, του οδηγού και του παρατηρητή, κυρίως σχετικά με τα σφάλματα και τις παραβιάσεις που αφορούσαν την ταχύτητα και τους φωτεινούς σηματοδότες. Επιπλέον ισχυρή διαπίστωση αποτέλεσε ότι οι οδηγοί αξιολόγησαν καλύτερα τις οδηγικές τους επιδόσεις σε σύγκριση με αυτές που κατέγραψε ο εμπειρογνώμονας παρατηρητής.

1.3 Σύνοψη

Οι εργασίες, οι οποίες εξετάστηκαν παραπάνω, καλύπτουν ευρύ φάσμα αναλύσεων, σχετικών με τα χαρακτηριστικά του οδηγού και πως αυτά σχετίζονται με τις επιδόσεις ασφαλείας του. Από τη σύνθεση των βασικών τους αποτελεσμάτων, προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Οι διάφορες μορφές σφάλματος μπορούν να προκαθορίσουν την τυχούσα παραβατική συμπεριφορά του οδηγού.
- Για αυτό τον λόγο έχουν καταβληθεί προσπάθειες δημιουργίας ενός δείκτη επικινδυνότητας του οδηγού με σκοπό την αξιολόγηση της επίδρασης των χαρακτηριστικών του οδηγού όσον αφορά στην ασφάλεια.
- Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται από τους περισσότερους ερευνητές η Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis) με σκοπό τη μείωση δεδομένων και τον καθορισμό των κυριότερων παραγόντων, που περιγράφουν επαρκώς την οδηγική συμπεριφορά.
- Ορισμένοι ερευνητές ακολουθούν διαφορετική μέθοδο ανάλυσης, εκείνη της Ανάλυσης Ομαδοποίησης (Cluster Analysis), η οποία κατατάσσει τις παρατηρήσεις σε δύο ή περισσότερες αμοιβαία αποκλειόμενες άγνωστες ομάδες και βασίζεται σε συνδυασμούς μεταβλητών. Αυτό βοηθά στην κατάταξη των συμμετεχόντων κυρίως σε «ασφαλείς» και «μη ασφαλείς» ή «εξειδικευμένους» και «ανεidίκευτους» οδηγούς.
- Τέλος, ενδιαφέρον παρουσίασαν ορισμένες έρευνες που διαπίστωσαν ότι ενώ η πλειονοψία των οδηγών αυτοαξιολογήθηκαν ως καλοί οδηγοί, οι ειδικοί εμπειρογνώμονες παρατήρησαν στους οδηγούς αυτούς προβλήματα προσαρμογής στην ταχύτητα και παραβιάσεις που αφορούσαν στους φωτεινούς σηματοδότες.

Συμπερασματικά, τα παρόντα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη να εξεταστούν περαιτέρω οι δείκτες οδικής ασφάλειας, μέσα από αξιολογήσεις σε κανονικές συνθήκες οδήγησης, και να συσχετιστούν με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, ώστε να στοχευθούν συγκεκριμένες προβληματικές ομάδες του πληθυσμού με γνώμονα τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας σε εθνικό επίπεδο.

2. Κυρίως Κείμενο

2.1 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Στο παρόν κεφάλαιο επιδιώκεται η περιγραφή του θεωρητικού υποβάθρου, στο οποίο θα βασιστεί η ανάλυση του αντικειμένου της έρευνας. Ειδικότερα, παρουσιάζεται το **πλαίσιο της**



μεθοδολογίας, στο οποίο θα στηριχθεί η **συσχέτιση χαρακτηριστικών και επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού**, με τη χρήση μαθηματικού προτύπου. Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας είναι αναγκαία η ανάλυση πολλών συσχετιζόμενων τυχαίων μεταβλητών ταυτόχρονα, κάθε μία από τις οποίες θεωρείται εξ' ίσου σημαντική με τις υπόλοιπες. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Αρχικά αναλύεται η μέθοδος της ανάλυσης παραγόντων (Factor Analysis), καθώς και της ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis), και στη συνέχεια παρουσιάζονται όλα τα επιμέρους στοιχεία του επιλεχθέντος μαθηματικού προτύπου. Τέλος γίνεται μια αναφορά στον τρόπο ελέγχου της ισχύος των προϋποθέσεων χρήσης του μαθηματικού προτύπου.

2.1.1 Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis)

Η ανάλυση παραγόντων (factor analysis) είναι μια στατιστική μέθοδος που έχει ως στόχο τη δημιουργία κρυφών, μη παρατηρήσιμων ποσοτήτων που ονομάζονται παράγοντες. Το παραγοντικό μοντέλο στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι μεταβλητές μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση τις συσχετίσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Έτσι, όλες οι μεταβλητές που βρίσκονται μέσα στην ίδια ομάδα είναι υψηλά συσχετισμένες μεταξύ τους, αλλά έχουν σχετικά μικρές συσχετίσεις με τις μεταβλητές διαφορετικών ομάδων. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό, ότι κάθε ομάδα μεταβλητών αναπαριστά έναν κρυφό παράγοντα, που ευθύνεται για τις παρατηρούμενες συσχετίσεις. Με την παραγοντική ανάλυση επιχειρείται να συνδεθούν οι μη παρατηρούμενες μεταβλητές (παράγοντες ή συνιστώσες), με μεταβλητές που παρατηρούνται και για τις οποίες υπάρχουν μετρήσεις, επιτυγχάνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο και μια ομαδοποίηση των παρατηρούμενων μεταβλητών σε κοινές συνιστώσες.

Για την απόκτηση εκτιμητών των κυρίων παραγόντων υπάρχουν διάφορες μέθοδοι όπως η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες, η παραγοντοποίηση σε κύριους άξονες, η άλφα παραγοντοποίηση, η παραγοντοποίηση των απεικονισμένων μεταβλητών, η παραγοντοποίηση των μη σταθμισμένων ελαχίστων τετραγώνων, η παραγοντοποίηση των γενικευμένων ελαχίστων τετραγώνων και η μέθοδος της μεγίστης πιθανοφάνειας. Οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι για την εξαγωγή παραγόντων είναι η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες και η μέθοδος μεγίστης πιθανοφάνειας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η **ανάλυση σε κύριες συνιστώσες** διότι αποτελεί την καλύτερη μέθοδο για τη μείωση του αριθμού των μεταβλητών.

2.1.2 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

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

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

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



Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιότητα του μοντέλου καθορίζεται με βάση τον συντελεστή προσαρμογής R^2 . Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από μηδέν έως ένα. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, περιγράφεται η μεταβλητή Y από τις X . Ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία, κάτι το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή R^2 .

2.2 Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Το υποκεφάλαιο αυτό, που αφορά **στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων**, περιλαμβάνει δύο υπό-κεφάλαια. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε πείραμα σε κανονικές συνθήκες οδήγησης με συμμετέχοντες 12 οδηγούς, οι οποίοι αξιολογήθηκαν σε 16 βασικά χαρακτηριστικά τα οποία συνθέτουν τις επιδόσεις ασφαλείας του οδηγού. Η έρευνα συνεχίστηκε με τη συμπλήρωση (από τους συμμετέχοντες) κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων, που περιείχαν 78 ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν κυρίως χαρακτηριστικά της οδηγικής συμπεριφοράς.

2.2.1 Το πείραμα

Η διαδρομή περιελάμβανε συνολικά 18.4 χιλιόμετρα με χρόνο διάνυσης της απόστασης περίπου τα 27 λεπτά, τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό οδικό δίκτυο. Ωστόσο, ορίστηκε το περιβάλλον οδήγησης να αποτελεί αυτό της υπεραστικής οδού, για λόγους λιγότερου κυκλοφοριακού φόρτου και επιλέχθηκε τελικά η διαδρομή «Υπεραστική Οδός» ως η πιο κατάλληλη για την επίτευξη του στόχου αυτής της πειραματικής διαδικασίας.

Για τις ανάγκες του πειράματος, συντάχθηκε ένας ειδικός κατάλογος ελέγχου αξιολόγησης οδηγικής επίδοσης ο οποίος βασίστηκε σε 16 βασικούς οδηγικούς δείκτες που αποτελούν τις επιδόσεις ασφάλειας του οδηγού, όπως αυτοί φαίνονται κάτωθι:

1. Προσαρμογή ταχύτητας (Speed adaptation)
2. Ικανότητα φρεναρίσματος (Braking)
3. Ικανότητα επιτάχυνσης (Accelerating)
4. Ικανότητα στροφής (Turning)
5. Χρονοαποστάσεις από προπορευόμενο όχημα (Headways)
6. Πλευρική θέση (Lateral position)
7. Ικανότητα επιλογής σωστής λωρίδας κυκλοφορίας (Ability to choose the correct lane)
8. Ικανότητα αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας (Lane change)
9. Κατανόηση, αντίληψη και ποιότητα κυκλοφοριακής συμπεριφοράς (Understanding, perception and quality of traffic participation)
10. Διάβαση και διασταύρωση (Crossing or junction)
11. Προσμονή και αντίληψη των φωτεινών σηματοδοτών και σημάτων κυκλοφορίας (Anticipation and perception of road signs and traffic signals)
12. Ικανότητα προσαρμογής στην κυκλοφορία (Joining the traffic stream)
13. Οπτική συμπεριφορά και επικοινωνία (Visual behaviour and communication)
14. Χρήση των καθρεφτών (Mirror use)
15. Χρήση του φλας (Use of direction indicator)
16. Ομαλή χρήση τιμονιού (Steering firmness)



Επίσης, με βάση τη συνολική τους οδήγηση ο ειδικός αξιολογητής βαθμολόγησε τους οδηγούς για την αμυντική τους στάση κατά την οδήγηση και έτσι προέκυψε ένας ακόμη δείκτης που αναφέρεται ως «**Defensive driving**». Αυτός ο δείκτης ορίζεται ως το σύνολο των συμπεριφορών που επιτρέπουν στον οδηγό να προβλέπει, να αναγνωρίζει και να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα προκειμένου να αποφύγει με ασφάλεια τους ενδεχόμενους οδικούς κινδύνους.

Τέλος, οι οδηγοί βαθμολογήθηκαν σε κάθε δείκτη ξεχωριστά με μια κλίμακα τεσσάρων σημείων [Bad (Καλή), Insufficient (Ανεπαρκής), Sufficient (Επαρκής), Good (Καλή)], αλλά και για την ολική τους συμπεριφορά με έναν δείκτη συνολικής επίδοσης (**overall on road driving performance score**) από 0% έως 100%.

2.2.2 Το ερωτηματολόγιο

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο 78 ερωτήσεων. Οι ερωτήσεις αυτές περιέχουν ορισμένα βασικά δημογραφικά χαρακτηριστικά και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών σχετικά με την οδηγική εμπειρία (διανυθέντα χιλιόμετρα εντός και εκτός πόλης, κ.α.), την παραβατική συμπεριφορά (συνολικά ατυχήματα, παραβίαση ΚΟΚ, κ.α.) και την αυτό-αναφερόμενη οδηγική συμπεριφορά (επικίνδυνη οδήγηση, απότομη επιτάχυνση, πόσο προσεκτικός οδηγός είναι, κ.α.). Το ερωτηματολόγιο στην πλήρη του μορφή όπως αυτό δόθηκε στους συμμετέχοντες παρατίθεται στο όγδοο κεφάλαιο με τα Παραρτήματα.

2.3. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Το πέρας της πολύπλοκης διαδικασίας συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων, διαδέχθηκε η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν η οποία θα επιτρέψει τη **συσχέτιση χαρακτηριστικών και επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού** ως αντικείμενο διερεύνησης της παρούσης έρευνας.

Όπως προαναφέρθηκε, ύστερα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών και μεθοδολογιών, έγινε η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας. Οι μέθοδοι που επιλέχθηκαν, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3 με τίτλο «Θεωρητικό Υπόβαθρο», είναι: η Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis) και η Γραμμική Παλινδρόμηση.

2.3.1 Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis)

Μέσω της Ανάλυσης Παραγόντων καταβλήθηκε προσπάθεια να καθοριστούν οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι προσδιορίζουν συσχέτιση χαρακτηριστικών και επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού.

Τελικά, στην Ανάλυση Παραγόντων εισήχθησαν ως μεταβλητές προς ανάλυση οι απαντήσεις των οδηγών στις εξής ερωτήσεις:

1. Πόσα ατυχήματα συνολικά είχατε ως οδηγός μέχρι σήμερα;
2. Πόσες φορές τα τελευταία δύο χρόνια, παραβιάσατε τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας ενώ οδηγούσατε;
3. Πόσο τηρείτε τα όρια ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο;
4. Πόσο επιθετικός οδηγός πιστεύετε ότι είστε;
5. Πόσο συχνά θεωρείτε ότι φρενάρете απότομα;
6. Πόσο συχνά θεωρείτε ότι επιταχύνετε απότομα;



7. Πόσο συχνά θεωρείτε ότι στρίβετε απότομα;

Καθώς και η βαθμολογία από την αξιολόγηση σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης των εξής επιδόσεων ασφάλειας:

1. Braking
2. Accelerating
3. Headways

Τα βήματα της Ανάλυσης Παραγόντων που εφαρμόστηκαν είναι τα εξής:

1^ο : Μετά την εισαγωγή της βάση δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η εντολή analyze, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια, ακολούθησε η επιλογή Dimension Reduction → Factor.

2^ο : Επιλογή των μεταβλητών της Ανάλυσης Παραγόντων

3^ο : Εξαγωγή παραγόντων (Extraction)

4^ο : Επιλογή μεθόδου περιστροφής (Rotation)

5^ο : Επιλογή περιγραφικών χαρακτηριστικών των μεταβλητών (Descriptives).

6^ο : Άλλες επιλογές (Options)

Επιλέγεται να εμφανίζονται μόνο οι μεταβλητές που έχουν συντελεστή συσχέτισης μεγαλύτερο από 0,35 για τον παράγοντα που περιγράφουν, προς διευκόλυνση εύρεσης και κατανόησης των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών κάθε παράγοντα.

7ο : Πρώτη εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων. Εξαγωγή μεταβλητών σύμφωνα με τα κριτήρια της ανάλυσης παραγόντων.

8ο : Αποθήκευση παραγόντων ως μεταβλητές

Αρχικά εισήχθησαν διαδοχικά διάφορες ομάδες μεταβλητών με αρκετές μεταβλητές σε κάθε ομάδα, ούτως ώστε να ελεγχθούν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν και δε λήφθηκαν τελικώς υπόψιν ως δεδομένα για τη στατιστική ανάλυση αφορούσαν κυρίως σε δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (φύλο, επάγγελμα, οικογενειακή κατάσταση, επίπεδο εκπαίδευσης) και πληροφορίες σχετικά με το όχημα του κάθε συμμετέχοντα (κυβισμός, ασφάλεια).

Ύστερα από την παραπάνω επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν οι στατιστικά σημαντικότερες μεταβλητές. Από τις αρχικά 78 ερωτήσεις και τις 16 μεταβλητές της αξιολόγησης που εισήχθησαν, απαλείφθηκαν οι περισσότερες είτε λόγω μικρής βαρύτητας, είτε λόγω υψηλής συσχέτισης με κάποια άλλη.

Από την Ανάλυση Παραγόντων προέκυψαν οι παράγοντες, ο καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει μια ομάδα από τις παραπάνω μεταβλητές. Η κατανομή των μεταβλητών στους παράγοντες φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της μεταβλητής 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 εξηγηθεί ανάλογα με την κλίμακα που είναι βαθμονομημένη.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 προέκυψαν συνολικά 4 παράγοντες, όμως θα αξιοποιηθούν μόνο οι τρεις πρώτοι, διότι ο τελευταίος δε μπορεί να ερμηνευθεί λογικά.



Πίνακας 1: Παράγοντες Ανάλυσης

Component Matrix				
Μεταβλητές	Παράγοντες			
	1	2	3	4
Πόσα ατυχήματα συνολικά είχατε ως οδηγός μέχρι σήμερα;	.740			
Πόσες φορές τα τελευταία δύο χρόνια, παραβιάσατε τον Κ.Ο.Κ ενώ οδηγούσατε;		.714	-.541	
Πόσο τηρείτε τα όρια ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο;	-.926			
Πόσο επιθετικός οδηγός πιστεύετε ότι είστε;		-.667		
Πόσο συχνά επιταχύνετε απότομα;	.860			
Πόσο συχνά φρενάρετε απότομα;	.680		.660	
Πόσο συχνά στρίβετε απότομα;	.898			
Braking		-.523		
Accelerating		.589		.625
Headways			-.550	.653

Παρατηρείται από τον πίνακα 2 ότι μόνο για τους τέσσερις πρώτους παράγοντες οι ιδιοτιμές είναι υψηλές (πάνω από 1.0). Για το λόγο αυτό, στις στήλες μετά την περιστροφή συμπεριλαμβάνονται μόνο οι τέσσερις πρώτοι παράγοντες. Όμως όπως προαναφέρθηκε θα αξιοποιηθούν οι τρεις πρώτοι παράγοντες, οι οποίοι «εξηγούν» το 68.54% της συνολικής διακύμανσης. Γενικά ένα ποσοστό συνολικής διακύμανσης πάνω από 60% θεωρείται ικανοποιητικό για τους εξαγόμενους παράγοντες.



Πίνακας 2: Ποσοστά διακύμανσης

Συνολική Διακύμανση						
Παράγοντας	Αρχικές ιδιοτιμές			Ιδιοτιμές μετά την περιστροφή		
	Σύνολο	% Διακύμανσης	Αθροιστικό %	Σύνολο	% Διακύμανσης	Αθροιστικό %
1	3.745	37.451	37.451	3.671	36.712	36.712
2	1.903	19.032	56.483	1.668	16.678	53.389
3	1.477	14.769	71.253	1.515	15.150	68.539
4	1.089	10.890	82.143	1.360	13.604	82.143
5	.791	7.912	90.055			
6	.496	4.956	95.011			
7	.339	3.391	98.402			
8	.100	1.002	99.404			
9	.052	.524	99.928			
10	.007	.072	100.000			

Δεν ικανοποιείται όμως το κριτήριο επάρκειας του δείγματος αφού ο δείκτης ΚΜΟ είναι 0,240 < 0,50 (που λαμβάνεται συνήθως ως αποδεκτή τιμή), όπως ήταν αναμενόμενο λόγω του μικρού αριθμού των συμμετεχόντων. Ικανοποιείται όμως ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett (0,020 < 0,050), ο οποίος εξετάζει την ύπαρξη συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών και παρέχει τη στατιστική πιθανότητα, ο πίνακας συσχετίσεων να περιέχει σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ, τουλάχιστον, κάποιων μεταβλητών.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Σχηματική απεικόνιση παραγόντων

Στο σημείο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να επεξηγηθούν οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι περιγράφουν τη συσχέτιση χαρακτηριστικών και επιδόσεων ασφάλειας του οδηγού, όπως αυτοί προκύπτουν από το Διάγραμμα 1 και σύμφωνα με τα ποσοστά διακύμανσης που προαναφέρθηκαν στον Πίνακα 2. Πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραγόντων έδειξαν τα εξής:

Ο **πρώτος παράγοντας** επεξηγεί το **36,71%** της διακύμανσης και περιλαμβάνει τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων που έχει εμπλακεί ο οδηγός, το πόσο τηρεί τα όρια ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο και τη συχνότητα με την οποία φρενάρει, στρίβει και επιταχύνει απότομα το όχημα. Συγκεκριμένα αφορά στην **αντίληψη** του οδηγού σχετικά με την **επιπόλαιη οδήγηση**.

Ο **δεύτερος παράγοντας** αναφέρεται στην **επιθετικότητα** και επεξηγεί το **16,68%** της διακύμανσης. Αποκαλύπτει την επιθετική συμπεριφορά του οδηγού, μέσα από μεταβλητές του ερωτηματολογίου, όπως τον αριθμό των παραβιάσεων του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, την αντίληψη του οδηγού σχετικά με το πόσο επιθετικός είναι στην οδήγηση, αλλά και την αξιολόγηση του στον τρόπο που φρενάρει και επιταχύνει σε κανονικές συνθήκες οδήγησης σε υπεραστική οδό (Braking, Accelerating).

Ο **τρίτος και τελευταίος παράγοντας** επεξηγεί το **15,15%** της διακύμανσης και αφορά στην **προσεκτική οδήγηση**, καθώς περιλαμβάνει την αυτοαναφερόμενη συχνότητα με την οποία φρενάρει απότομα ο οδηγός, αλλά και το πόσο καλά διατηρεί απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, όπως βαθμολογήθηκε από τον αξιολογητή.



Το σύνολο των τριών παραγόντων οι οποίοι προέκυψαν από την ανάλυση επεξηγεί το 68,54% της διακύμανσης. Οι παράγοντες αυτοί περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των οδηγών που συμμετείχαν στην έρευνα, την αντίληψη τους για θέματα που αφορούν στη δική τους συμπεριφορά, καθώς και τις επιδόσεις ασφάλειας, όπως αυτές αξιολογήθηκαν σε κανονικές συνθήκες οδήγησης.

2.3.2 Μοντέλα Γραμμικής Παλινδρόμησης

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι το τελικό μοντέλο που προέκυψε ήταν αποτέλεσμα μιας σειράς δοκιμών, κατά τις οποίες αναπτύχθηκαν αρκετά μαθηματικά μοντέλα που περιελάμβαναν συνδυασμούς όλων των μεταβλητών που καταγράφηκαν ανωτέρω.

Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1.700. Επισημαίνεται ότι τα τελικά αποτελέσματα επιλέχθηκαν έπειτα από πολλές δοκιμές. Το πιο συχνό πρόβλημα που προέκυψε ήταν η χαμηλή σημαντικότητα ($t < 1.700$).

Το τελικό μοντέλο, που πληροί όλους τους στατιστικούς ελέγχους παρουσιάζεται στον πίνακα 3 που ακολουθεί.

Πίνακας 3: Συντελεστές Μοντέλου

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.449	.056		8.067	.000
Έτη οδήγησης	.010	.003	.569	3.250	.014
Headways 4	.142	.044	.555	3.198	.015
Επιδέξιος οδηγός 3	.141	.049	.554	2.857	.024
Defensive driving 3	.108	.044	.424	2.444	.045

a. Dependent Variable: Overall on road driving performance score



Σε συνέχεια της εμφάνισης του τελικού μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης, παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που προσδιορίζει την εξίσωση παλινδρόμησης και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τον δείκτη συνολικής επίδοσης.

$$\text{Overall on road driving performance score} = 0.449 \\ + 0.010 * (\text{Έτη οδήγησης}) + 0.142 * (\text{Headways 4}) + 0.141 * (\text{Επιδέξιος οδηγός 3}) \\ + 0.108 * (\text{Defensive driving 3})$$

Όπου:

Εξαρτημένη μεταβλητή:

Overall on road driving performance score: Δείκτης συνολικής επίδοσης, που προκύπτει από την αξιολόγηση σε κανονικές συνθήκες οδήγησης και βαθμολογείται από 0% έως 100%.

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Έτη οδήγησης: Η μεταβλητή αυτή αφορά στο πόσο καιρό οδηγεί ο συμμετέχων και αποτελεί την απάντηση στην ερώτηση «Πόσα χρόνια οδηγείτε;» (συνεχής μεταβλητή)

Headways 4: Ο συμμετέχων κρατάει επαρκή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα χωρίς περαιτέρω διόρθωση από τον αξιολογητή (Βαθμολογία: 4 = Good), με κατηγορία αναφοράς τη μεταβλητή «Headways 2».

Επιδέξιος οδηγός 3: Η μεταβλητή αυτή αφορά στους συμμετέχοντες που αυτό-αξιολογήθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου ως «μέτρια επιδέξιοι οδηγοί» στην ερώτηση «Πόσο επιδέξιος πιστεύετε ότι είστε;». Ως κατηγορία αναφοράς ορίστηκε η μεταβλητή «Επιδέξιος οδηγός 2».

Defensive driving 3: Ο συμμετέχων παρουσιάζει επαρκώς αμυντική οδήγηση, καθώς προβλέπει, αναγνωρίζει και λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα προκειμένου να αποφύγει με ασφάλεια τους ενδεχόμενους οδικούς κινδύνους (Βαθμολογία: 3 = Sufficient) με κατηγορία αναφοράς τη μεταβλητή «Defensive driving 2».

Πρέπει να αναφερθεί πως ως κριτήριο καταλληλότητας του μοντέλου χρησιμοποιείται ο συντελεστής προσδιορισμού **Adjusted R²**, ο οποίος απομονώνει τους τυχαίους παράγοντες καθώς επικεντρώνεται μονάχα στους παράγοντες διακύμανσης των ανεξάρτητων μεταβλητών. Ο συντελεστής αυτός προέκυψε ίσος με 0.721. Συμπεραίνεται δηλαδή ότι **72.1%** της συνολικής διακύμανσης οφείλεται στις ανεξάρτητες μεταβλητές: «Έτη οδήγησης», «Headways 4», «Πόσο επιδέξιος 3» και «Defensive driving 3».

Η εξήγηση των βασικών αποτελεσμάτων της γραμμικής παλινδρόμησης μέσω της αξιολόγησης των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών και κατ' επέκταση της επιρροής τους στην εξαρτημένη μεταβλητή «Overall on road driving performance score». Πιο συγκεκριμένα:

- Η μεταβλητή «**Έτη οδήγησης**» επηρεάζει θετικά την εξαρτημένη μεταβλητή με συντελεστή 0.010. Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικά ερμηνεύσιμο αφού, όπως έχουν δείξει αρκετές έρευνες, η αύξηση των ετών οδήγησης συνεπάγεται μεγαλύτερη οδηγική εμπειρία και άρα καλύτερο δείκτη συνολικής επίδοσης. Επίσης, η συγκεκριμένη μεταβλητή θεωρείται στατιστικά σημαντική αφού η απόλυτη τιμή του δείκτη t-test είναι 3.250.
- Η θετική επιρροή της μεταβλητής «**Headways 4**» δείχνει ότι όσο περισσότερο παίρνει την τιμή 1, τόσο αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Αυτό ίσως αιτιολογείται με το ότι η μεταβλητή «Headways 4» εκφράζει την ικανότητα του οδηγού να διατηρεί επαρκή



απόσταση από το προπορευόμενο όχημα χωρίς περαιτέρω διόρθωση από τον αξιολογητή και όπως ήδη αναφέρθηκε αυτό αποτελεί πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό στην οδηγική συμπεριφορά. Ακόμα, η ανεξάρτητη μεταβλητή «Headways 4» εμφανίζει τον μεγαλύτερο συντελεστή στο μοντέλο με τιμή 0.142, δηλαδή αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον δείκτη συνολικής επίδοσης του οδηγού.

- Ο δεύτερος μεγαλύτερος συντελεστής ανήκει στη μεταβλητή «**Επιδέξιος οδηγός 3**». Εμφανίζεται με θετικό πρόσημο που σημαίνει πως όσο αυξάνεται η μεταβλητή της αυτοξιολόγησής τους περί επιδεξιότητας τόσο θα αυξάνεται ο δείκτης συνολικής επίδοσης. Αυτό ερμηνεύεται λογικά αφού έχει ως κατηγορία αναφοράς τη μεταβλητή «Επιδέξιος οδηγός 2», δηλαδή αφορά στους συμμετέχοντες που αυτό-χαρακτηριστήκαν ως «λίγο επιδέξιοι» οδηγοί. Επομένως όσο λιγότεροι «μη επιδέξιοι» οδηγοί εμφανίζονται στο μοντέλο τόσο καλύτερος είναι ο δείκτης συνολικής επίδοσης.
- Τέλος ο συντελεστής της μεταβλητής «Defensive driving 3» εμφανίζεται με θετικό πρόσημο και τιμή 0.108, γεγονός που δείχνει ότι οι οδηγοί που εμφάνισαν αμυντική στάση στην οδήγησή τους παρουσίασαν μεγαλύτερο δείκτη συνολικής επίδοσης. Αυτό το αποτέλεσμα παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον, μιας και όποιος οδηγεί αμυντικά, προσαρμόζει τον τρόπο με τον οποίο κινείται το όχημα του, με γνώμονα την αποφυγή ατυχήματος στις εκάστοτε συνθήκες κίνησης που αντιμετωπίζει, σε αντίθεση με την επιθετική οδήγηση, που χαρακτηρίζει τον μέσο Έλληνα οδηγό.

Στο σημείο αυτό κρίθηκε σημαντικός ο υπολογισμός του βαθμού επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών του παραπάνω μοντέλου στην εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή αυτή του δείκτη συνολικής επίδοσης. Ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση:

$$e_i = \beta_i * (X_i / Y_i),$$

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 ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών.

Εξετάζοντας τις σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών **στο μοντέλο του δείκτη συνολικής επίδοσης** που προέκυψαν από τους υπολογισμούς παρατηρούμε τα εξής:

- Η επιρροή της μεταβλητής «Ετη οδήγησης» είναι η μεγαλύτερη σε σύγκριση και με τις τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτό δείχνει τη σημαντικότητα της οδηγικής εμπειρίας στον δείκτη συνολικής επίδοσης. Συγκεκριμένα παρουσιάζει 4,06 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «Επιδέξιος οδηγός 3» και 1,7 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τη μεταβλητή «Defensive driving 3».
- Από τις τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου η μεταβλητή «Defensive driving 3» έχει μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες δύο. Συγκεκριμένα παρουσιάζει 2,39 και 2,34 φορές μεγαλύτερη επιρροή από τις μεταβλητές «Επιδέξιος οδηγός 3» και «Headways 4» αντίστοιχα. Αυτό φαίνεται να συμβαίνει διότι οι προαναφερθείσες μεταβλητές αποτελούν επιμέρους χαρακτηριστικά της οδηγικής συμπεριφοράς, ενώ η μεταβλητή της αμυντικής



οδήγησης περιλαμβάνει ένα σύνολο χαρακτηριστικών και συνεπώς επηρεάζει περισσότερο τον δείκτη συνολικής επίδοσης.

- Σύμφωνα με τα ανωτέρω προκύπτει ότι οι μεταβλητές «Επιδέξιος οδηγός 3» και «Headways 4» εμφανίζουν τη μικρότερη επιρροή στο μοντέλο.

3. Συμπεράσματα

3.1 Κύρια συμπεράσματα

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της έρευνας προέκυψαν επιμέρους χρήσιμα αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με τον κύριο στόχο που τέθηκε αρχικά. Στο παρόν υποκεφάλαιο, επιχειρείται να δοθεί απάντηση συνολικά στα ερωτήματα της έρευνας με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Έτσι, τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται όπως ακολουθούν:

Διαπιστώνεται ότι η **οδηγική εμπειρία** του οδηγού αποτελεί σημαντικό προγνωστικό παράγοντα της ασφάλειας και της οδηγικής ικανότητάς του όπως αυτή εκφράζεται από τη αξιολογηθείσα συνολική επίδοσή του.

Αμέσως επόμενος σημαντικός παράγοντας στον προσδιορισμό της συνολικής επίδοσης του οδηγού αποτελεί η **αμυντική οδήγηση**, όπως αυτή αξιολογήθηκε σε κανονικές συνθήκες οδήγησης, δηλαδή το σύνολο των συμπεριφορών που επιτρέπουν στον οδηγό να προβλέπει, να αναγνωρίζει και να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα προκειμένου να αποφύγει με ασφάλεια τους ενδεχόμενους οδικούς κινδύνους.

Επιπλέον, άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τη συνολική επίδοση του οδηγού είναι οι **χρονοαποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα** και η **επιδεξιότητα**. Πιο αναλυτικά:

- Η ικανότητα του οδηγού να διατηρεί **επαρκή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα**, όπως βαθμολογήθηκε από τον αξιολογητή, αυξάνει τη συνολική του επίδοση.
- Η **αυτοαναφερόμενη επιδεξιότητα στην οδήγηση** παρατηρήθηκε επίσης να εμφανίζει συσχέτιση με τον δείκτη συνολικής επίδοσης.

Επισημαίνεται ότι εξετάστηκαν **αρκετές ανεξάρτητες μεταβλητές** που ανακτήθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων και της αξιολόγησης αλλά τελικώς δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές ώστε να περιληφθούν στο μοντέλο. Μερικές από αυτές είναι: ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων, τα εβδομαδιαία χιλιόμετρα οδήγησης σε υπεραστική οδό, η συχνότητα με την οποία φρενάρει απότομα το όχημα, η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, η προσπέραση προπορευόμενων οχημάτων, η ικανότητα φρεναρίσματος και επιτάχυνσης.

Με σκοπό τη μείωση των δεδομένων και τον προσδιορισμό των κυριότερων παραγόντων πραγματοποιήθηκε η **μέθοδος της Ανάλυσης Παραγόντων** (Factor Analysis). Με την Ανάλυση Παραγόντων οι απαντήσεις των οδηγών στις επιλεγείσες ερωτήσεις και οι σημαντικότερες επιδόσεις ασφάλειας που προέκυψαν από την αξιολόγηση σε κανονικές συνθήκες οδήγησης συνοψίστηκαν σε παράγοντες που περιγράφουν τη συμπεριφορά των οδηγών και μπορούν να ομαδοποιηθούν σε **τρεις ομάδες**, όπως αυτές περιγράφονται στη συνέχεια.

- Η πρώτη ομάδα, η οποία χαρακτηρίζει μεγάλο ποσοστό του δείγματος, αφορά στην **αντίληψη** του οδηγού σχετικά με **την επιπόλαιη οδήγηση**. Η συγκεκριμένη ομάδα



περιλαμβάνει χαρακτηριστικά που σχετίζονται με επικίνδυνες οδικές συμπεριφορές, όπως ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων που έχει εμπλακεί ο οδηγός, η μη τήρηση ορίων ταχύτητας, η απότομη πέδηση, επιτάχυνση και στροφή του οχήματος.

- Οι οδηγοί της επόμενης ομάδας εκφράζουν **την αντίληψή τους περί επιθετικής συμπεριφοράς**, μέσα από ερωτήσεις που σχετίζονται με τον αριθμό των παραβιάσεων του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, την αυτοαναφερόμενη επιθετικότητα στην οδήγηση, αλλά και την αξιολόγηση του οδηγού στον τρόπο που φρενάρει και επιταχύνει σε κανονικές συνθήκες οδήγησης (Braking, Accelerating).
- Η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει **την αντίληψη των οδηγών σχετικά με την προσεκτική οδήγηση**. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στην αυτοαναφερόμενη συχνότητα με την οποία φρενάρει απότομα ο οδηγός, αλλά και στο πόσο καλά διατηρεί τις αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα, όπως βαθμολογήθηκε από τον αξιολογητή.

Η ανάλυση των δεδομένων, με τη χρήση των μεθόδων της Ανάλυσης Παραγόντων και της Γραμμικής Παλινδρόμησης, έδωσε **σαφή και ερμηνεύσιμα αποτελέσματα**, τα οποία μάλιστα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την καταλληλότητα του συνδυασμού των δύο παραπάνω μεθόδων για αναλύσεις σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά, στον τομέα της οδικής ασφάλειας.

Τέλος, η αποτελεσματικότητα των μεθόδων ανάλυσης, οι οποίες επιλέχθηκαν, επιτρέπει τη **γενίκευση των αποτελεσμάτων με την εφαρμογή τους σε έρευνες με παρόμοιο αντικείμενο** και σε δεδομένα όμοια με εκείνα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

3.2 Προτάσεις

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

Από την παρούσα έρευνα φαίνεται ότι τα άτομα με μικρή οδηγική εμπειρία έχουν μειωμένο δείκτη συνολικής επίδοσης και γενικότερα μειωμένες επιδόσεις ασφάλειας. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η **αύξηση των διδακτικών ωρών στις σχολές εκμάθησης οδήγησης** καθώς και η **ένταξη πρόσθετων μαθημάτων με τακτικές αμυντικής οδήγησης**.

Ακόμα για την επιδίωξη του σκοπού αυτού, θα ήταν σκοπιμότερο τόσο από την Πολιτεία, όσο και από τους εκπαιδευτικούς φορείς, να δημιουργηθεί το υπόβαθρο για τη δημιουργία υπεύθυνων και υποδειγματικών οδηγών από πολύ μικρή ηλικία. Κρίνεται, λοιπόν, αναγκαία η **ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων** καθώς και η **ένταξη του μαθήματος οδικής ασφάλειας** στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων.

Είναι ευρέως γνωστό, ότι στην Ελλάδα η πλειοψηφία των οδηγών εκδηλώνει επιθετική συμπεριφορά κατά την οδήγηση, γεγονός που επιβεβαιώθηκε και από την παρούσα έρευνα. Απαιτείται λοιπόν, να ετοιμαστούν συνδυασμένα σχέδια δράσης, μέσω **εκστρατειών ενημέρωσης κατά της επιθετικής οδήγησης** και σωστά συντονισμένων ενεργειών από την Πολιτεία, ούτως ώστε να επιτευχθεί η αλλαγή της νοοτροπίας των οδηγών και η **ανάπτυξη ισχυρής παιδείας οδικής ασφάλειας**.



Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν για τον **καθορισμό των κατευθύνσεων και των προτεραιοτήτων της αστυνόμευσης**, σε ζητήματα σχετικά με την οδική ασφάλεια.

Επίσης, καλό θα ήταν **οι ασφαλιστικές εταιρείες οχημάτων να επιβραβεύουν τους προσεκτικούς οδηγούς** με μειωμένα ασφάλιστρα για όσους δεν εμπλέκονται σε οδικά ατυχήματα.

3.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

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

Η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε σαφώς **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**, θα παρουσίαζε αρκετό ενδιαφέρον.

Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και ανάπτυξη επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εξέταση και άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, όπως για παράδειγμα η λογαριθμική παλινδρόμηση (Logistic Regression).

Μία άλλη ανάλυση θα μπορούσε να επικεντρωθεί **στη συσχέτιση των στοιχείων που δηλώνει ο οδηγός με τα χαρακτηριστικά οδήγησής του που παρατηρούνται στον προσομοιωτή οδήγησης είτε σε πειράματα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας (naturalistic driving)**.

Ενδιαφέρουσες, επίσης, θα ήταν και έρευνες αντίστοιχες της παρούσας οι οποίες θα πραγματοποιηθούν **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (αστική οδός, αυτοκινητόδρομος, υψηλή/χαμηλή κυκλοφορία, ημέρα/νύχτα, διάφορες καιρικές συνθήκες κα.), αλλά και διάφορες ομάδες οδηγών (νέοι, ηλικιωμένοι, κλπ.).

Τέλος, κρίνεται σκόπιμο σε επόμενες έρευνες να γίνει **χρήση πιο σύγχρονων τεχνολογιών καταγραφής της συμπεριφοράς του οδηγού επί του οχήματος**, όπως ακριβέστερων μηχανημάτων GPS, ραντάρ μέτρησης της πλευρικής θέσης οχήματος, της ταχύτητας αντίδρασης και της απόστασης από το προπορευόμενο όχημα, καθώς και καμερών εντός και εκτός του οχήματος.

Ευχαριστίες

Αυτή η έρευνα αξιοποίησε δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την [OSeven Telematics](#).

4. Αναφορές-Βιβλιογραφία

1. Amado, Sonia, et al. "How accurately do drivers evaluate their own driving behavior? An on-road observational study." *Accident Analysis & Prevention* 63 (2014): 65-73.
2. Broberg, Thomas, and Tania Dukic Willstrand. "Safe mobility for elderly drivers- Considerations based on expert and self-assessment." *Accident Analysis & Prevention* 66 (2014): 104-113.
3. Chliaoutakis, Joannes El, et al. "Lifestyle traits as predictors of driving behaviour in urban areas of Greece." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 8.6 (2005): 413-428.



4. Da Silva, Fátima Pereira, Jorge Almeida Santos, and Andreia Meireles. "Road accident: driver behaviour, learning and driving task." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 162 (2014): 300-309.
5. Ellison, Adrian B., Stephen P. Greaves, and Michiel CJ Bliemer. "Driver behaviour profiles for road safety analysis." *Accident Analysis & Prevention* 76 (2015): 118-132.
6. Kontogiannis, Tom, Zoe Kossiavelou, and Nicolas Marmaras. "Self-reports of aberrant behaviour on the roads: errors and violations in a sample of Greek drivers." *Accident Analysis & Prevention* 34.3 (2002): 381-399.
7. Lajunen, Timo, and Heikki Summala. "Driving experience, personality, and skill and safety-motive dimensions in drivers' self-assessments." *Personality and Individual Differences* 19.3 (1995): 307-318.
8. Martinussen, Laila M., Mette Møller, and Carlo G. Prato. "Assessing the relationship between the Driver Behavior Questionnaire and the Driver Skill Inventory: Revealing sub-groups of drivers." *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour* 26 (2014): 82-91.
9. Moghaddam, Abolfazl Mohammadzadeh, and Esmaeel Ayati. "Introducing a risk estimation index for drivers: A case of Iran." *Safety science* 62 (2014): 90-97.
10. Ott, Brian R., et al. "Naturalistic validation of an on-road driving test of older drivers." *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 54.4 (2012): 663-674.
11. Sabey, Barbara E., and Harold Taylor. "The known risks we run: the highway." *Societal risk assessment*. Springer US, 1980. 43-70.
12. Taubman-Ben-Ari, Orit, Ahinoam Eherenfreund-Hager, and Carlo Giacomo Prato. "The value of self-report measures as indicators of driving behaviors among young drivers." *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour* 39 (2016): 33-42.
13. Taylor, T., et al. "The view from the road: The contribution of on-road glance-monitoring technologies to understanding driver behavior." *Accident Analysis & Prevention* 58 (2013): 175-186.
14. Toroyan, Tami. "Global status report on road safety 2015." Supporting a decade of action. Geneva: World Health Organization, Department of Violence and Injury Prevention and Disability (2013).
15. Vardaki, Sophia, and George Yannis. "Investigating the self-reported behavior of drivers and their attitudes to traffic violations." *Journal of safety research* 46 (2013): 1-11.
16. West, Robert, et al. "Direct observation of driving, self reports of driver behaviour, and accident involvement." *Ergonomics* 36.5 (1993): 557-567.
17. Wilson, W. T., and Phil Wilson. "Typology of rated driving and the relationship between self and other driver ratings." *Accident Analysis & Prevention* 16.5 (1984): 351-370.
18. Yannis, George, et al. "Road safety performance indicators for the interurban road network." *Accident Analysis & Prevention* 60 (2013): 384-395.
19. European Commission, 2015, www.ec.europa.eu



20. European Transport Safety Council, 2015, www.etsc.eu
21. International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD), 2015, www.itf-oecd.org
22. Ntua Road Safety Observatory, www.nrso.ntua.gr
23. Science Direct, www.sciencedirect.com
24. The United Nations and Road Safety, 2015, www.un.org
25. Wikipedia, www.wikipedia.org
26. Ελληνική Αστυνομία, www.astynomia.gr
27. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, www.statistics.gr
28. Μαρίνου Π., "Η στάση των Ελλήνων οδηγών απέναντι στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση.", ΕΜΠ, Ιούλιος 2012.
29. Νίκας Μ., "Συγκριτική Ανάλυση Συμπεριφοράς Νέων Οδηγών σε Συνθήκες Κανονικές και Προσομοίωσης σε Υπεραστική Οδό.", ΕΜΠ, Ιανουάριος 2014.
30. Σαπλαούρας Ε., "Διερεύνηση της κυκλοφοριακής συμπεριφοράς του οδηγού με χρήση των διαγνωστικών στοιχείων του οχήματος.", ΕΜΠ, Νοέμβριος 2015.
31. Σιώμκος, Γ., and Α. Ι. Βασιλικοπούλου. "Εφαρμογή μεθόδων ανάλυσης στην έρευνα αγοράς." Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα, Κεφάλαιο 7 (2005): 285-312.
32. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., and Ι. Κ. Γκόλιας. "Οδική Ασφάλεια." Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα (1994).
33. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Ι. Κ. Γκόλιας, and Μ. Χ. Πιτσιάβα-Λατινοπούλου. "Κυκλοφοριακή Τεχνική." Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα (2009).