



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

***Διερεύνηση της εξοικείωσης των Ελλήνων οδηγών με
το εναλλακτικό καύσιμο***

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιμέλεια: Δριβάκου Άννα

Επιβλέπουσα: Ε. Ι. Βλαχογιάννη,
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΣΧΟΛΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές με τους οποίους συνεργάστηκα όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου και ιδιαίτερα του Τομέα Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής των οποίων η συνεισφορά ήταν καθοριστική για την επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Κυρίως, με ιδιαίτερη θέρμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα Ελένη Βλαχογιάννη για την εμπιστοσύνη και την καθοδήγησή της καθ'όλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ πολύ την υποψήφια διδάκτορα Έλενα Μαντούκα για την πολύτιμη βοήθειά της.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω συμφοιτητές και φίλους με τους οποίους συναναστράφηκα όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην αδερφή και τους γονείς μου, για την ουσιαστική στήριξη και την συνεχή ενθάρρυνση όλα αυτά τα χρόνια προκειμένου να ξεπεράσω οποιαδήποτε δυσκολία κλήθηκα να αντιμετωπίσω. Χωρίς την δική τους προσπάθεια τίποτα δεν θα είχε πραγματοποιηθεί.

Διερεύνηση της εξοικείωσης των Ελλήνων οδηγών με το εναλλακτικό καύσιμο

ΔΡΙΒΑΚΟΥ ANNA

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Ε. Ι. ΒΛΑΧΟΓΙΑΝΝΗ

ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία στόχος είναι η διερεύνηση της γνώσης και της αποδοχής των Ελλήνων οδηγών για τα εναλλακτικά καύσιμα, καθώς και ο προσδιορισμός των βασικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή τους. Ως εναλλακτικό καύσιμο ορίζεται κάθε καύσιμο εκτός των συμβατικών βενζίνης και πετρελαίου. Οι αναλύσεις βασίζονται σε διαδικτυακή έρευνα που διεξήχθη σε Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία και Ελλάδα, από την οποία συγκεντρώθηκαν πάνω από 3500 ερωτηματολόγια. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, το μεγαλύτερο ποσοστό των Ελλήνων οδηγών συγκρίνει τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων λαμβάνοντας υπόψιν του την κατανάλωση καυσίμου, τα ετήσια έξοδα λειτουργίας, το συνολικό κόστος αγοράς του οχήματος, ενώ αρκετοί είναι αυτοί που δεν γνωρίζουν μερικά από τα διαθέσιμα εναλλακτικά καύσιμα, δίνοντας ωστόσο τον σωστό ορισμό των «εναλλακτικών καυσίμων». Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του μοντέλου πρόβλεψης της πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου προέκυψε ότι το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο ενημέρωσης, η κατανάλωση καυσίμου, η μάρκα/μοντέλο του αυτοκινήτου και οι εκπομπές αερίων, είναι χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την αγορά ενός οχήματος μη συμβατικού τύπου.

Λέξεις κλειδιά: Έλληνες οδηγοί, εναλλακτικά καύσιμα, βιώσιμες μεταφορές, υγραέριο, ηλεκτρικό όχημα, φυσικό αέριο, εκπομπές αερίων

Investigating the conversant of alternative fuel by Greek drivers

DRIVAKOU ANNA

SUPERVISOR: E. I. VLAHOGIANNI

ABSTRACT

This diploma thesis aims to investigate the knowledge and acceptance of alternative fuels by Greek drivers and identify the key factors affecting their choice. As alternative fuel prescribed any fuel, apart from gasoline and petroleum. The analyzes are based on an online survey took place in France, Germany, Italy and Greece, of which over 3500 questionnaires were collected. According to the results of the survey, the majority of Greek drivers compare the different fuel options taking into account the fuel's consumption, the annual operating costs, the total purchase cost of the vehicle, even though many are unaware of some of the available alternative fuels, they refer the right definition of "alternative fuels". The predictive model of the propability to purchasing an alternative fuel's vehicle shows that gender, age, level of information, fuel consumption, the brand/model of the car and the emissions of gases are factors that affect the purchase of an unconventional vehicle.

Keywords: Greek drivers, alternative fuels, sustainable transport, LPG, electric vehicle, natural gas, gas emissions

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ενεργειακό πρόβλημα που έγκειται στη συνεχή αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και στην εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων, καθώς και η μόλυνση του περιβάλλοντος που προκύπτει από τη γενικότερη ανθρωπογενή δραστηριότητα, εγείρουν την ανάγκη για άμεσες και δραστικές λύσεις. Κατά συνέπεια, η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των μεταφορών και της παραγωγής ενέργειας, έχει ως βασικούς στόχους την προστασία του περιβάλλοντος και τη μείωση της εξάρτησης από τις ορυκτές πηγές ενέργειας. Παράλληλα έχουν υπάρξει πρωτοβουλίες σε διεθνή κλίμακα για τη χάραξη μιας κοινής ενεργειακής πολιτικής με δεσμευτικό χαρακτήρα για τα συμβαλλόμενα κράτη, όπου προτείνονται στρατηγικές και τίθενται οι κύριες κατευθύνσεις για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων.

Το ζήτημα της "βιωσιμότητας" δεν ήταν ποτέ τόσο σημαντικό στην ιστορία του ανθρώπου όσο σήμερα, ξεπερνώντας άλλες τάσεις στην τεχνολογία των οχημάτων όπως η ποιότητα, η ταχύτητα και η ευελιξία στην οδήγηση, οι οποίες ήταν κορυφαίες προτεραιότητες τα τελευταία χρόνια. Η σημασία που δίνεται στην αειφορία οφείλεται κυρίως στην κοινωνική ευαισθητοποίηση σχετικά με την αναγκαιότητα εξεύρεσης ισορροπίας μεταξύ της ανθρώπινης ανάπτυξης και της διατήρησης του περιβάλλοντος. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι που εξηγούν την ανάγκη μετάβασης από τις συμβατικές επιλογές στον τομέα των οδικών μεταφορών προς νέες επιλογές, μεταξύ των οποίων είναι: η αύξηση της τιμής του πετρελαίου, τα προβλήματα της κλιματικής αλλαγής, οι αυξανόμενοι περιορισμοί στις ρυπογόνες εκπομπές, η υψηλή εξάρτηση του τομέα των οδικών μεταφορών από το πετρέλαιο, το οικονομικό αντίκτυπο, οι γεωλογικές ανησυχίες κ.λπ. Η εξάντληση των πετρελαϊκών πόρων και οι σχετικές πολιτικές-οικονομικές επιπτώσεις οδηγούν στην ανάγκη αξιολόγησης των εναλλακτικών πηγών ενέργειας και στη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η ενθάρρυνση της αγοράς εναλλακτικών καυσίμων σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα βενζίνης και ντίζελ. Οχήματα με εναλλακτικά καύσιμα, όπως το υγραέριο (LPG), το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG), τα βιοκαύσιμα και το υδρογόνο, τα ηλεκτρικά οχήματα (EVs), τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (P)HEVs και τα οχήματα με κυψέλες καυσίμου (HFCV) προσφέρουν μια ελκυστική λύση για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Σήμερα ένα ευρύ φάσμα επιλογών καθαρότερων οχημάτων και εναλλακτικών τεχνολογιών είναι εμπορικά διαθέσιμο. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από κάθε προσωπική επιλογή καθιστούν ακόμα πιο σημαντική μια συνειδητοποιημένη και υπεύθυνη απόφαση επιλογής οχήματος τόσο του ίδιου του οδηγού, όσο και των κατασκευαστών και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής. Στη βιβλιογραφία περιγράφονται πολλοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αγορά ενός οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι η τιμή αγοράς οχήματος, το εύρος οδήγησης και η διαθεσιμότητα των υποδομών ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης. Ωστόσο οι περισσότερες έρευνες αναγνωρίζουν ότι η ενημέρωση και η εξοικείωση των πολιτών με το εναλλακτικό καύσιμο είναι ακόμα σε μεγάλο βαθμό περιορισμένη.

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στην αγορά ενός οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, εξετάζοντας στοιχεία όπως τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων, τις συνήθειες μετακίνησης και τις παραμέτρους που λαμβάνουν υπόψιν κατά την αγορά οχήματος. Για το σκοπό αυτό διεξήχθη διαδικτυακή έρευνα σε Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία και Ελλάδα, από την οποία συγκεντρώθηκαν συνολικά πάνω από 3500 ερωτηματολόγια. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε πρότυπο Λογιστικής Παλινδρόμησης για την Ελλάδα, όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε η πιθανότητα αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Για την αξιολόγηση του μοντέλου πρόβλεψης χρησιμοποιήθηκαν μέτρα κατηγοριοποίησης, όπως η ευαισθησία, η ακρίβεια κ.ά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διαδικτυακής έρευνας προκύπτει ότι στη πλειοψηφία τους οι Έλληνες οδηγοί συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα, λαμβάνοντας κυρίως υπόψιν τους: την κατανάλωση καυσίμου, τα ετήσια έξοδα λειτουργίας αλλά και το συνολικό κόστος αγοράς του οχήματος. Οι κύριες πηγές πληροφόρησης που χρησιμοποιούν είναι η ενημέρωση από στόμα σε στόμα και οι αντιπροσωπείες, ενώ αυτές που εμπιστεύονται περισσότερο προέρχονται από ανεξάρτητες πηγές όπως άλλοι ιδιοκτήτες, φόρουμ (forum) και ιστοσελίδες. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός πως ένα σχετικά υψηλό ποσοστό αυτών δεν γνωρίζουν μερικά από τα διαθέσιμα εναλλακτικά καύσιμα (το οποίο έως ένα βαθμό δικαιολογείται λόγω των περιορισμένων στρατηγικών ενημέρωσης), ωστόσο περισσότεροι από τους μισούς δίνουν τον σωστό ορισμό των «εναλλακτικών καυσίμων».

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των οχημάτων μη συμβατικού τύπου όπως διαμορφώνονται στην κοινή γνώμη είναι: το όφελος από το χαμηλότερο κόστος καυσίμων και η μειωμένη κατανάλωση καυσίμου. Ενώ ως μειονεκτήματα αναφέρουν: την υψηλότερη τιμή του οχήματος, την έλλειψη υποδομής ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης και το μειωμένο εύρος οδήγησης.

Από τα αποτελέσματα της Λογιστικής Παλινδρόμησης για την περίπτωση της Ελλάδας προκύπτει ότι οι νέοι άνδρες, οι οποίοι είναι ενημερωμένοι σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα που διατίθενται στην αγορά, εμφανίζουν μεγαλύτερες πιθανότητες υιοθέτησης οχήματος που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο. Εξίσου, άτομα τα οποία κατά την αγορά οχήματος, λαμβάνουν σοβαρά υπόψιν τους την κατανάλωση καυσίμου, τις εκπομπές αερίων και δείχνουν μικρό ενδιαφέρον για το μοντέλο/μάρκα του αυτοκινήτου που πρόκειται να αγοράσουν, θεωρούνται οι πιθανότεροι αγοραστές οχήματος μη συμβατικού τύπου.

Τα παραπάνω συμπεράσματα αποτελούν ένα πρώτο βήμα για τη διερεύνηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην επιλογή αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Παρόλ' αυτά, περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να εστιαστεί στην διεξαγωγή ερευνών που θα επικεντρώνονται περισσότερο στις επιθυμίες των οδηγών σήμερα, με βάση τις μεταφορικές τους ανάγκες, ώστε να καταγραφούν οι συνήθειες που είναι έτοιμοι να εγκαταλείψουν, καθώς και εκείνες που είναι πρόθυμοι, εκ νέου, να ακολουθήσουν.

Δεδομένου ότι η τεχνολογία των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου δεισδύει σταδιακά στην παγκόσμια αγορά, η επανάληψη της έρευνας ανά τακτά χρονικά διαστήματα κρίνεται αναγκαία, αφού είναι σχεδόν βέβαιο ότι η γνώμη των οδηγών θα μεταβάλλεται ανάλογα με τα δεδομένα της εποχής.

Τέλος, ενδέχεται να παρουσιάζει ενδιαφέρον η διεξαγωγή εκτεταμένης έρευνας σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές και ομάδες πληθυσμού, καθώς είναι πολύ πιθανό να παρατηρηθούν διαφορές ως προς τις συγκοινωνιακές υποδομές και τις συνήθειες μετακίνησης.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Ενέργεια και Μεταφορές	1
1.2 Μεταφορές και Ατμοσφαιρική Ρύπανση	4
1.3 Εναλλακτικά Καύσιμα στην Ελλάδα.....	7
1.4 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας.....	10
1.5 Διάρθρωση της Εργασίας.....	11
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	12
2.1 Γενικά	12
2.2 Έρευνες στην Επιλογή του Τύπου Καυσίμου	13
2.3 Διερεύνηση Προτιμήσεων Χρηστών	14
2.3.1 Οικονομικά χαρακτηριστικά.....	14
2.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά	15
2.3.3 Χαρακτηριστικά υποδομής.....	17
2.3.4. Πολιτικές κινήτρων	17
2.3.5. Κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά.....	17
2.4 Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	18
3. Μεθοδολογική Προσέγγιση	19
3.1 Εισαγωγή	19
3.2 Διάγραμμα Ροής Εργασιών	19
3.3 Έρευνα Ερωτηματολογίου.....	21
3.3.1 Διάρθρωση ερωτηματολογίου.....	21
3.3.2 Διεξαγωγή έρευνας	23
3.4 Συλλογή Ερωτηματολογίων και Προετοιμασία Βάσης Δεδομένων	24
3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση.....	24
3.5.1 Γενικά.....	24
3.5.2 Αξιολόγηση προτύπων	26
3.5.3 Ερμηνεία αποτελεσμάτων	28
4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο	29
4.1 Γενικά	29
4.2 Δημογραφικά Χαρακτηριστικά Συμμετεχόντων.....	29
4.3 Προφίλ Μετακίνησης Ερωτώμενων	31
4.4 Κριτήρια Επιλογής Κατά την Αγορά Οχήματος.....	35

4.5 Εξοικείωση με Εναλλακτικά Καύσιμα	38
4.6 Συγκριτική Αξιολόγηση	41
4.6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων	47
5. Προτυποποίηση Επιλογής Οχήματος με Εναλλακτικό Καύσιμο	48
5.1 Εισαγωγή	48
5.2 Πιθανότητα Αγοράς Οχήματος με Εναλλακτικό Καύσιμο.....	48
5.2.1 Κωδικοποίηση μεταβλητών.....	48
5.2.2 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio και εφαρμογή του κώδικα.....	49
5.2.2 Έλεγχος μοντέλου - Αποτελέσματα	50
6. Συμπεράσματα.....	57
6.1 Γενικά	57
6.2 Βασικά Συμπεράσματα.....	58
6.3 Εισηγήσεις για Περαιτέρω Έρευνα	60
7. Βιβλιογραφία	61
Παράρτημα Α	67
Παράρτημα Β	74

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1: Μέση ετήσια αύξηση της ζήτησης ενέργειας για καύσιμα [Πηγή:IEA,2018]	2
Εικόνα 2: Τελική κατανάλωση ενέργειας κατά τρόπο μεταφοράς [Πηγή: ΕΟΠ, 2018]	3
Εικόνα 3: Παγκόσμιες εκπομπές CO ₂ σχετιζόμενες με την ενέργεια, 2000- 2017 [Πηγή: IEA, 2018]	3
Εικόνα 4: Παγκόσμιο GDP, ζήτηση ενέργειας και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια, 2000-2017 [Πηγή: IEA, 2018]	4
Εικόνα 5: Τελική κατανάλωση ενέργειας, ΕΕ-28, 2015 (% του συνόλου, σε τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου) [Πηγή: ΕΟΠ, 2018]	4
Εικόνα 6: Κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές [Πηγή: ΕΟΠ, 2018]	5
Εικόνα 7: Η πρόοδος των κρατών μελών ως προς τους ενδεικτικούς εθνικούς στόχους ενεργειακής απόδοσης για το 2020 [Πηγή: ΕΟΠ, 2018]	5
Εικόνα 8 : Αριθμός εγγραφών αυτοκινήτων εναλλακτικού καυσίμου στην ΕΕ. [Πηγή: ΕΟΠ, 2016]	6
Εικόνα 9: Κατανάλωση ανά είδος καυσίμου και μεταφορικό τομέα στην Ελλάδα για το 2015 [Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]	7
Εικόνα 10: Ποσοστό κυκλοφορούντων οχημάτων ανά είδος καυσίμου για το 2016 στην Ελλάδα [Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]	8
Εικόνα 11: Ποσοστό κυκλοφορούντων οχημάτων ανά είδος εναλλακτικού καυσίμου επί του συνόλου των οχημάτων το 2016 στην Ελλάδα [Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]	8
Εικόνα 12: Αριθμός οχημάτων που χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα στην Ελλάδα το 2016 [Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]	9
Εικόνα 13: Ποσοστό δημόσιων οχημάτων ανά είδος καυσίμου [Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]	9
Εικόνα 14: Καμπύλη ROC.....	28

Ευρετήριο διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν από τη σύνταξη του ερωτηματολογίου μέχρι την εξαγωγή των αποτελεσμάτων ..	20
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν από τη σύνταξη του ερωτηματολογίου μέχρι την εξαγωγή των αποτελεσμάτων ..	22
Διάγραμμα 3: Ποσοστό συμμετεχόντων ανά φύλο	29
Διάγραμμα 4: Κατανομή του δείγματος με βάση την ηλικία (έτη)	29
Διάγραμμα 5: Κατανομή του δείγματος με βάση την περιοχή που ζουν	30
Διάγραμμα 6: Ποσοστό που αντιστοιχεί στο ετήσιο καθαρό εισόδημα του νοικοκυριού των ερωτώμενων (Ευρώ)	30
Διάγραμμα 7: Κατανομή του δείγματος με βάση το ανώτερο επίπεδο εκπαίδευσης των συμμετεχόντων	30
Διάγραμμα 8: Κατανομή του δείγματος με βάση τον αριθμό των ατόμων που ζουν στο σπίτι των ερωτώμενων, συμπεριλαμβανομένων των ιδίων	30
Διάγραμμα 9: Ποσοστό που αντιστοιχεί στα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιούν συχνότερα οι συμμετέχοντες στην έρευνα (η επιλογή μπορεί να γίνει για ένα ή περισσότερα μέσα)	31
Διάγραμμα 10: Κατανομή του δείγματος με βάση την συχνότητα χρήσης του αυτοκινήτου	31
Διάγραμμα 11: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον τύπο ιδιοκτησίας και χρήσης του αυτοκινήτου των ερωτώμενων	32
Διάγραμμα 12: Ο ρόλος των συμμετεχόντων κατά την διάρκεια ενός ιδιωτικού ταξιδιού	32
Διάγραμμα 13: Κατανομή του δείγματος με βάση τις αποστάσεις που διανύουν πιο συχνά οι ερωτώμενοι με το αυτοκίνητό τους	32
Διάγραμμα 14: Κατανομή του δείγματος με βάση τις περιοχές/δρόμους όπου οι συμμετέχοντες κινούνται συχνότερα με το αυτοκίνητό τους	33
Διάγραμμα 15: Ποσοστό που αντιστοιχεί στις ώρες που κατά μέσο όρο ξοδεύει ο ερωτώμενος μέσα στο αυτοκίνητο κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας	33
Διάγραμμα 16: Κατανομή των συμμετεχόντων με βάση το μοντέλο/μέγεθος αυτοκινήτου που οδηγούν πιο συχνά	33

Διάγραμμα 17: Ποσοστό των οχημάτων που αγοράστηκαν καινούργια, έναντι αυτών που αγοράστηκαν μεταχειρισμένα	34
Διάγραμμα 18: Κατανομή με βάση την ηλικία του αυτοκινήτου που χρησιμοποιούν συχνότερα οι συμμετέχοντες	34
Διάγραμμα 19: Ποσοστό που αντιστοιχεί στην τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που χρησιμοποιούν οι ερωτώμενοι για να τροφοδοτήσουν το αυτοκίνητό τους	34
Διάγραμμα 20: Κατανομή των ερωτώμενων με βάση την πιθανότητα να αποκτήσουν αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο	35
Διάγραμμα 21: Ποσοστό που αντιστοιχεί στην τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που γνωρίζουν οι συμμετέχοντες στην έρευνα.(Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών)	35
Διάγραμμα 22: Κατανομή του δείγματος με βάση την σπουδαιότητα των παραπάνω χαρακτηριστικών κατά την διάρκεια αγοράς ενός οχήματος	36
Διάγραμμα 23: Ποσοστό των συμμετεχόντων που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα	36
Διάγραμμα 24: Κατανομή του δείγματος με βάση τις πληροφορίες που αναζητούν περισσότερο οι συμμετέχοντες, σε περίπτωση που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα	37
Διάγραμμα 25: Κατανομή του δείγματος με βάση τις πηγές πληροφόρησης που χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες, για την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων	37
Διάγραμμα 26: Κατανομή του δείγματος με βάση τις πηγές πληροφόρησης που εμπιστεύονται περισσότερο οι συμμετέχοντες, για την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων	38
Διάγραμμα 27: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον ορισμό που δίνουν οι ερωτώμενοι για το εναλλακτικό καύσιμο	38
Διάγραμμα 28: Κατανομή των ερωτώμενων με βάση την γενικότερη άποψή τους απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα	39
Διάγραμμα 29: Κατανομή του δείγματος με βάση το επίπεδο ενημέρωσης των συμμετεχόντων, για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά	39
Διάγραμμα 30: Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο	40

Διάγραμμα 31 : Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι δε θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο	40
Διάγραμμα 32: Κατανομή του δείγματος σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση τα ποσοστά των οδηγών που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα	41
Διάγραμμα 33: Κατανομή του δείγματος σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση τις πληροφορίες που αναζητούν περισσότερο οι οδηγοί, σε περίπτωση που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα	42
Διάγραμμα 34: Ποσοστό που αντιστοιχεί στην τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που γνωρίζουν οι συμμετέχοντες στην έρευνα σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία	43
Διάγραμμα 35: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον ορισμό που δίνουν οι ερωτώμενοι για το εναλλακτικό καύσιμο σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία	43
Διάγραμμα 36: Κατανομή των ερωτώμενων σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση την γενικότερη άποψή τους απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα	44
Διάγραμμα 37: Κατανομή του δείγματος σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση το επίπεδο ενημέρωσης των συμμετεχόντων, για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά ...	44
Διάγραμμα 38: Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο	45
Διάγραμμα 39 : Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία δε θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο	46
Διάγραμμα 40: Καμπύλη ROC προτύπου πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου	52

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1: Πίνακας κατηγοριοποίησης δύο κλάσεων	26
Πίνακας 2: Περιγραφή ανεξάρτητων μεταβλητών	50
Πίνακας 3: Πίνακας κατηγοριοποίησης του προτύπου πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου	51
Πίνακας 4: Μετρικές αξιολόγησης του προτύπου πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου	52
Πίνακας 5: Πίνακας προσδιορισμού προτύπου αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου	53
Πίνακας 6 : Τιμές Odds Ratio ανεξάρτητων μεταβλητών	55

1. Εισαγωγή

1.1 Ενέργεια και Μεταφορές

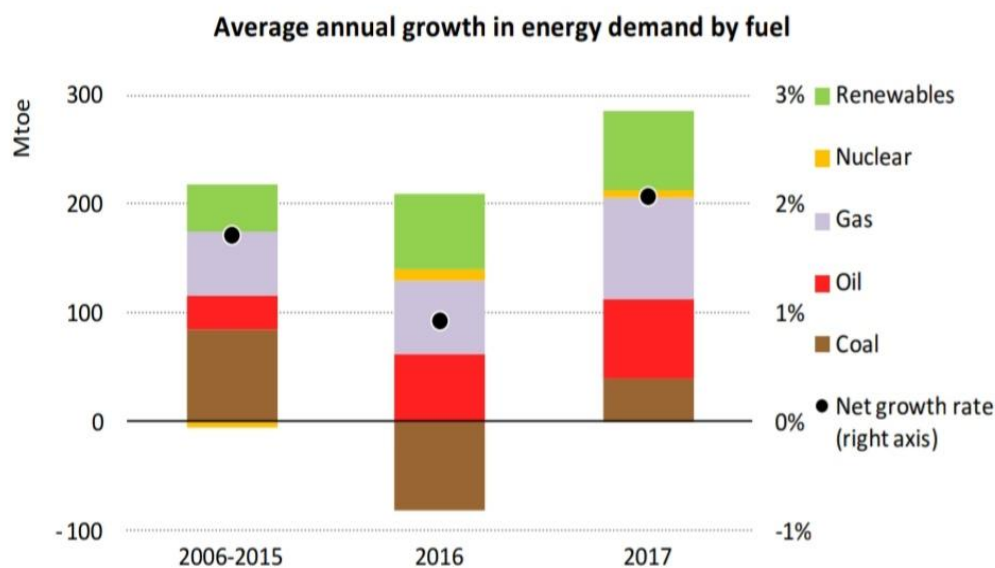
Η αλλαγή του κλίματος και η ενεργειακή ασφάλεια είναι οι βασικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σήμερα οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής σε παγκόσμιο επίπεδο. Συγκεκριμένα, μια βασική ανησυχία είναι η εξασφάλιση επαρκούς, αξιόπιστης και προσιτής πρόσβασης στον ενεργειακό εφοδιασμό, αφενός για την κάλυψη των βασικών ανθρώπινων αναγκών και τη διατήρηση της οικονομικής ανάπτυξης, αφετέρου για την προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της κατανάλωσης ορυκτής ενέργειας (Gül, 2008). Οι διεθνείς συμφωνίες για το κλίμα, όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο του 1997, η συμφωνία του Παρισιού το 2015 αλλά και η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2014/94/ΕΕ111 «για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22^{ης} Οκτωβρίου 2014 για τη μείωση της εξάρτησης των μεταφορών από το πετρέλαιο και την επίτευξη του στόχου για μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ποσοστό 10% στα καύσιμα κίνησης μέχρι το 2020, αναδεικνύουν την σημαντικότητα του ζητήματος.

Οι μεταφορές διαδραματίζουν βασικό ρόλο σε αυτή την αναζήτηση λόγω της μεγάλης εξάρτησης από τα πετρελαϊκά προϊόντα και την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση για μετακίνηση. Οι μεταφορές αποτελούν παγκοσμίως μία από τις σημαντικότερες πηγές ανθρωπογενών εκπομπών, οι οποίες παράγουν περίπου το 14% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου με το μεγαλύτερο ποσοστό να προέρχεται από τις οδικές μεταφορές, ακολουθούμενη από τις αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές (Gül, 2008). Συνεπώς, ο τομέας αυτός έχει μεγάλη ευθύνη στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την καύση πετρελαϊκών καυσίμων και είναι σε μεγάλο βαθμό ευάλωτος λόγω των ασταθών αγορών πετρελαίου και της λειψυδρίας των πόρων.

Τα εναλλακτικά καύσιμα, αποτελούν δυνητικά υποκατάστατα των καυσίμων πετρελαίου που μπορούν να βοηθήσουν να ξεπεραστεί η εξάρτηση της μεταφοράς από το πετρέλαιο και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα καύσιμα αυτά διαθέτουν πολλά χαρακτηριστικά που τα καθιστούν κατάλληλα για να ανταποκριθούν στις παραπάνω προκλήσεις, ωστόσο αρκετοί είναι αυτοί που ισχυρίζονται ότι εξακολουθούν να απαιτούνται σημαντικές προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης για να καταστούν εμπορικά βιώσιμα (Bauen et al., 2017).

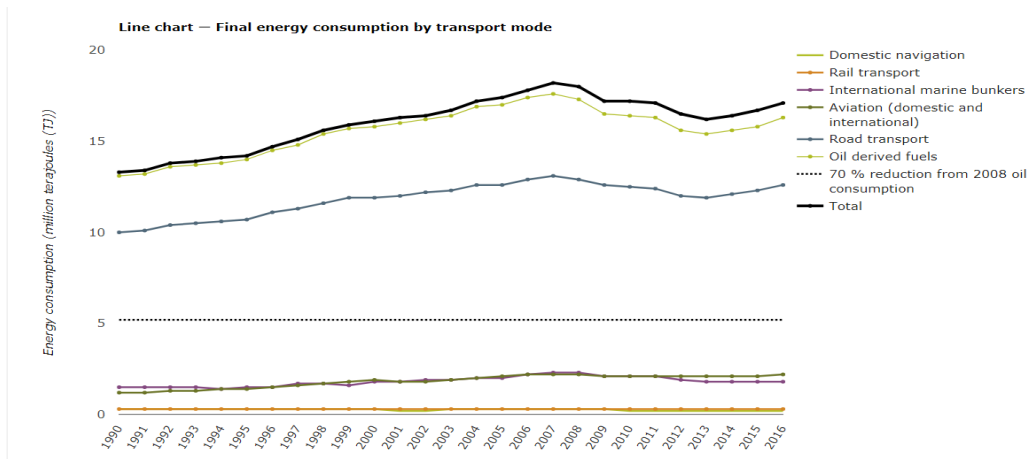
Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας (IEA, 2018), η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας αυξήθηκε κατά 2,1% το 2017, ποσοστό το οποίο αποτελεί ρυθμό ανάπτυξης διπλάσιο σε σχέση με το έτος 2016 (Εικόνα 1).

Τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό της ζήτησης ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Η ζήτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξήθηκε τα έτη 2016-2017 ωστόσο, οι βελτιώσεις της παγκόσμιας ενεργειακής απόδοσης επιβραδύνθηκαν. Ο ρυθμός μείωσης της παγκόσμιας ενεργειακής έντασης, επιβραδύνθηκε σε μόλις 1,7% το 2017, χαμηλότερη σε σχέση με τη βελτίωση που παρατηρήθηκε το 2016. (Εικόνα 1).



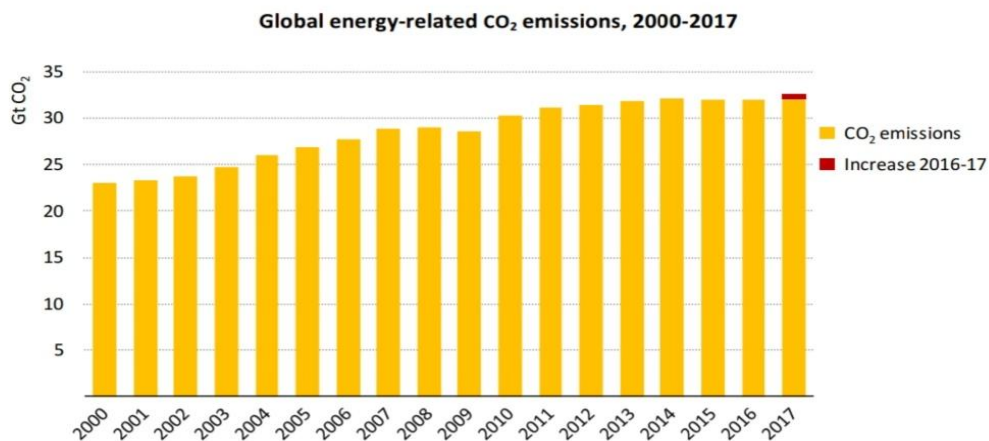
Εικόνα 1: Μέση ετήσια αύξηση της ζήτησης ενέργειας για καύσιμα.
[Πηγή: IEA, 2018]

Σύμφωνα με στοιχεία του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), μέχρι το έτος 2007 η κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές στην ΕΕ αυξανόταν σταθερά (ΕΟΠ, 2018). Ωστόσο, στη συνέχεια παρατηρήθηκε μια έντονη μεταβολή στην εξέλιξή της (Εικόνα 2). Διαπιστώθηκε μια μείωση της κατανάλωσης το έτος 2008, η οποία συνεχίστηκε μέχρι το έτος 2013, ενώ στο αμέσως επόμενο διάστημα ακολούθησαν μικρές αυξήσεις των τιμών. Η μείωση αυτή, που παρατηρήθηκε από το 2008, οφείλεται στην εξοικονόμηση ενέργειας στις οδικές μεταφορές και είναι αποτέλεσμα της γενικότερης ενεργειακής απόδοσης των καυσίμων.



Εικόνα 2: Τελική κατανάλωση ενέργειας κατά τρόπο μεταφοράς. [Πηγή:ΕΟΠ, 2018]

Οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂ που σχετίζονται με την ενέργεια αυξήθηκαν κατά 1,4% το 2017 μετά από τρία χρόνια σταθερών εκπομπών (Εικόνα 3), γεγονός που αντιτίθεται στην επίτευξη των στόχων της συμφωνίας του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή (IEA, 2018).

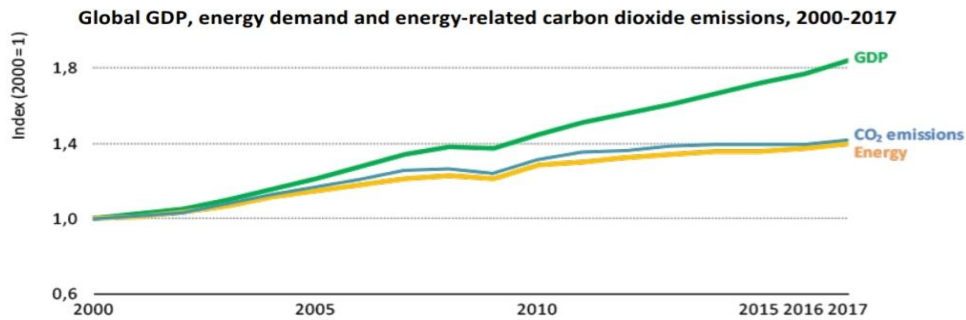


Εικόνα 3: Παγκόσμιες εκπομπές CO₂ σχετιζόμενες με την ενέργεια, 2000-2017. [Πηγή: IEA, 2018]

Η αύξηση αυτή, ήταν το αποτέλεσμα:

- της παγκόσμιας οικονομικής ανάπτυξης,
- των χαμηλότερων τιμών ορυκτών καυσίμων
- καθώς και των μη ικανοποιητικών προσπαθειών ενεργειακής απόδοσης.

Αυτοί οι τρεις παράγοντες συνέβαλαν στην άνοδο της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης κατά το 2017 (Εικόνα 4).

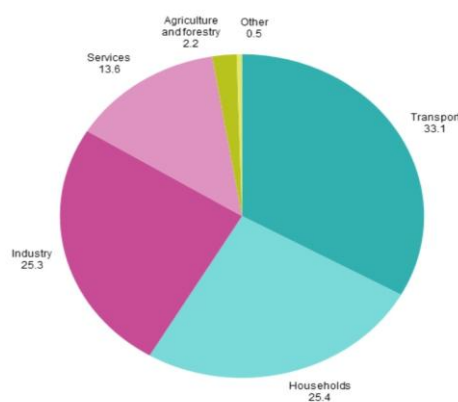


Εικόνα 4: Παγκόσμιο ΑΕΠ, ζήτηση ενέργειας και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια, 2000-2017.

[Πηγή: IEA, 2018]

1.2 Μεταφορές και Ατμοσφαιρική Ρύπανση

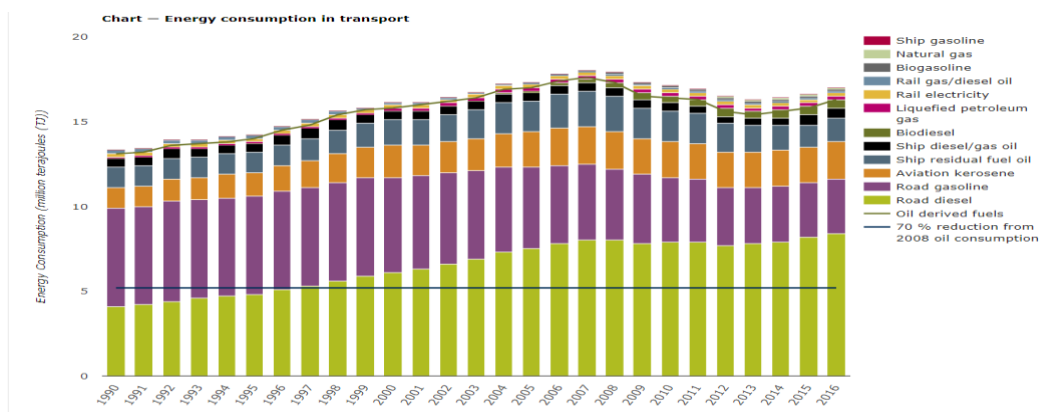
Είναι φανερό ότι, οι μεταφορές και οι βιομηχανικές δραστηριότητες είναι εξίσου υπεύθυνες για το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών πρωτογενών ρύπων. Όπως κάθε εστία καύσης, έτσι και οι κινητήρες των αυτοκινήτων και των άλλων τροχοφόρων εκπέμπουν μια σειρά ρύπων στο περιβάλλον. Η ρύπανση που προκαλείται απ' αυτούς, είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης και ο έλεγχός της αποτελεί ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο πρόβλημα, αφού οι κινητήρες τους λειτουργούν κάτω από συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες (αυξομείωση του φορτίου και των στροφών). Προϊόντα αυτών των εκπομπών είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) που προέρχεται κυρίως από τους βενζινοκινητήρες, τα οξειδία του αζώτου (NOx), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες και τέλος τα σωματίδια, μεταξύ των οποίων κι ο καπνός, που προέρχεται κυρίως από τους κινητήρες ντίζελ. Η τελική ανάλυση της χρήσης ενέργειας το 2015 στην ΕΕ παρουσίαζε τρεις κυρίαρχες κατηγορίες: τη μεταφορά (33,1%), τα νοικοκυριά (25,4%) και τη βιομηχανία (25,3%) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Τελική κατανάλωση ενέργειας, ΕΕ-28, 2015 (% του συνόλου, σε τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου).

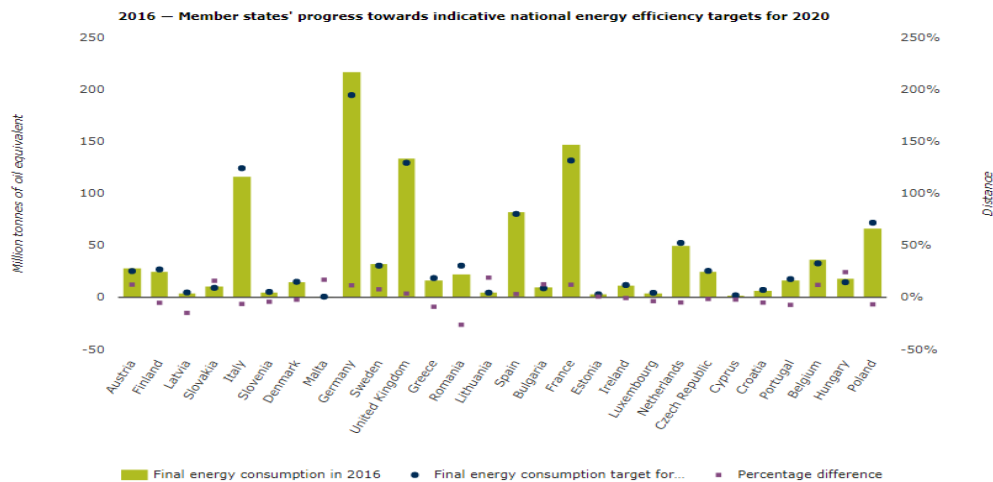
[Πηγή: ΕΟΠ, 2018]

Το 2016, τα καύσιμα από πετρέλαιο αντιπροσώπευαν το 95% όλων των καυσίμων που καταναλώθηκαν. Σύμφωνα με τη Λευκή Βίβλο, στην οποία εκτιμήθηκαν οι επιπτώσεις από την συνεχόμενη κατανάλωση πετρελαίου στις μεταφορές, βασικός στόχος είναι η μείωση κατά 70% (από τα επίπεδα του 2008) της κατανάλωσης πετρελαίου έως το έτος 2050. Ακολουθούν τα αποτελέσματα της κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές ανά τύπο καυσίμου (Εικόνα 6). Η πράσινη γραμμή αντιπροσωπεύει τη συνολική κατανάλωση πετρελαίου, ενώ η μπλε γραμμή αντιπροσωπεύει τη μείωση κατά 70% σε σχέση με τα επίπεδα του 2008 με σκοπό να επιτευχθεί ο στόχος της Λευκής Βίβλου.



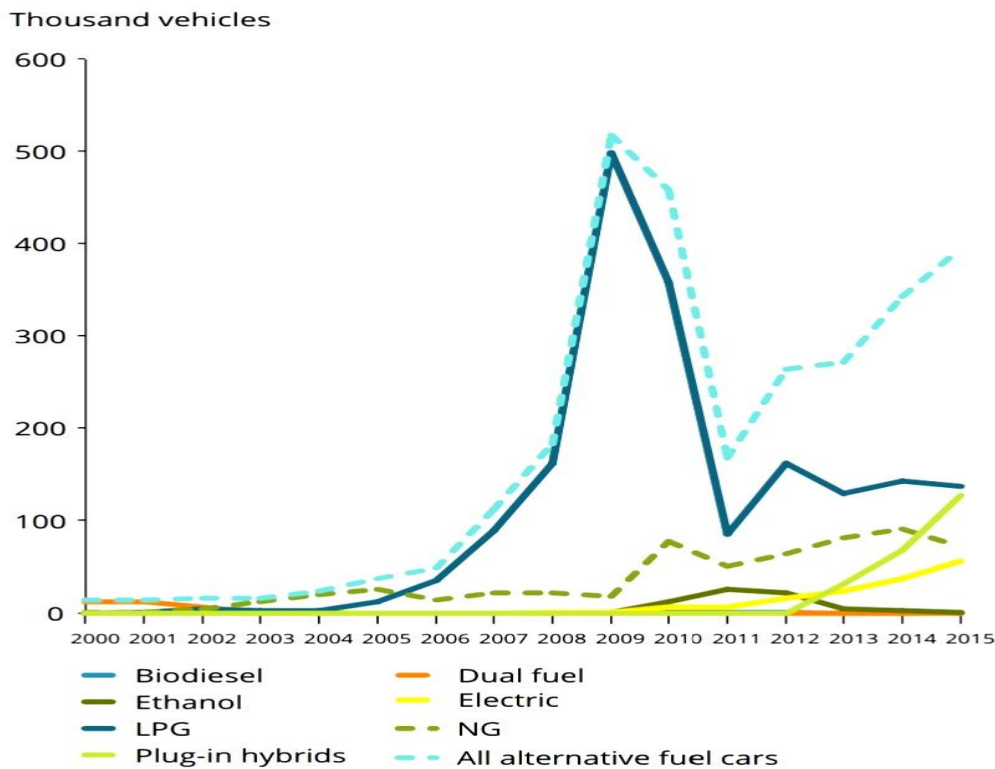
Εικόνα 6: Κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές. [Πηγή: ΕΟΠ, 2018]

Όσον αφορά τις αντιστοιχίες μεταξύ των χωρών της ΕΕ, η παρατηρούμενη τάση στην τελική κατανάλωση ενέργειας διαφέρει σημαντικά από χώρα σε χώρα, με την Ελλάδα και την Ισπανία να παρουσιάζουν σημαντικές μειώσεις (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Η πρόοδος των κρατών μελών ως προς τους ενδεικτικούς εθνικούς στόχους ενεργειακής απόδοσης για το 2020. [Πηγή: ΕΟΠ, 2018]

Μια σημαντική αύξηση στο ποσοστό της αγοράς αυτοκινήτων εναλλακτικού καυσίμου παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του έτους 2008-2009, την οποία ωστόσο ακολούθησε σημαντική πτώση των πωλήσεων μέχρι το έτος 2011 σύμφωνα με έκθεση του ΕΟΠ το 2016 (Εικόνα 8). Για τα επόμενα έτη έως το 2015 οι πωλήσεις παρουσιάζουν σταδιακή ανάκαμψη, δημιουργώντας θετικές προοπτικές για το μέλλον. Τα τελευταία χρόνια, τα αυτοκίνητα με υγραέριο (LPG) διαδραματίζουν κυρίαρχο ρόλο με ποσοστό περίπου 4,3% του συνολικού αριθμού των επιβατικών αυτοκινήτων. Η Πολωνία και η Ιταλία είναι οι κορυφαίες χώρες οχημάτων υγραερίου στην ΕΕ. Τα αυτοκίνητα φυσικού αερίου (NG), ο αριθμός των οποίων σχεδόν τριπλασιάστηκε μεταξύ του 2005 και του 2015, κατέχουν σημαντική θέση σε χώρες όπως η Ιταλία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Η εγγραφή νέων αυτοκινήτων NG παρουσιάζει αυξανόμενη τάση κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, ωστόσο το μερίδιό τους παραμένει χαμηλό. Όσον αφορά τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, παρατηρείται ότι διεισδύουν αργά στην αγορά της ΕΕ και περιλαμβάνουν μια σειρά διαφορετικών τύπων όπως: τα ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας (BEVs) και τα plug-in hybrid ηλεκτρικά οχήματα (PHEV).



Εικόνα 8 : Αριθμός εγγραφών αυτοκινήτων εναλλακτικού καυσίμου στην ΕΕ.
[Πηγή: ΕΟΠ, 2016]

Στο σύνολο των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης το ποσοστό των ελκυσόμενων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα ανέρχεται στο 24% και ειδικότερα, όσον αφορά την Ελλάδα, το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 21% για το 2014. Επιπλέον, το έτος 2015 τα οχήματα ευθύνονταν για το 76% της συνολικής κατανάλωσης καυσίμου στον τομέα των μεταφορών (Εικόνα 9).

Κατανάλωση καυσίμων (ktoe)								
Τομέας Μεταφορών	LPG	Βενζίνη	Jet Fuel	Πετρέλαιο κίνησης	Μαζούτ	Φυσικό αέριο	Βιοκαύσιμο	Ηλεκτρισμός
Σιδηροδρομικό δίκτυο				41			3	16
Οδικό δίκτυο	257	2.574		1.989		15	139	2
Διεθνείς Αερομεταφορές			824					
Εσωτερικές Αερομεταφορές			167					
Εσωτερική Ναυσιπλοΐα				223	311			
Μη καθορισμένος τομέας				1				16
Σύνολο	257	2.574	991	2.254	311	15	142	33

Εικόνα 9: Κατανάλωση ανά είδος καυσίμου και μεταφορικό τομέα στην Ελλάδα για το 2015
[Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]

1.3 Εναλλακτικά Καύσιμα στην Ελλάδα

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών (ΥΠΥΜΕ), η πλειοψηφία των οχημάτων που κινούνται με απλή βενζίνη διαθέτουν πρώτη άδεια κυκλοφορίας πριν το 2000, ενώ αυτά που διαθέτουν πρώτη άδεια κυκλοφορίας μετά το 1995 χρησιμοποιούν κυρίως αμόλυβδη βενζίνη. Το μεγαλύτερο ποσοστό οχημάτων που καταναλώνουν συμβατικό πετρέλαιο διαθέτουν πρώτη άδεια κυκλοφορίας τη περίοδο 1995-2007, ενώ κυκλοφορούντα οχήματα με καταλυτικό πετρέλαιο εμφανίζονται από το 2003 και μετά. Ωστόσο, τα κυκλοφορούντα οχήματα μη συμβατικού τύπου καυσίμου παραμένουν σε αρκετά χαμηλό ποσοστό.

Σήμερα στην Ελλάδα, τα οχήματα εναλλακτικού καυσίμου είναι κυρίως οχήματα: υγραερίου, φυσικού αερίου, υβριδικά βενζίνης-φυσικού αερίου ή υγραερίου, υβριδικά ηλεκτρικά-βενζίνης ή υγραερίου, υβριδικά ηλεκτρικά-πετρελαίου, και ηλεκτρικά. Τα κυκλοφορούντα οχήματα βενζίνης, καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού αριθμού των οχημάτων, τα πετρελαιοκίνητα μόλις το 13,3% (για το έτος 2016), ενώ αυτά του εναλλακτικού καυσίμου κατέχουν ακόμα πολύ χαμηλό ποσοστό (Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Ποσοστό κυκλοφορούντων οχημάτων ανά είδος καυσίμου για το 2016 στην Ελλάδα
[Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]

Συγκεκριμένα, τα κυκλοφορούντα οχήματα εναλλακτικού καυσίμου στην Ελλάδα αριθμούν μόλις το 3,5% του συνόλου (Εικόνα 11).



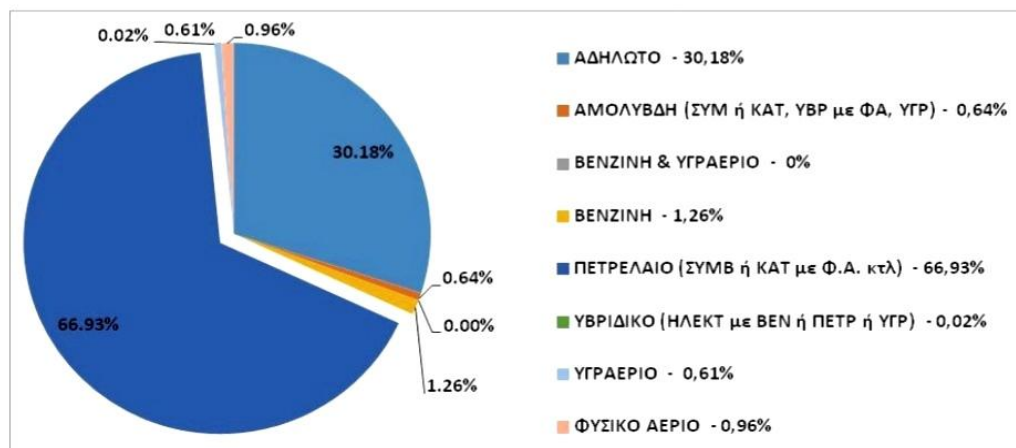
Εικόνα 11: Ποσοστό κυκλοφορούντων οχημάτων ανά είδος εναλλακτικού καυσίμου επί του συνόλου των οχημάτων το 2016 στην Ελλάδα.
[Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]

Στην Εικόνα 12 παρουσιάζεται ο αριθμός των οχημάτων ανά είδος εναλλακτικού καυσίμου που κυκλοφορούν στην Ελλάδα. Η πλειοψηφία αυτών είναι τα καταλυτικά οχήματα αμόλυβδης βενζίνης- υγραερίου.

Τύπος οχημάτων ανά καύσιμο ή μίγμα καυσίμων	Αριθμός οχημάτων
Υγραερίου	388
Ηλεκτροκίνητα	397
Φυσικού Αερίου	900
Αμόλυβδης βενζίνης – Υβριδικό	12.998
Βενζίνης – Υγραερίου	18.280
Αμόλυβδης Βενζίνης (καταλυτικό) και Φυσικού Αερίου	507
Αμόλυβδης Βενζίνης (καταλυτικό) και Υγραερίου	245.384
Ηλεκτροκίνητα και Αμόλυβδης Βενζίνης / Υγραέριο	242
Ηλεκτροκίνητα και Πετρελαίου (καταλυτικό)	403

Εικόνα 12: Αριθμός οχημάτων που χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα στην Ελλάδα το 2016
[Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]

Όσον αφορά τα οχήματα δημόσιας χρήσης (μέσα μαζικής μεταφοράς, φορτηγά, κ.τ.λ.), η πλειοψηφία αυτών τροφοδοτείται με συμβατικά καύσιμα, σε ποσοστό 67% με πετρέλαιο, ενώ μόλις το 1,6% αυτών κινείται με κάποια μορφή εναλλακτικού καυσίμου (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Ποσοστό δημόσιων οχημάτων ανά είδος καυσίμου
[Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2017]

1.4 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **διερεύνηση της γνώσης και της αποδοχής των Ελλήνων οδηγών για τα εναλλακτικά καύσιμα**, καθώς και ο προσδιορισμός των βασικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή τους. Ακόμα, επιχειρείται μια συγκριτική αξιολόγηση των δηλωμένων προτιμήσεων των Ελλήνων οδηγών με τους οδηγούς τριών διαφορετικών Ευρωπαϊκών χωρών (Γαλλίας, Γερμανίας, Ιταλίας).

Πιο συγκεκριμένα, θα διερευνηθεί το κατά πόσο οι Έλληνες οδηγοί είναι διατεθειμένοι να αγοράσουν όχημα που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο, οι παράγοντες που επιδρούν στην επιλογή αγοράς, καθώς και τα χαρακτηριστικά του οχήματος που κρίνονται σημαντικά για την αποδοχή του.

Για το σκοπό αυτό διεξήχθη **ηλεκτρονική έρευνα ερωτηματολογίου** στην Ελλάδα, σύμφωνα με πρότυπη έρευνα που διεξήχθη στη Γαλλία, τη Γερμανία και την Ιταλία. Στη συνέχεια, για την περίπτωση της Ελλάδας, δημιουργήθηκε κατάλληλο **πρότυπο Λογιστικής Παλινδρόμησης**, που ανέδειξε τους στατιστικά σημαντικούς παράγοντες επιρροής της αγοράς οχήματος με εναλλακτικό καύσιμο.

Τα ευρήματα της έρευνας αυτής θα φανούν χρήσιμα τόσο σε επόμενες έρευνες, όσο και σε αντίστοιχους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, ώστε να προωθήσουν τη νέα αυτή τεχνολογία με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

1.5 Διάρθρωση της Εργασίας

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μία εισαγωγή στις έννοιες του ενεργειακού συστήματος των μεταφορών καθώς και στις περιβαλλοντικές ανησυχίες που προκύπτουν. Ειδικότερα, αναλύεται ο τομέας των εναλλακτικών καυσίμων και το ποσοστό εφαρμογής του στις οδικές μεταφορές.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζεται αναλυτικά ο ρόλος των εναλλακτικών καυσίμων και η ενσωμάτωση αυτών στην συνείδηση των πολιτών. Επίσης, αναλύονται οι παράγοντες εκείνοι που οδηγούν στην αποδοχή οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου, όπως αυτοί παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** περιγράφεται αναλυτικά όλη η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εύρεση των παραγόντων που οδηγούν στην αγορά οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν και ο τρόπος διεξαγωγής της έρευνας που πραγματοποιήθηκε.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** περιγράφεται η μέθοδος συλλογής της βάσης δεδομένων μέσω ερωτηματολογίου και παρατίθενται τα συγκεντρωτικά διαγράμματα για την καλύτερη ερμηνεία των χαρακτηριστικών του δείγματος. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται συγκριτική αξιολόγηση με έρευνα που διεξήχθη σε Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία και εξετάζονται τα βασικά στοιχεία της ανάλυσης.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε έως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Γίνεται αναφορά των δεδομένων εισόδου-εξόδου και ακολουθεί η ανάλυση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

Στο **έκτο κεφάλαιο** διατυπώνονται τα κυριότερα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση των στοιχείων της έρευνας. Πραγματοποιείται μία σύνοψη των κυριότερων σημείων της παρούσας εργασίας, ενώ στη συνέχεια περιγράφονται τα βασικότερα συμπεράσματα της επεξεργασίας του δείγματος. Στο τέλος, διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα, σχετικά με την αξιοποίηση των εναλλακτικών καυσίμων ως κινητήρια δύναμη των οχημάτων στο άμεσο μέλλον.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρατίθεται ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών που αξιοποιήθηκαν για την επεξήγηση και την ερμηνεία των εννοιών και των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Γενικά

Η ταξιδιωτική συμπεριφορά και η κατανόηση των λόγων που συμβάλλουν στην επιλογή ενός τρόπου μεταφοράς έναντι ενός άλλου, είναι ένα ζήτημα που απασχολεί κατά καιρούς πολλούς ερευνητές (Beirão & Cabral, 2007). Κάθε μέσο μεταφοράς διαθέτει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία σχετίζονται άμεσα με το κόστος, τον χρόνο και την άνεση του ταξιδιού. Η επιλογή αυτή, μεταβάλλεται ανάλογα με τις προτιμήσεις και τον τύπο της μετακίνησης την εκάστοτε χρονική στιγμή (Madhuwanthi et al., 2016).

Η επιλογή του κατάλληλου τύπου καυσίμου, αποτελεί εξίσου ένα σημαντικό κριτήριο το οποίο ερευνάται συχνά σε θέματα που αφορούν τις καθημερινές μετακινήσεις του ατόμου. Η ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών στις μεταφορές, όπως τα συστήματα οικολογικής δρομολόγησης και οικολογικής οδήγησης, απαιτούν την ανάπτυξη αποτελεσματικών μοντέλων κατανάλωσης καυσίμου (Wang & Rakha, 2017). Παρόλ' αυτά, παραμένει μικρός ο αριθμός των μοντέλων που δύνανται να εκτιμούν τα επίπεδα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και κατανάλωσης καυσίμου. Η πλειοψηφία αυτών, αξιοποιεί μεγάλο όγκο δεδομένων (Edwardes & Rakha, 2014) και συχνά εφαρμόζεται άμεσα σε λογισμικά προσομοίωσης κυκλοφορίας, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων και ποικίλα προγράμματα μεταφορών (Wang & Rakha, 2017).

Στην προσπάθεια για την προαγωγή της βιώσιμης κινητικότητας, τα εναλλακτικά καύσιμα αποτελούν σημαντικό παράγοντα. Ωστόσο, παρά τις ενέργειες διάφορων κρατών σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, για την προώθηση καυσίμων τέτοιου τύπου, αρκετοί καταναλωτές παραμένουν διστακτικοί στην επιλογή μη συμβατικών οχημάτων. Η αναζήτηση των παραγόντων οι οποίοι συμβάλλουν στην απόφαση αγοράς οχήματος με κινητήρα εσωτερικής καύσης έναντι ενός οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, αποτελεί κυρίαρχο θέμα ποικίλων ερευνών (Kölbl et al., 2013). Το ενεργειακό κόστος καθώς και το εύρος οδήγησης, αποτελούν ζητήματα προβληματισμού της κοινής γνώμης.

Αν και η αναγκαιότητα χρήσης οχημάτων φιλικότερων προς το περιβάλλον έγινε αποδεκτή πριν από δεκαετίες, αυτή η νέα αγορά δεν έχει ακόμα εδραιωθεί. Για το λόγο αυτό, είναι εξίσου αναγκαίες οι έρευνες οι οποίες στηρίζονται στη μελέτη της καταναλωτικής συμπεριφοράς (Cordera et al., 2018). Αρκετές είναι αυτές που αποδεικνύουν πως παράγοντες όπως η ψυχολογία, η οικονομική κατάσταση και οι καταναλωτικές συνήθειες των

οδηγών, συμβάλλουν σημαντικά στην απόφαση αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου (Hui, 2017).

2.2 Έρευνες στην Επιλογή του Τύπου Καυσίμου

Κατά καιρούς αναπτύχθηκαν αρκετές θεωρίες οι οποίες συνδέονται με τη περιβαλλοντική συμπεριφορά, με πιο διαδομένη από αυτές να είναι η Θεωρία της Προσχεδιασμένης Συμπεριφοράς (Theory of Planned Behaviour-TPB) (Ajzen, 1991). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, εάν η πρόθεση ενός ατόμου ως προς μία κατάσταση είναι θετική, τότε η πιθανότητα αλλαγής της αντίστοιχης συμπεριφοράς αυξάνεται (Ajzen, 1985; 1991). Κατ' αυτό το τρόπο εξηγείται το γεγονός ότι, η αγορά οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, επηρεάζεται άμεσα από την πρόθεση του ατόμου να υιοθετήσει την συγκεκριμένη τεχνολογία. Άλλα εννοιολογικά πλαίσια που σχετίζονται με τον τομέα της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς είναι το Norm Activation Model, το οποίο επικεντρώνεται στις ηθικές αξίες του ατόμου (Schwartz, 1977; Schwartz & Howard, 1981) καθώς και το πρότυπο Value-Belief-Norm σύμφωνα με το οποίο οι ενέργειες συνδέονται άμεσα με το αίσθημα υποχρέωσης του ατόμου, σε αυτή την περίπτωση απέναντι στο περιβάλλον (Stern et al., 1999).

Παρόλο που η TPB και άλλες αντίστοιχες θεωρίες εφαρμόζονται σε ικανοποιητικό βαθμό, στηρίζονται στην περίπλοκη σύνδεση εννοιών όπως οι αντιλήψεις, οι προθέσεις, το επίπεδο πληροφόρησης και η συμπεριφορά, οι οποίες συχνά είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν, να προβλεφθούν και να διαχειριστούν. Συνεπώς, υπάρχει μια περιορισμένη ερμηνευτική ικανότητα στη σύνδεση μεταξύ πρόθεσης και ενέργειας (Armitage & Conner, 2001; Roche et al., 2010).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι προτιμήσεις των οδηγών για τα οχήματα εναλλακτικού καυσίμου διερευνώνται με ποσοτικές μεθόδους, εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις (Ricci et al., 2008). Στο πλαίσιο αυτών των ερευνών, συχνές είναι οι παρατηρήσεις που σχετίζονται με τη διερεύνηση της εξοικείωσης απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα όπως είναι το υδρογόνο (Achterberg et al., 2010; Ricci et al., 2008) και τα βιοκαύσιμα (Popp et al., 2009). Ωστόσο, αρκετοί είναι οι ερευνητές που αναφέρονται συχνά σε μία έννοια γνωστή ως κενό «στάσης-δράσης» (Lane & Potter, 2007). Σύμφωνα με αυτή, αν και η ανησυχία για τα περιβαλλοντικά θέματα είναι υψηλή, αυτό δεν παρατηρείται στις αγοραστικές επιλογές των οδηγών.

Σε πειραματικές έρευνες, η καταγραφή και η ανάλυση των δραστηριοτήτων έχει ως στόχο την κατανόηση της στάσης των οδηγών απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα (Kurani et al., 1996). Κατ' αυτό τον τρόπο ερευνάται η συμπεριφορά των ατόμων, οδηγώντας οχήματα αντίστοιχα των οχημάτων

εναλλακτικού καυσίμου σε φυσικό ή τεχνητό περιβάλλον (Kurani et al., 1996). Αν και αυτή η μέθοδος βασίζεται σε εικονικές ή και πραγματικές εμπειρίες οδήγησης, αρκετοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν το γεγονός πως η ιδιαίτερα αυξημένη προσοχή που δείχνουν οι οδηγοί, ενδέχεται να επηρεάσει την αξιοπιστία του πειράματος. Συνέπεια αυτού είναι, η αρχική πρόθεση αγοράς οχήματος μη συμβατικού τύπου, να μην ανταποκρίνεται στην τελική τους απόφαση (Gould & Golob, 1998).

Μια διαφορετική προσέγγιση της ανάλυσης αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, είναι αυτή που υποστηρίζει πως τα άτομα επιλέγουν οχήματα σύμφωνα με τους συμβολισμούς και τις έννοιες που τα ακολουθούν (Heffner et al., 2007). Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι η επιλογή του κατάλληλου οχήματος είναι ένας τρόπος να επικοινωνήσουν τις αξίες, τις πεποιθήσεις και την κοινωνική τους κατάσταση (Turrentine & Kurani, 2007). Με βάση αυτή τη προσέγγιση λοιπόν, είναι πολύ πιθανή η αγορά οχήματος εναλλακτικού καυσίμου από άτομα τα οποία δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε θέματα που αφορούν την κοινωνική ευθύνη, το περιβάλλον, τις νέες τεχνολογίες, την εξάντληση των ορυκτών πόρων κτλ. Έννοιες δηλαδή που συνδέονται άμεσα με τα εναλλακτικά καύσιμα.

2.3 Διερεύνηση Προτιμήσεων Χρηστών

Τις τελευταίες δεκαετίες, η παραγωγή και η υιοθέτηση οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου βρίσκεται στα σχέδια πολλών κυβερνήσεων και οργανισμών, με σκοπό την ανάπτυξη πολιτικών φιλικότερων προς το περιβάλλον. Η υλοποίηση αυτών των προσδοκιών μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της καλύτερης γνώσης των καταναλωτών για οχήματα τέτοιου τύπου. Για το σκοπό αυτό, πολλές είναι οι έρευνες οι οποίες επικεντρώνονται στην καταγραφή των αναγκών και των χαρακτηριστικών των οχημάτων που επιζητούν οι οδηγοί σήμερα.

2.3.1 Οικονομικά χαρακτηριστικά

Ως οικονομικά χαρακτηριστικά, νοούνται διάφορες μορφές νομισματικού κόστους αγοράς και χρήσης των οχημάτων.

Στις περισσότερες έρευνες, η **τιμή αγοράς** διαπιστώθηκε ότι έχει πολύ σημαντική επίδραση στην απόφαση υιοθέτησης οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Το υψηλό συνολικό κόστος αυτού, επιδρά αρνητικά στην επιθυμία των οδηγών να το αποκτήσουν (Korppelman, 1981). Άλλα χαρακτηριστικά του οχήματος όπως το μέγεθος αυτού, φαίνεται ότι επιδρούν εξίσου στην ευαισθησία της τιμής (Lieven et al., 2011). Σε αντίθεση με τις αρχικές εκτιμήσεις, δεν είναι λίγοι αυτοί που αναφέρουν ότι παρά την υψηλή τιμή του

οχήματος, ο αριθμός των πιθανών αγοραστών ενδέχεται να είναι αρκετά μεγαλύτερος (Knez et al., 2014).

Μία εξίσου σημαντική διαπίστωση είναι ότι οι προτιμήσεις τιμών διαφέρουν μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών. Παρατηρείται ότι, οι εύπορες κοινωνικές ομάδες του πληθυσμού επηρεάζονται λιγότερο από τις τιμές των οχημάτων (Campbell et al., 2012), ενώ διαφορές παρατηρούνται και μεταξύ των πολιτών διαφορετικών χωρών (Tanaka et al., 2014). Ανάλογα με τις καθημερινές συνήθειες μετακίνησης, τα άτομα αξιολογούν διαφορετικά την φράση « υψηλό κόστος επένδυσης, χαμηλό ενεργειακό κόστος» η οποία πολλές φορές συνοδεύει τα οχήματα εναλλακτικού καυσίμου, καθώς όπως φαίνεται, τα χαμηλά ετήσια χιλιόμετρα που διανύουν πολλοί από αυτούς, δεν αντισταθμίζουν το αρχικό υψηλό επενδυτικό κόστος (Kölbl et al., 2013). Είναι πολύ πιθανό λοιπόν, οι κάτοικοι των πόλεων να μην επωφελούνται στον ίδιο βαθμό με τον πληθυσμό της περιφέρειας, με τους πρώτους να επιζητούν άλλα κίνητρα προκειμένου να επιλέξουν όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο (Kölbl et al., 2013).

Το **κόστος λειτουργίας** του οχήματος είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας τον οποίον λαμβάνουν σοβαρά υπόψιν τους οι οδηγοί κατά την επιλογή του κατάλληλου τύπου οχήματος. Χαρακτηριστικά όπως, τα ετήσια έξοδα συντήρησης και το ενεργειακό κόστος (π.χ. κόστος καυσίμου), αποτελούν σημαντικές παραμέτρους σε αυτήν τους την απόφαση (Haller et al., 2007; Offer et al., 2010).

Η παροχή **οικονομικών κινήτρων** για την αγορά οχήματος φιλικότερου προς το περιβάλλον, χαρακτηρίζεται ως ένα από τα σημαντικότερα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για την προώθηση της νέας αυτής τεχνολογίας κίνησης. Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ισπανία και η Ολλανδία (Santos & Davies, 2019; Peters & Dütshke, 2014) παρατηρήθηκε ότι τέτοιου τύπου πολιτικές προώθησης επηρεάζουν θετικά μεγάλη μερίδα του πληθυσμού.

2.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Το σχετικά μικρό **εύρος οδήγησης** των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου εμπλέκεται συχνά στις αντικρουόμενες απόψεις των ερευνητών (Dimitropoulos et al., 2013; Byrne & Polonsky, 2001). Υποστηρικτές αυτών των οχημάτων, αναφέρουν ότι στην πραγματικότητα οι διαφορές είναι μικρές σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα (Kölbl et al., 2013), ενώ αρκετοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν την άποψη πως η τεχνολογία αυτή, είναι περισσότερο αξιοποιήσιμη από άτομα τα οποία διανύουν καθημερινά μικρές διαδρομές (Koetse & Hoen, 2014).

Σύμφωνα με έρευνες, νοικοκυριά τα οποία έχουν στην κατοχή τους περισσότερα του ενός οχήματα, μπορούν πιο εύκολα να αξιοποιήσουν την τεχνολογία εναλλακτικών καυσίμων (Kurani et al., 1996). Αυτό συμβαίνει γιατί, ανάλογα με τον σκοπό της μετακίνησης, το άτομο έχει την ευχέρεια της επιλογής οχήματος είτε συμβατικού τύπου, σε περίπτωση που επιθυμεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις, είτε μη συμβατικού τύπου για συντομότερα ταξίδια (Kurani et al., 1996; Jakobsson et al., 2016). Σε κάθε περίπτωση πάντως, οι ερευνητές αναφέρουν πως τα λιγότερο φιλόδοξα σχέδια σχετικά με την ικανότητα των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου να διανύουν μεγάλες αποστάσεις, θα έχουν θετικότερο αντίκτυπο στην ευρεία υιοθέτησή τους από τα νοικοκυριά.

Παρόλ' αυτά, οι απαιτήσεις των ίδιων των οδηγών φαίνεται πως μεταβάλλονται μετά από μία εμπειρία οδήγησης οχήματος εναλλακτικού καυσίμου (Jensen et al., 2013; Franke & Kerms, 2013). Πιο συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις για το εύρος παρατηρείται ότι συνδέονται περισσότερο με την έλλειψη υποδομών ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης και τον χρόνο που απαιτείται, παρά με την δυνατότητα των χιλιομέτρων που διανύουν (Dimitropoulos et al., 2013). Γι' αυτόν τον λόγο, η ενημέρωση των οδηγών αλλά και η δυνατότητα παροχής πραγματικής εμπειρίας οδήγησης με όχημα εναλλακτικού καυσίμου, θα συμβάλουν σημαντικά στην εξάλειψη αυτής της αντίληψης (Rauh et al., 2014).

Σύμφωνα με τα παραπάνω και ο **χρόνος επαναφόρτισης** παρατηρήθηκε πως είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αντίληψη των οδηγών για τα εναλλακτικά καύσιμα. Ωστόσο, μεγάλο είναι το ποσοστό των ατόμων οι οποίοι προτίθενται να αντισταθμίσουν τον αυξημένο χρόνο ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης με κάποιο χρηματικό αντίκτυπο, είτε στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του οχήματος, είτε στην συνολική τιμή αγοράς του οχήματος (Hidrue et al., 2011).

Επιπλέον, τόσο η **μάρκα** όσο και η **πολυμορφία** του οχήματος αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την υιοθέτηση οποιουδήποτε μέσου μεταφοράς. Κατά την επιλογή αγοράς οχήματος, οι οδηγοί φαίνεται πως δίνουν αρκετά μεγάλη σημασία τόσο στο μέγεθος και στο σχήμα του, όσο και στην «φήμη» της κατασκευαστικής εταιρίας και της χώρας προέλευσης (Higgins et al., 2017; De Jong et al., 2014). Αρκετοί παρόλ' αυτά, υποστηρίζουν ότι οι κατασκευαστές των νέων οχημάτων οφείλουν να εγκαταλείψουν τις προσπάθειες για βελτίωση της ιπποδύναμης αυτών, προκειμένου να στραφούν κυρίως σε θέματα που σχετίζονται με την αποδοτικότητα των κινητήρων (Cheah & Heywood, 2011).

2.3.3 Χαρακτηριστικά υποδομής

Τα χαρακτηριστικά της υποδομής επικεντρώνονται κυρίως στη διαθεσιμότητα της υποδομής φόρτισης.

Η προσπάθεια ένταξης των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου στην αγορά δυσκολεύει ακόμα περισσότερο λόγω της έλλειψης **σταθμών ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης** (Koetse & Hoen, 2014). Ύστερα από έρευνα με ερωτηματολόγιο (Santos & Davies, 2019), διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτώμενων επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την πυκνότητα των υποδομών που σχετίζονται με τον ανεφοδιασμό/επαναφόρτιση των οχημάτων. Ωστόσο, υποστηρίζεται από αρκετούς η άποψη ότι οι επιθυμίες οδηγών οχημάτων συμβατικού τύπου, θα ήταν άδικο να γενικευθούν (Kuby, 2019), καθώς αυτές διαμορφώθηκαν λαμβάνοντας υπόψιν ένα πανταχού παρόν δίκτυο ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης.

Ακόμα και για τα νοικοκυριά που επιθυμούν να συνδυάσουν τη χρήση οχημάτων συμβατικού και μη συμβατικών τύπου, η περιορισμένη διαθεσιμότητα σταθμών ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης αποτελεί σημαντικό εμπόδιο (Portoglou & Kanaroglou, 2007). Η μέχρι τώρα αποτυχημένη επέκταση του δικτύου κρατά σε χαμηλά επίπεδα την ευρεία υιοθέτησή τους (Achtnicht et al., 2012).

2.3.4. Πολιτικές κινήτρων

Η κλιματική αλλαγή έχει ευαισθητοποιήσει σε μεγάλο βαθμό τον πολιτικό και επιστημονικό κόσμο (Adnan et al., 2017). Ωστόσο, περαιτέρω προσπάθεια εφαρμογής περισσότερων **κυβερνητικών κινήτρων** είναι σίγουρα αναγκαία (Coffman et al., 2017). Συγκεκριμένα, ύστερα από έρευνα (Wee et al., 2018), διαπιστώθηκε ότι μια εντονότερη πολιτική προώθησης ηλεκτρικών οχημάτων, αυξάνει τις εγγραφές του συγκεκριμένου οχήματος κατά 5-11% (Wee et al., 2018). Γενικότερα, η εφαρμογή εκστρατειών ενημέρωσης, επιδοτήσεων αγοράς, φοροαπαλλαγών, περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης είναι μόνο κάποιοι από τους τρόπους προώθησης των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου (Kester et al., 2018).

2.3.5. Κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά

Τα κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά είναι στοιχεία που συχνά αναζητούνται σε έρευνες ερωτηματολογίων.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα ερευνών που βασίζονται σε αυτά τα στοιχεία, παρατηρείται ότι συχνά είναι διφορούμενα. Αρκετοί ερευνητές αναφέρουν ότι η ηλικία και το επίπεδο εκπαίδευσης αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επιδρούν στην απόφαση αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου (Higgins et

al., 2017). Τα αποτελέσματα έρευνας αναφέρουν ότι οι νέοι άνδρες είναι πιθανοί αγοραστές οχημάτων μη συμβατικού τύπου. Εξίσου σημαντικές είναι οι αναφορές ερευνητών που αμφισβητούν την άποψη της σημαντικότητας αυτών των χαρακτηριστικών (Sierzchula et al., 2014).

2.4 Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

Συνολικά, από την ανάλυση της βιβλιογραφίας προέκυψε ότι υπάρχει ισχυρή περιβαλλοντική ανησυχία. Ωστόσο, στην τελική απόφαση αγοράς οχήματος τα περιβαλλοντικά οφέλη δεν έχουν τόσο μεγάλη σημασία. Οι έρευνες αναφέρονται σε αυτό το φαινόμενο ως κενό «στάσης-δράσης», καθώς οι θετικές περιβαλλοντικές αντιλήψεις δεν μεταφράζονται σε οικολογική συμπεριφορά.

Τα περιορισμένα επίπεδα γνώσεων σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα αποτρέπουν την επιλογή αγοράς οχήματος που τροφοδοτείται με αυτά. Η εμπειρία χρήσης οχήματος τέτοιου τύπου συμβάλει ουσιαστικά στην αποδοχή τους. Συγκρίσεις μεταξύ οχημάτων συμβατικού και μη συμβατικού τύπου, πραγματοποιούνται τόσο σε θέματα τιμής αγοράς και οικονομίας καυσίμου, όσο και σε θέματα εύρους οδήγησης, τεχνικών χαρακτηριστικών και δικτύου υποδομών ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης. Μια διαφορετική προσέγγιση είναι αυτή που υποστηρίζει ότι η απόφαση αγοράς οχήματος φιλικότερου προς το περιβάλλον συνοδεύεται από έννοιες όπως η κοινωνική ευθύνη, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες, η ηθική κ.ά. Επιπλέον, πολιτικές προώθησης οχημάτων εναλλακτικών καυσίμου είναι πολύ σημαντικές. Όσον αφορά τις κοινωνικοοικονομικές και δημογραφικές μεταβλητές, τα αποτελέσματα παραμένουν διφορούμενα.

Σχετικά με τις μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν για την διερεύνηση αγοράς, η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων με χρήση ερωτηματολογίου είναι μια ενδεδειγμένη μέθοδος στις μελέτες αποδοχής του κοινού. Απαραίτητη είναι η συλλογή των δεδομένων από ένα επαρκές και αντιπροσωπευτικό δείγμα, το οποίο θα δηλώνει τις απόψεις του με ειλικρίνεια, με σύντομες και σαφείς απαντήσεις. Για αυτό το λόγο, οι έννοιες του ερωτηματολογίου οφείλουν να έχουν οριστεί επαρκώς ώστε να γίνονται εύκολα κατανοητές.

3. Μεθοδολογική Προσέγγιση

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Για τον σκοπό της παρούσας εργασίας εφαρμόστηκε η Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression) για την εξαγωγή ενός προτύπου επιλογής οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος της Λογιστικής Παλινδρόμησης, η εξαρτημένη μεταβλητή μετατράπηκε από κατηγορική μεταβλητή 5 σημείων (καθόλου πιθανό-δεν είναι στις προτιμήσεις μου, ίσως, πολύ πιθανό, σίγουρα θα είναι η επόμενη επιλογή μου, διαθέτω είδη αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο), σε κατηγορική 2 σημείων. Σε αυτή την περίπτωση, όταν επιθυμείται η πρόβλεψη της τιμής της, στην ουσία υπολογίζεται η πιθανότητα με την οποία η μεταβλητή θα λάβει κάποια συγκεκριμένη τιμή. Η τιμή της πιθανότητας αυτής, εξ' ορισμού, θα πρέπει να λαμβάνει τιμές μεταξύ του 0 και του 1. Στην περίπτωση της συγκεκριμένης εξαρτημένης μεταβλητής, 0 όταν είναι ελάχιστο ή και καθόλου πιθανό ο ερωτώμενος να αποκτήσει ένα όχημα εναλλακτικού καυσίμου και 1 όταν είναι πολύ πιθανό.

3.2 Διάγραμμα Ροής Εργασιών

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, ερευνήθηκε η πρόθεση των χρηστών να αποκτήσουν έστω ένα όχημα εναλλακτικού καυσίμου για την καθημερινή τους μετακίνηση.

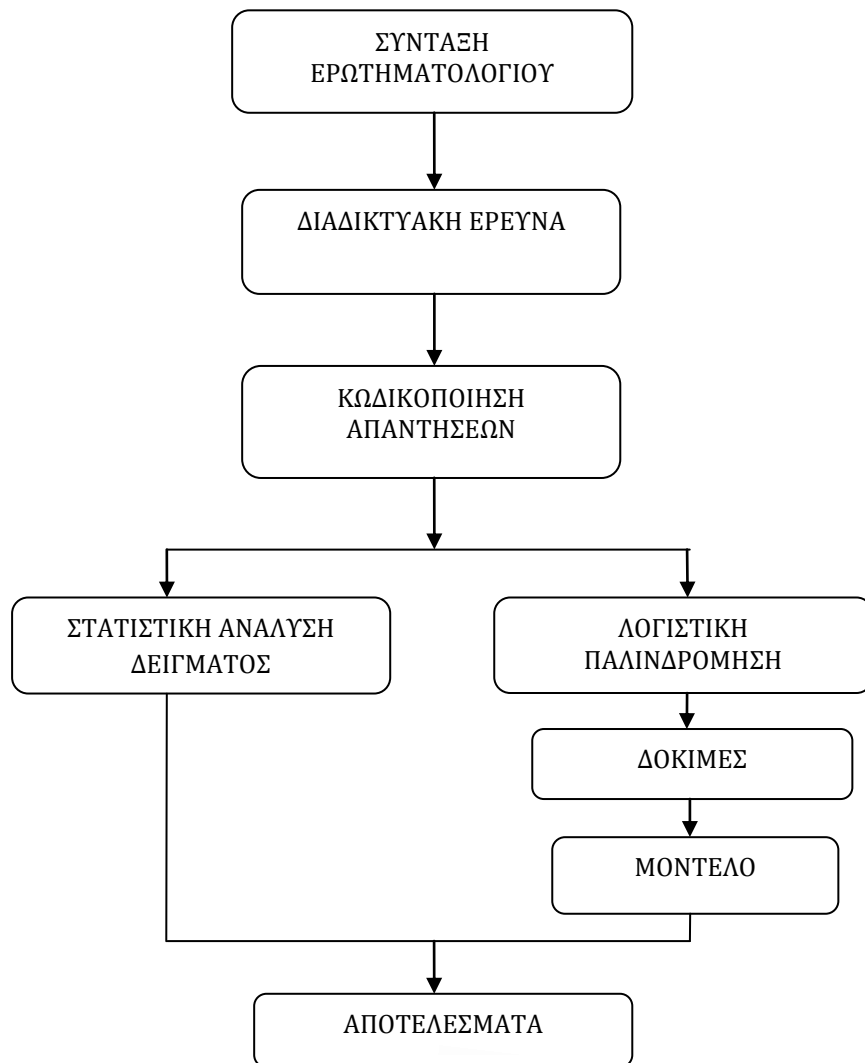
Συγκεκριμένα, συντάχθηκε ερωτηματολόγιο με το οποίο πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή έρευνα. Την έρευνα ακολούθησε η κωδικοποίηση των απαντήσεων, δηλαδή η δημιουργία της βάσης δεδομένων του μοντέλου που αναπτύχθηκε.

Προκειμένου να βρεθούν τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επιλογή του ερωτώμενου για την αγορά ή μη ενός οχήματος που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο κατασκευάστηκε ένα μοντέλο Λογιστικής Παλινδρόμησης το οποίο αναπτύχθηκε στη γλώσσα R και το περιβάλλον RStudio. Το RStudio είναι ένα δωρεάν και ανοικτού κώδικα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης γραμμένο σε R, μία γλώσσα προγραμματισμού για στατιστικούς υπολογισμούς και γραφήματα.

Ως εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου που δημιουργήθηκε ορίστηκε η ερώτηση: «Πόσο πιθανό θεωρείται πως είναι το να αποκτήσετε ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο;». Η ερώτηση αυτή λαμβάνει ως απάντηση τις τιμές 1 (καθόλου πιθανό, δεν είναι στις προτιμήσεις μου), 2 (Ίσως), 3(Πολύ πιθανό), 4(Σίγουρα θα είναι η επόμενη επιλογή μου), 5(Διαθέτω είδη αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο). Όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι ανεξάρτητες και λαμβάνουν ως τιμή τις πιθανές απαντήσεις, όπως αυτές διατυπώνονται στο ερωτηματολόγιο.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση τόσο των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την έρευνα, όσο και από την εφαρμογή του μοντέλου που δημιουργήθηκε.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε και περιγράφηκε παραπάνω παρουσιάζεται στο διάγραμμα ροής εργασιών (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν από τη σύνταξη του ερωτηματολογίου μέχρι την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

3.3 Έρευνα Ερωτηματολογίου

3.3.1 Διάρθρωση ερωτηματολογίου

Η διαδικτυακή έρευνα βασίστηκε σε ερωτηματολόγιο ευρωπαϊκής μελέτης την οποία διεξήγαγε ο Γερμανικός Οργανισμός Ενέργειας (DNA) και παρουσιάζεται σε έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με τίτλο: Consumer Survey and Test on Fuel Price Comparison Methodology, 2017. Στόχος της μελέτης ήταν να συλλέξει στοιχεία καταναλωτών τριών Ευρωπαϊκών χωρών, Γαλλίας, Γερμανίας και Ιταλίας, προκειμένου να εξηγήσει το επίπεδο συνειδητοποίησης και αντίληψης αυτών, ως προς τα εναλλακτικά καύσιμα. Για το λόγο αυτό, συγκεντρώθηκαν 3000 ερωτηματολόγια, τα οποία αποτύπωναν την άποψη των Ευρωπαίων πολιτών.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, στόχος είναι μέσω του ερωτηματολογίου να προσδιοριστεί το επίπεδο εξοικείωσης των Ελλήνων οδηγών με τα εναλλακτικά καύσιμα, να αποτυπωθεί η πρόθεσή τους για την απόκτηση οχήματος εναλλακτικού καυσίμου και ακολούθως να συγκριθούν τα αποτελέσματα αυτά με τα ήδη υπάρχοντα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί στην προαναφερθείσα Ευρωπαϊκή έρευνα.

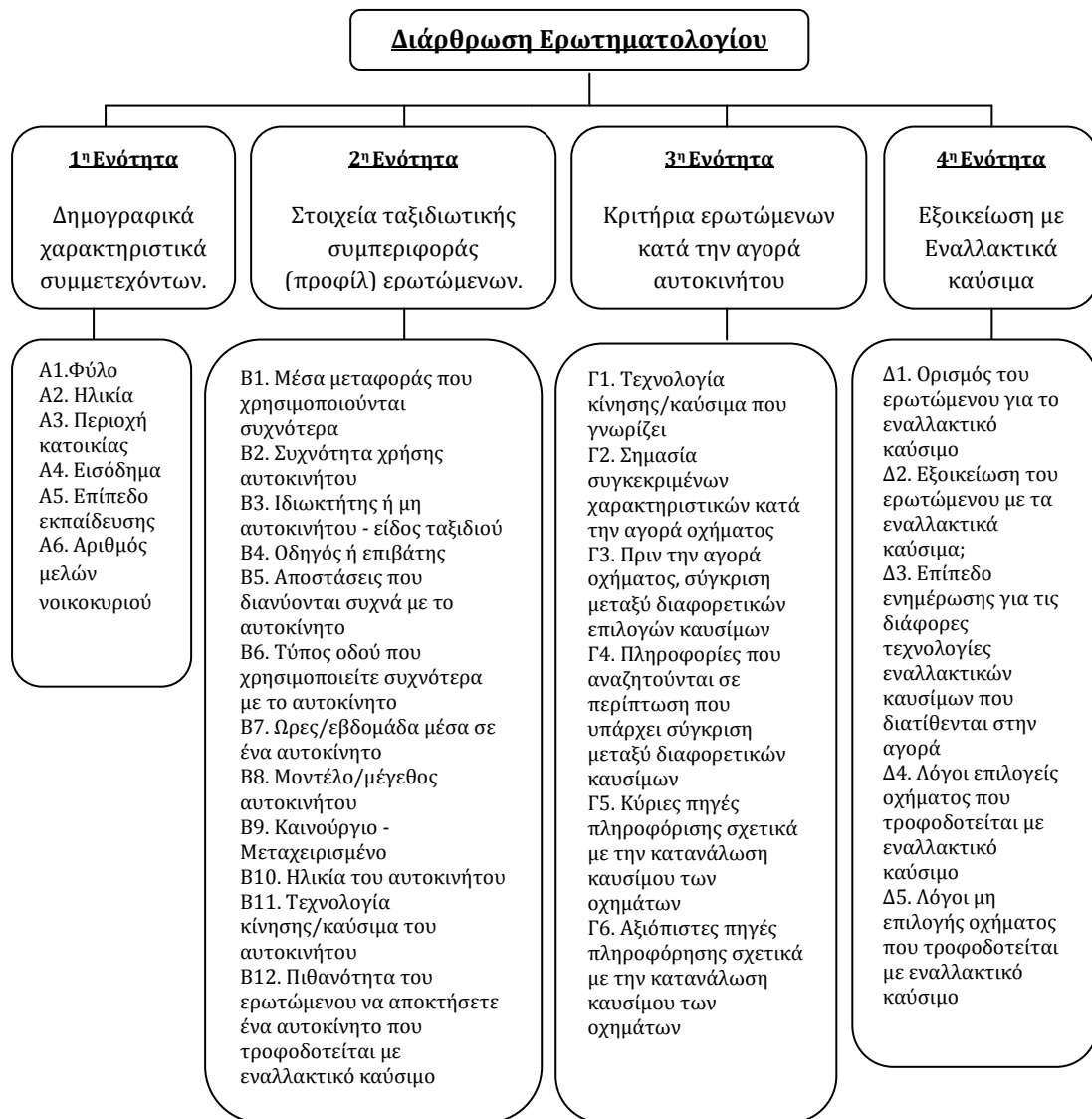
Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε τέσσερα επιμέρους τμήματα και αποτελείται συνολικά από 29 ερωτήσεις. Στο πρώτο τμήμα (ερωτήσεις Α1–Α6) ο ερωτώμενος καλείται να δώσει κάποια προσωπικά στοιχεία απαντώντας σε ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών που αφορούν το φύλο, την ηλικία, την περιοχή όπου κατοικεί, το εισόδημα, το επίπεδο εκπαίδευσης και τον αριθμό μελών του νοικοκυριού.

Στο δεύτερο τμήμα (ερωτήσεις Β1–Β12) αναζητείται η ταξιδιωτική συμπεριφορά του ερωτώμενου. Το τμήμα αυτό περιλαμβάνει ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών καθώς και ερωτήσεις διπολικού τύπου. Οι ερωτήσεις σχετίζονται με το μέσο μεταφοράς που χρησιμοποιεί, τη συχνότητα χρήσης του αυτοκινήτου, τον σκοπό χρήσης του οχήματος, τον ρόλο του ερωτώμενου κατά την διάρκεια του ταξιδιού (οδηγός-επιβάτης), τις αποστάσεις που διανύει, τον τύπο της οδού που διανύει πιο συχνά, τις ώρες/εβδομάδα χρήσης αυτοκινήτου. Όσον αφορά το όχημα που χρησιμοποιεί συχνότερα, αναζητείται ο τύπος του, αν είναι μεταχειρισμένο ή όχι, η ηλικία, ο τύπος καυσίμου αλλά και η πιθανότητα να επιλεγεί όχημα εναλλακτικού καυσίμου.

Στο τρίτο τμήμα (ερωτήσεις Γ1–Γ6) αναζητούνται τα κριτήρια και οι πηγές πληροφόρησης για την αγορά ενός αυτοκινήτου. Το τμήμα αυτό περιλαμβάνει ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών καθώς και ερωτήσεις διπολικού τύπου. Οι ερωτήσεις σχετίζονται με τις τεχνολογίες καυσίμου που γνωρίζουν, τα χαρακτηριστικά του οχήματος που λαμβάνουν υπόψιν τους καθώς και με τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών καυσίμων. Όσοι από τους συμμετέχοντες απάντησαν πως συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων, κλήθηκαν

να απαντήσουν επιπλέον για τις πληροφορίες που αναζητούν κυρίως σε αυτά (ερώτηση Γ4). Επιπλέον οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν για τις πηγές πληροφόρησης που χρησιμοποιούν και εμπιστεύονται περισσότερο σχετικά με τη κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων.

Το τέταρτο τμήμα (ερωτήσεις Δ1–Δ5) αποτελεί το βασικό κομμάτι της έρευνας, όπου ο ερωτώμενος καλείται να εκφράσει την άποψή του σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα. Τι είναι (ορισμός), πόσο εξοικειωμένος είναι με αυτά, πόσο ενημερωμένος, τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα που διαπιστώνει σε αυτά.



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν από τη σύνταξη του ερωτηματολογίου μέχρι την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Αρχικά αναζητείται το ποσοστό των ερωτηθέντων που είναι χρήστες- κάτοχοι αυτοκινήτου, μέσω πολλαπλών (διπολικών) ερωτήσεων, προκειμένου να συμπεριληφθούν στο δείγμα μόνο όσοι διαθέτουν δικό τους όχημα ή είναι χρήστες ενός ΙΧ.

Ο μέσος χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου είναι 8 λεπτά. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο Παράρτημα Α, όπως αυτό παρουσιάστηκε στους ερωτηθέντες.

3.3.2 Διεξαγωγή έρευνας

Ο κυριότερος στόχος της έρευνας ήταν να αποτυπώσει την πρόθεση των Ελλήνων οδηγών να αποκτήσουν στο άμεσο μέλλον αυτοκίνητο το οποίο θα τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή έρευνα κατά τη χρονική περίοδο 3 Μαΐου – 9 Ιουλίου 2018.

Για την εξασφάλιση της ομαλής διεξαγωγής της έρευνας, πραγματοποιήθηκε αρχικά πιλοτική έρευνα και το ερωτηματολόγιο ελέγχθηκε ως προς την μορφή του, τη γλώσσα του, τη σαφήνιά του, τη δυσκολία και την αξιοπιστία του. Έτσι αντιμετωπίστηκαν προβλήματα, καταγράφηκαν παρατηρήσεις και συγκεντρώθηκε εμπειρία για την πραγματοποίηση των απαραίτητων τροποποιήσεων, τεχνικής και συλλογικής φύσεως, ώστε να προκύψει το τελικό ερωτηματολόγιο. Κατόπιν, ακολούθησε η οριστική φάση της ηλεκτρονικής έρευνας που όπως προαναφέρθηκε διήρκησε 2 μήνες και συνέβαλε ουσιαστικά στην συγκρότηση της απαραίτητης βάσης δεδομένων, για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση και την εξαγωγή τελικά του μαθηματικού μοντέλου.

3.4 Συλλογή Ερωτηματολογίων και Προετοιμασία Βάσης Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω της υπηρεσίας Google forms και η στατιστική επεξεργασία της βάσης δεδομένων έγινε με τη χρήση των λογιστικών φύλλων της Microsoft Office Excel.

Το Google forms είναι από τα πιο εύχρηστα εργαλεία διαδικτυακής έρευνας μιας και το σημαντικότερο πλεονέκτημά του έγκειται στο γεγονός ότι η συλλογή των απαντήσεων-δεδομένων αποθηκεύεται αυτόματα σε κάποιο υπολογιστικό φύλλο (excel) και ακολουθεί μια πιο εύκολη και γρήγορη ανάλυση και στατιστική επεξεργασία δεδομένων.

Το Microsoft Excel έχει τα βασικά χαρακτηριστικά όλων των λογιστικών φύλλων, χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα κελιών διατεταγμένων σε αριθμημένες σειρές και στήλες για να οργανωθούν χειρισμοί δεδομένων όπως αριθμητικές πράξεις. Έχει πολλές παρεχόμενες λειτουργίες για να ανταποκριθεί σε στατιστικές, μηχανικές και οικονομικές ανάγκες. Επιπλέον, μπορεί να εμφανίζει δεδομένα ως γραφικές παραστάσεις, ιστογράμματα και γραφήματα και με πολύ περιορισμένη τρισδιάστατη γραφική απεικόνιση.

Συνολικά, από την έρευνα συγκεντρώθηκαν 679 ερωτηματολόγια σε συνολική διάρκεια έρευνας περίπου 10 εβδομάδων.

Κατά την κωδικοποίηση των απαντήσεων σε φύλλο excel, αφού συμπληρώθηκε ο κατάλληλος αριθμός ερωτηματολογίων και έγινε ο έλεγχος για την ορθότητα των απαντήσεων. Από τον έλεγχο ορθότητας, μόνο τα 548 κρίθηκαν αξιοποιήσιμα για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματική Εργασίας.

3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση

3.5.1 Γενικά

Η **Λογιστική Παλινδρόμηση** είναι μία τεχνική μελέτης και πρόβλεψης των τιμών μίας κατηγορικής εξαρτημένης μεταβλητής, που χρησιμοποιεί ποσοτικές και ποιοτικές μεταβλητές.

Δεδομένου ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι κατηγορική, όταν επιθυμείται η πρόβλεψη της τιμής της, στην ουσία υπολογίζεται η πιθανότητα με την οποία η μεταβλητή θα λάβει κάποια συγκεκριμένη τιμή. Η τιμή της πιθανότητας αυτής, εξ ορισμού, θα πρέπει να λαμβάνει τιμές μεταξύ του 0 και του 1. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, 0 όταν είναι ελάχιστο ή και καθόλου πιθανό ο ερωτώμενος να αποκτήσει ένα όχημα εναλλακτικού καυσίμου και 1 όταν είναι πολύ πιθανό.

Χαρακτηριστικό της Λογιστικής Παλινδρόμησης είναι ότι για τη σωστή εφαρμογή της απαιτείται μεγάλο δείγμα προκειμένου να παραχθεί αξιόπιστο αποτέλεσμα. Ένας εμπειρικός κανόνας αναφέρει ότι το δείγμα θα πρέπει να είναι 30 φορές μεγαλύτερο από τον αριθμό των παραμέτρων που εκτιμά το μοντέλο.

Η πιο διαδεδομένη έκφραση του μοντέλου Λογιστικής Παλινδρόμησης είναι:

$$\ln(odds) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p \quad (1)$$

Το αριστερό μέλος της παραπάνω εξίσωσης (1) περιέχει τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής με τη μορφή του λογαρίθμου του εκτιμώμενου λόγου πιθανοτήτων (odds), ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$odds = \frac{\text{Πιθανότητα}}{1 - \text{Πιθανότητα}} \Leftrightarrow \text{Πιθανότητα} = \frac{odds}{1 + odds} \quad (2)$$

Το δεξί μέλος της εξίσωσης (1) περιέχει ένα γραμμικό συνδυασμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμμετέχουν στο μοντέλο. Η τιμή των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ είναι αυτή που κάνει τις παρατηρηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής πιο πιθανές, βάση του σετ των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Λόγος των πιθανοτήτων έκβασης (odds ratio):

Ο λόγος των ευνοϊκών πιθανοτήτων έκβασης (OR) εκτιμά την πιθανότητα εκείνη που προκαλεί ένα γεγονός όταν αυτό συμβεί (ευνοϊκή έκβαση) προς την πιθανότητα να μην συμβεί.

Όταν $OR=1$ δεν παρατηρείται σημαντική προβλεπτική ικανότητα

Όταν $OR>1$ η πιθανότητα πρόβλεψης αυξάνεται

Όταν $OR<1$ η πιθανότητα πρόβλεψης μειώνεται

Για την εφαρμογή του μοντέλου της Λογιστικής Παλινδρόμησης έγινε χρήση του προγράμματος RStudio.

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

3.5.2 Αξιολόγηση προτύπων

Η δημιουργία ενός μοντέλου είναι μία διαδικασία δύο βημάτων. Αρχικά, το σύνολο των δεδομένων χωρίζεται σε δύο επιμέρους τμήματα το καθένα από τα οποία θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε ένα από τα βήματα. Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση/εκμάθηση του μοντέλου και ονομάζεται «training set».

Το υπόλοιπο δείγμα χρησιμοποιείται κατά το δεύτερο βήμα που είναι η αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου και ονομάζεται «validation set». Στη συγκεκριμένη περίπτωση το δείγμα χωρίστηκε σε ποσοστό 80% για την εκπαίδευση του μοντέλου και σε ποσοστό 20% για την αξιολόγηση αυτού.

Σε αυτό το βήμα χρησιμοποιούνται διάφορες μετρικές αξιολόγησης με κυριότερες τις εξής :

- Ορθότητα (Accuracy): Ορίζεται ως το ποσοστό των δειγμάτων ελέγχου που κατηγοριοποιούνται ορθά από το μοντέλο.
- Ακρίβεια (Precision): Ορίζεται ως το ποσοστό των δειγμάτων που το μοντέλο έχει κατηγοριοποιήσει ως θετικά και είναι πραγματικά θετικά.
- Ευαισθησία (Sensitivity): Το ποσοστό των θετικών δειγμάτων που κατηγοριοποιούνται σωστά.
- Εξειδίκευση (Specificity): Το ποσοστό των αρνητικών δειγμάτων που κατηγοριοποιούνται σωστά.

Για τον υπολογισμό των μετρικών αξιολόγησης χρησιμοποιείται ο πίνακας κατηγοριοποίησης (classification or confusion matrix). Με δεδομένες n κλάσεις, πρόκειται για ένα πίνακα $n \times n$ όπου κάθε στοιχείο του $C_{i,j}$ δείχνει τον αριθμό των πλειάδων που τοποθετήθηκαν στην κλάση C_j ενώ στην πραγματικότητα ανήκουν στην C_i . Ένας πίνακας σύγχυσης για δύο κλάσεις φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Πίνακας κατηγοριοποίησης δύο κλάσεων.

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ		
		ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΑΣΗ	ΝΑΙ	TP	FP	TP+FP
	ΌΧΙ	FN	TN	FN+TN
		TP+FN	FP+TN	D

Τα επιμέρους στοιχεία του Πίνακα 1 έχουν την εξής έννοια:

- TP (True Positive): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται θετικά και είναι πραγματικά θετικά.
- TN (True Negative): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται αρνητικά και είναι πραγματικά αρνητικά.
- FP (False Positive): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται θετικά ενώ είναι αρνητικά.
- FN (False Negative): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται αρνητικά ενώ είναι θετικά.

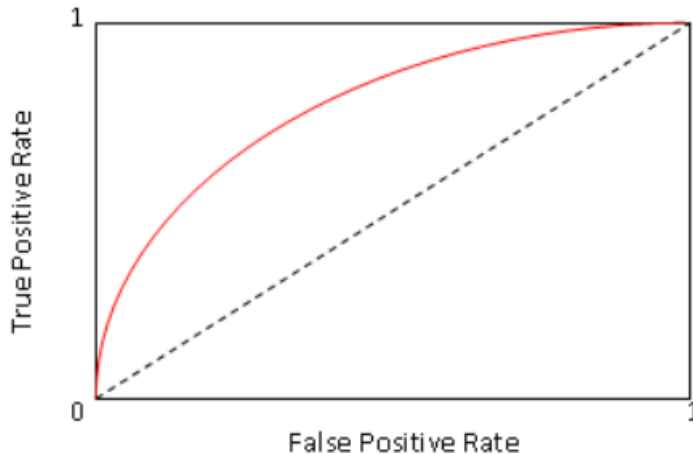
Με χρήση των παραπάνω μεγεθών υπολογίζονται οι μετρικές αξιολόγησης του μοντέλου από τους παρακάτω τύπους:

- Ορθότητα (Accuracy) $ACC = \frac{TP+TN}{D}$
- Ακρίβεια (Precision) $PPV = \frac{TP}{TP+FP}$
- Ευαισθησία (Sensitivity) $TPR = \frac{TP}{TP+FN}$
- Εξειδίκευση (Specificity) $SPC = \frac{TN}{FP+TN}$
- Ποσοστό εσφαλμένων προβλέψεων (False Positive Rate)
 $FPR = \frac{FP}{FP+TN} = 1 - SPC$
- Αρμονικό μέσο $FI = \frac{2TP}{2TP+FP+FN}$

Το αρμονικό μέσο τείνει να είναι πιο κοντά στο μικρότερο από τα TP και TN. Υψηλή τιμή σημαίνει πως και τα δύο είναι ικανοποιητικά μεγάλα.

Το ιδανικό μοντέλο θα είχε στον πίνακα σύγχυσης όλα τα στοιχεία που δεν ανήκουν στην κύρια διαγώνιο μηδενικά. Δηλαδή θα προέβλεπε το κάθε στοιχείο στην πραγματική του κλάση.

Η απόδοση ενός μοντέλου μπορεί να αναπαραχθεί από ένα σημείο στην καμπύλη ROC (Receiver Operating Curve) η οποία στον κάθετο άξονα έχει τις τιμές της ευαισθησίας του μοντέλου (TPR) και στον οριζόντιο άξονα τις τιμές $1 - SPC$ (FPR). Η επιφάνεια κάτω από την καμπύλη ROC είναι μετρική της ακρίβειας του μοντέλου (Εικόνα 14).



Εικόνα 14: Καμπύλη ROC

Στο σημείο (0,0) το μοντέλο προβλέπει ότι όλα τα στοιχεία ανήκουν στην αρνητική κλάση.

Στο σημείο (1,1) το μοντέλο προβλέπει ότι όλα τα στοιχεία ανήκουν στη θετική κλάση.

Το σημείο (0,1) είναι το ιδανικό σημείο, όπου το μοντέλο προβλέπει όλα στοιχεία στη σωστή κλάση.

Όσο πιο κοντά βρίσκεται η καμπύλη στη διαγώνιο τόσο λιγότερο ακριβές είναι το μοντέλο. Έτσι, οι καλοί ταξινομητές βρίσκονται όσο πιο κοντά στην πάνω αριστερή γωνία του διαγράμματος, ενώ καμπύλες κάτω από τη διαγώνιο δείχνουν ότι η πρόβλεψη είναι αντίθετη της πραγματικής κλάσης.

3.5.3 Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Η ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis) αφορά μια διαδικασία για τον υπολογισμό των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως όταν στόχος είναι ο συσχετισμός μιας εξαρτημένης μεταβλητής με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Ως εκ τούτου δίνεται η δυνατότητα κατανόησης του τρόπου που μια τυπική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής επηρεάζεται όταν οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη Λογιστική Παλινδρόμηση, δηλαδή για την περιγραφή του μοντέλου που θα δημιουργηθεί, αρχικά εξετάζεται η στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών και στη συνέχεια η λογική ερμηνεία των προσήμων. 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.

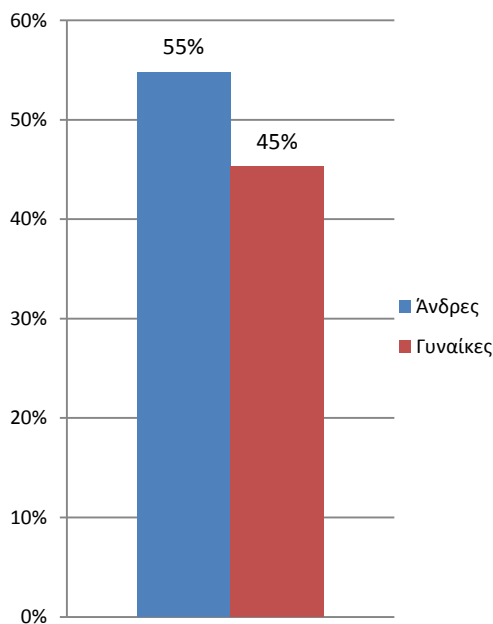
4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

4.1 Γενικά

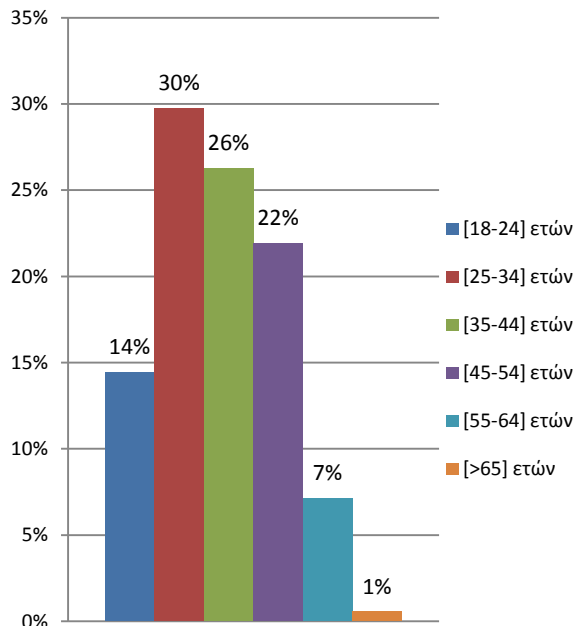
Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων είναι 679, εκ των οποίων, ύστερα από εκκαθάριση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν, οι 548 ικανοποιούσαν τις απαιτήσεις της έρευνας και αξιοποιήθηκαν για την στατιστική ανάλυση του δείγματος. Απαραίτητο για την πραγματοποίηση της έρευνας ήταν οι συμμετέχοντες να είναι άνω των 18 ετών, οδηγοί και να χρησιμοποιούν το αυτοκίνητο τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα. Σε κάθε άλλη περίπτωση, η διαδικασία ακυρωνόταν και στοιχεία τους δεν λαμβάνονταν υπόψιν. Τέλος, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής έλεγχος προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα του δείγματος.

4.2 Δημογραφικά Χαρακτηριστικά Συμμετεχόντων

Από την ανάλυση των δημογραφικών χαρακτηριστικών των ερωτηθέντων προκύπτει πως στην πλειοψηφία τους οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι άνδρες (Διάγραμμα 3) και άτομα ηλικίας 25-54 ετών (Διάγραμμα 4).



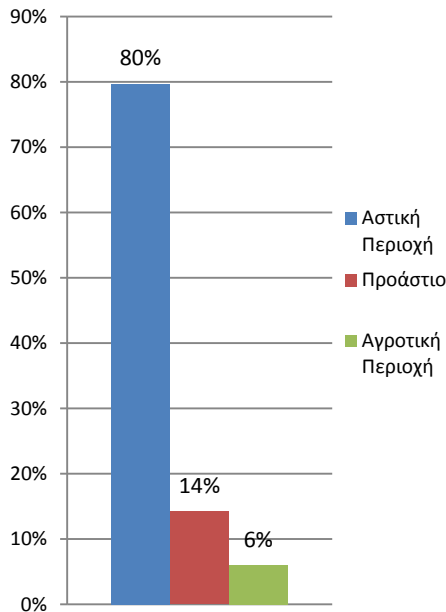
Διάγραμμα 3: Ποσοστό συμμετεχόντων ανά φύλο.



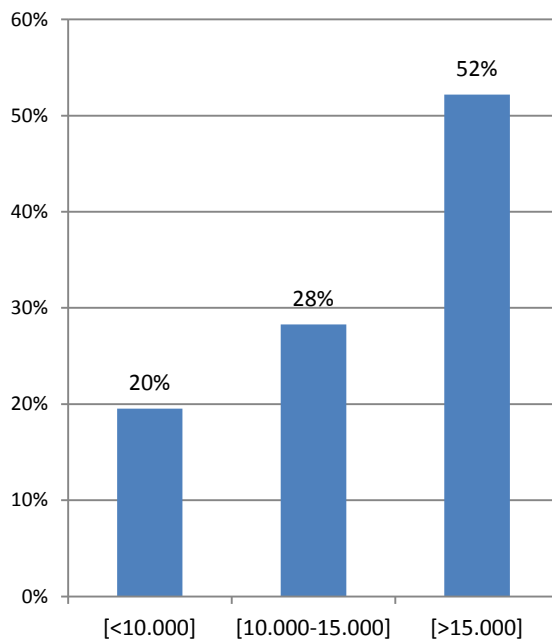
Διάγραμμα 4: Κατανομή του δείγματος με βάση την ηλικία (έτη).

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

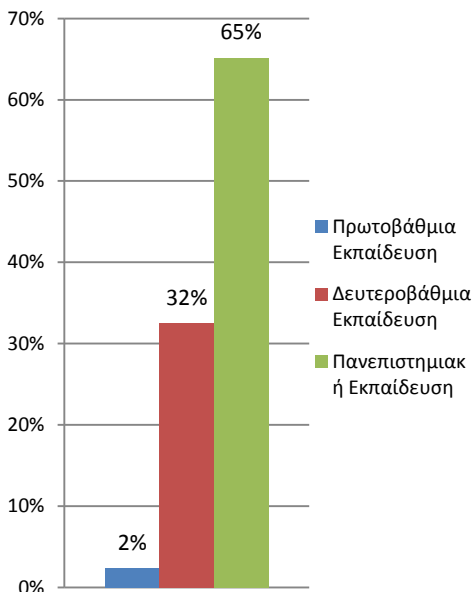
Οι περισσότεροι κατοικούν σε αστική περιοχή (Διάγραμμα 5), με οικογενειακό καθαρό εισόδημα που ξεπερνά τα 15.000 ευρώ το χρόνο (Διάγραμμα 6) και έχουν πανεπιστημιακή εκπαίδευση (Διάγραμμα 7). Κατά βάση το πλήθος των ατόμων που κατοικούν στο ίδιο σπίτι είναι 4 μέλη σε ποσοστό 34% (Διάγραμμα 8).



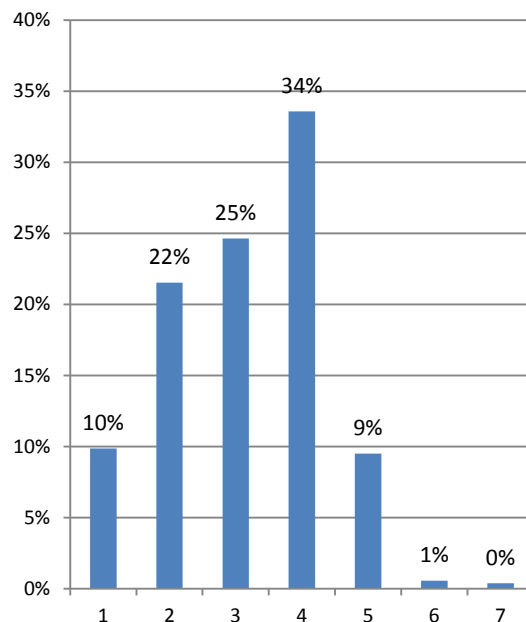
Διάγραμμα 5: Κατανομή του δείγματος με βάση την περιοχή που ζουν.



Διάγραμμα 6: Ποσοστό που αντιστοιχεί στο ετήσιο καθαρό εισόδημα του νοικοκυριού των ερωτώμενων (Ευρώ).



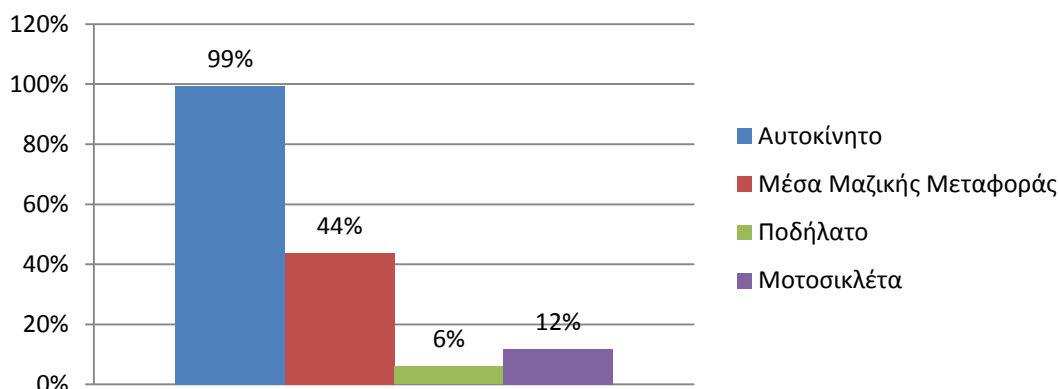
Διάγραμμα 7: Κατανομή του δείγματος με βάση το ανώτερο επίπεδο εκπαίδευσης των συμμετεχόντων.



Διάγραμμα 8: Κατανομή του δείγματος με βάση το μέγεθος του νοικοκυριού, συμπεριλαμβανομένων των ιδίων.

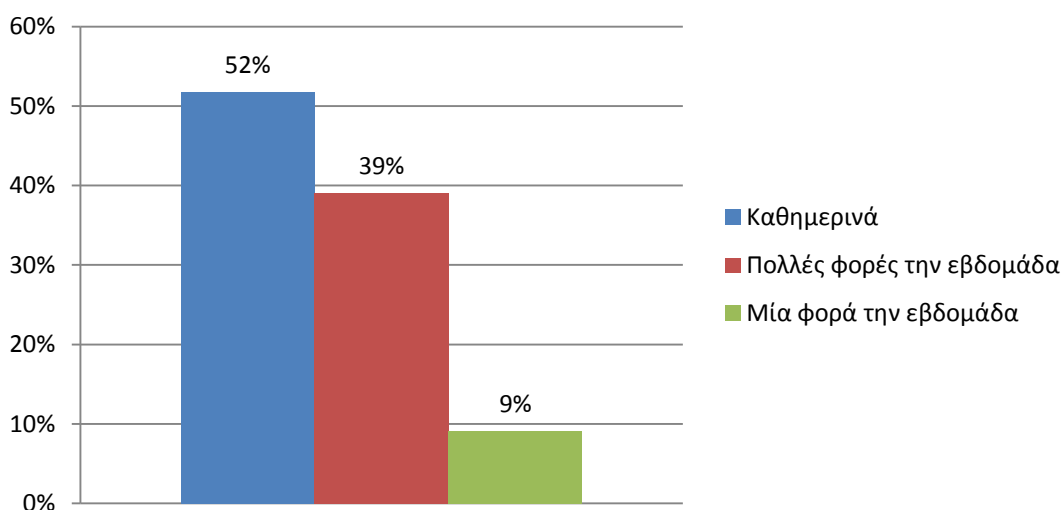
4.3 Προφίλ Μετακίνησης Ερωτώμενων

Σύμφωνα με την ανάλυση των συνηθειών μετακίνησης των ερωτώμενων προκύπτει ότι το 99% από αυτούς χρησιμοποιεί κυρίως το Ι.Χ. ως μέσο μετακίνησης ενώ μόλις το 44% κάνει συχνή χρήση και των μέσων μαζικής μεταφοράς (Διάγραμμα 9).



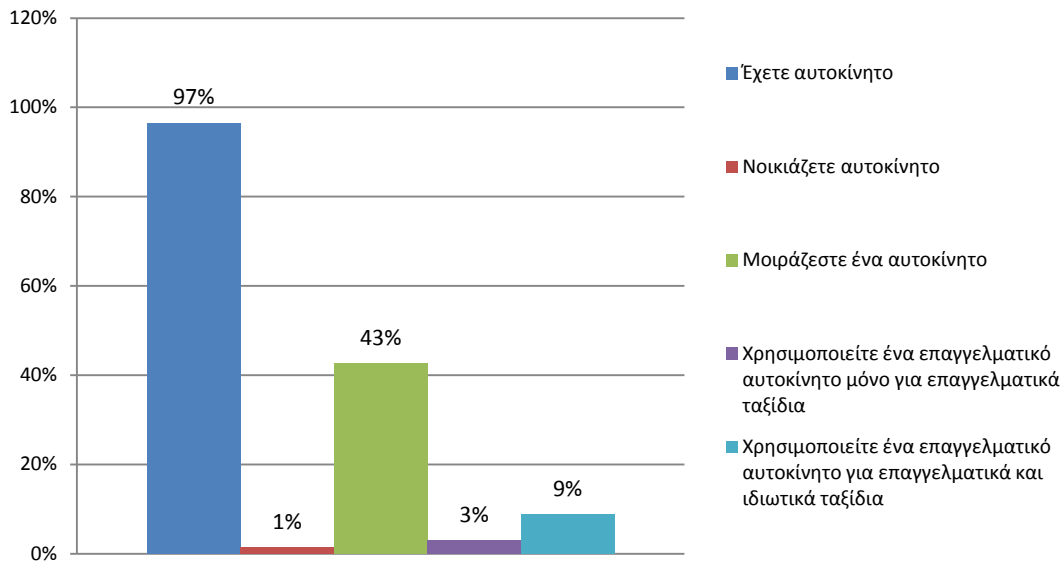
Διάγραμμα 9: Ποσοστό που αντιστοιχεί στα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιούν συχνότερα οι συμμετέχοντες στην έρευνα (η επιλογή μπορεί να γίνει για ένα ή περισσότερα μέσα).

Με βάση το Διάγραμμα 10, παρατηρείται πως το 52% χρησιμοποιεί Ι.Χ. για τις μετακινήσεις του, καθημερινά. Κρίνεται σκόπιμο να σημειωθεί πως το 97% από αυτούς έχει στην ιδιοκτησία του ένα τουλάχιστον αυτοκίνητο και το 43% το μοιράζεται (Διάγραμμα 11).



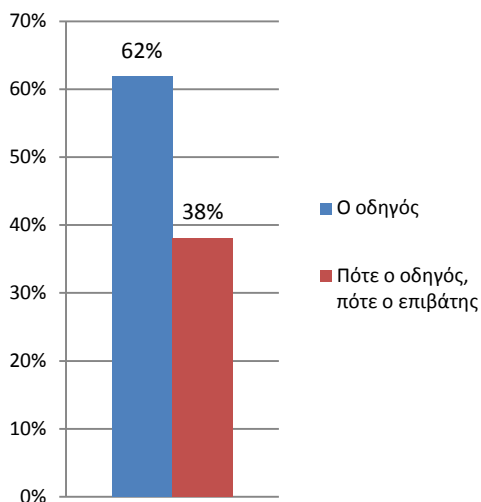
Διάγραμμα 10: Κατανομή του δείγματος με βάση την συχνότητα χρήσης του αυτοκινήτου.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

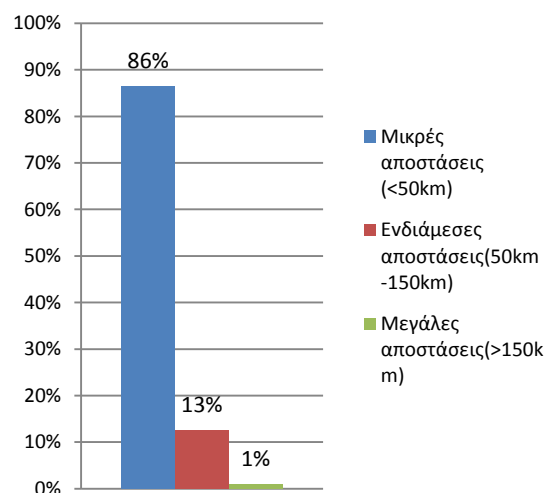


Διάγραμμα 11: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον τύπο ιδιοκτησίας και χρήσης του αυτοκινήτου των ερωτώμενων.

Οι περισσότεροι εκ των ερωτηθέντων με ποσοστό 62% είναι συνήθως οι οδηγοί όταν χρησιμοποιούν ΙΧ για τα ταξίδια τους (Διάγραμμα 12), διανύουν μικρές αποστάσεις (<50km) σε ποσοστό 86% (Διάγραμμα 13), κυρίως σε αστικές/προαστιακές περιοχές (Διάγραμμα 14) και ξοδεύουν κατά μέσο όρο 2 έως 5 ώρες την εβδομάδα μέσα στο αυτοκίνητο (Διάγραμμα 15).

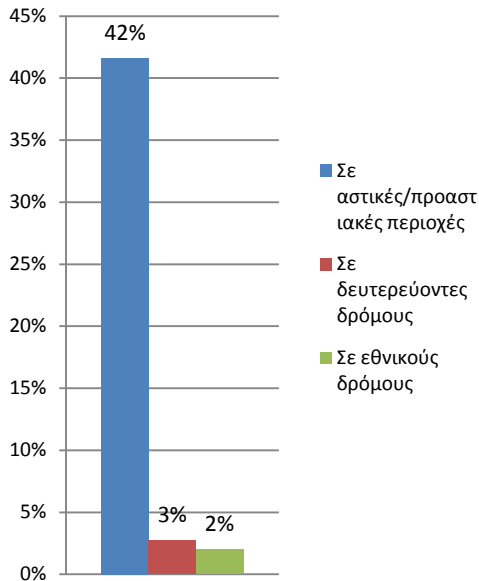


Διάγραμμα 12: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον ρόλο των συμμετεχόντων κατά την διάρκεια ενός ιδιωτικού ταξιδιού.

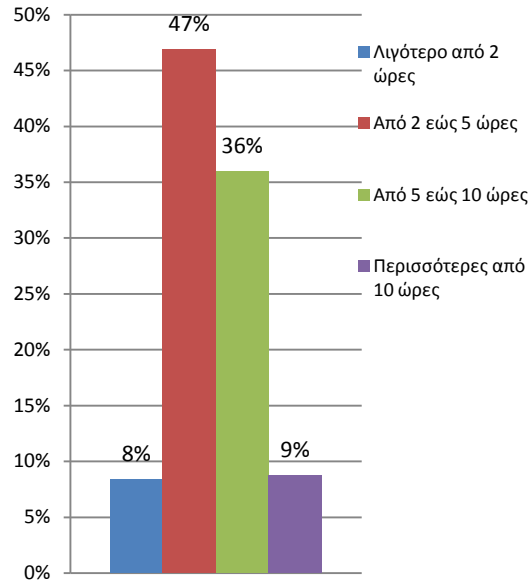


Διάγραμμα 13: Κατανομή του δείγματος με βάση τις αποστάσεις που διανύουν πιο συχνά οι ερωτώμενοι με το αυτοκίνητο.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

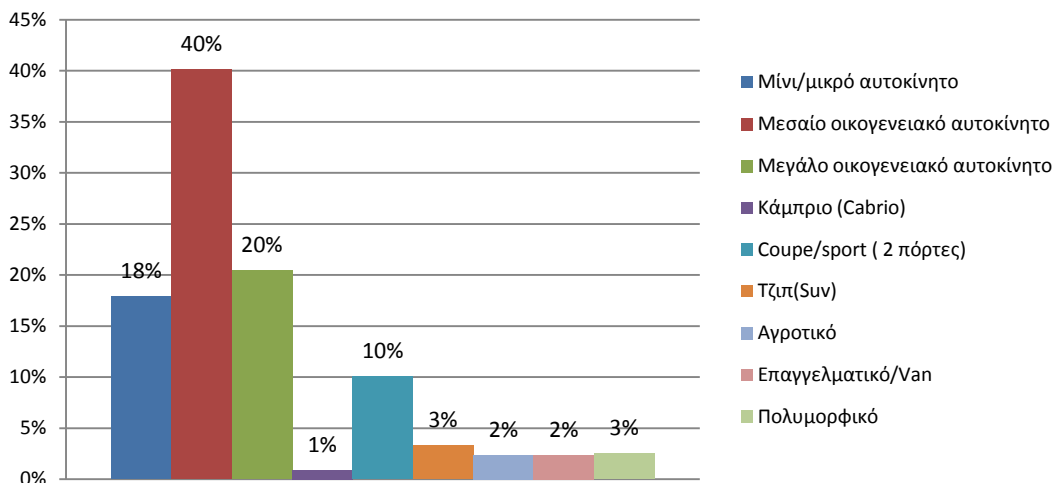


Διάγραμμα 14: Κατανομή του δείγματος με βάση τις περιοχές/δρόμους όπου οι συμμετέχοντες κινούνται συχνότερα με το αυτοκίνητό τους.



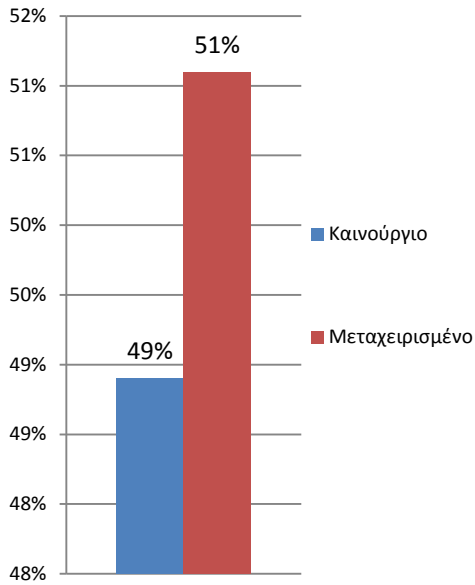
Διάγραμμα 15: Ποσοστό που αντιστοιχεί στις ώρες που κατά μέσο όρο ξοδεύει ο ερωτώμενος μέσα στο αυτοκίνητο κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας

Στη συνέχεια διαπιστώνεται πως το μοντέλο/μέγεθος αυτοκινήτου που οδηγούν οι περισσότεροι είναι τύπος μεσαίου οικογενειακού (Διάγραμμα 16), ενώ τα οχήματα που προτιμούν είναι μεταχειρισμένα σε ποσοστό 51% (Διάγραμμα 17), ηλικίας 5 έως 10 ετών (Διάγραμμα 18).

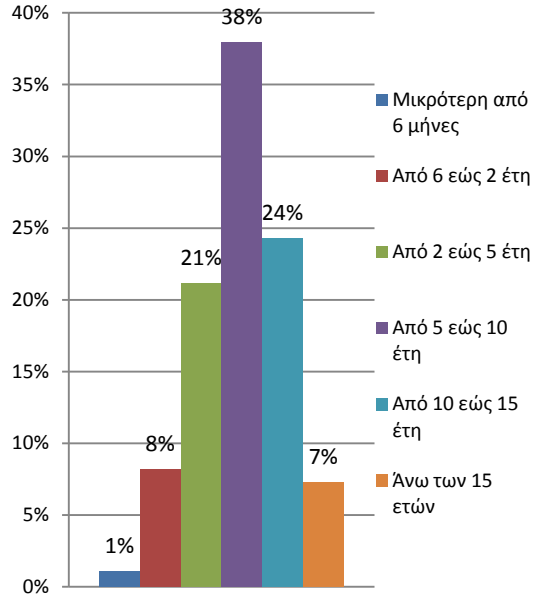


Διάγραμμα 16: Κατανομή των συμμετεχόντων με βάση το μοντέλο/μέγεθος αυτοκινήτου που οδηγούν πιο συχνά.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

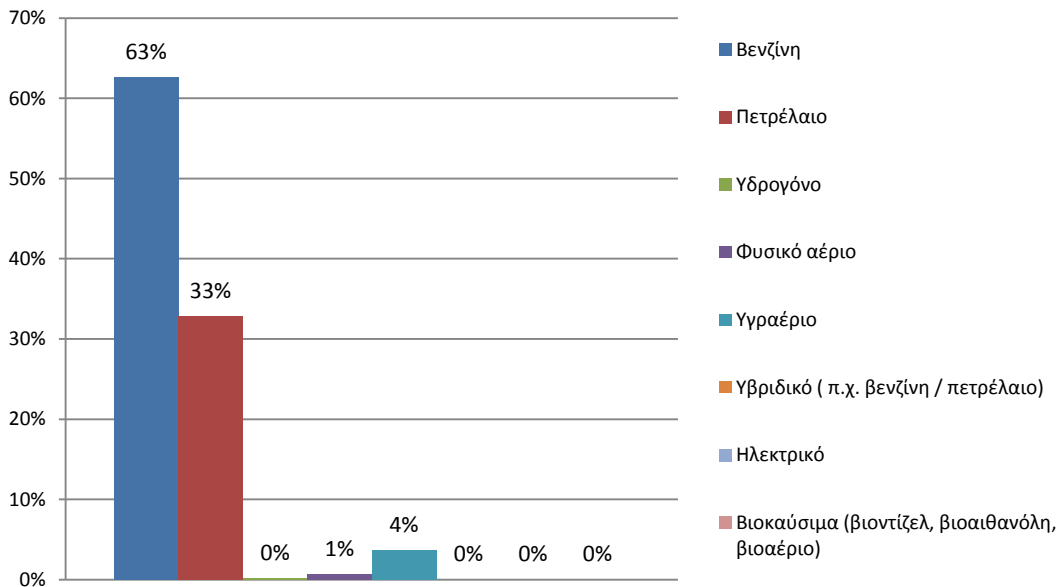


Διάγραμμα 17: Ποσοστό των οχημάτων που αγοράστηκαν καινούργια, έναντι αυτών που αγοράστηκαν μεταχειρισμένα.



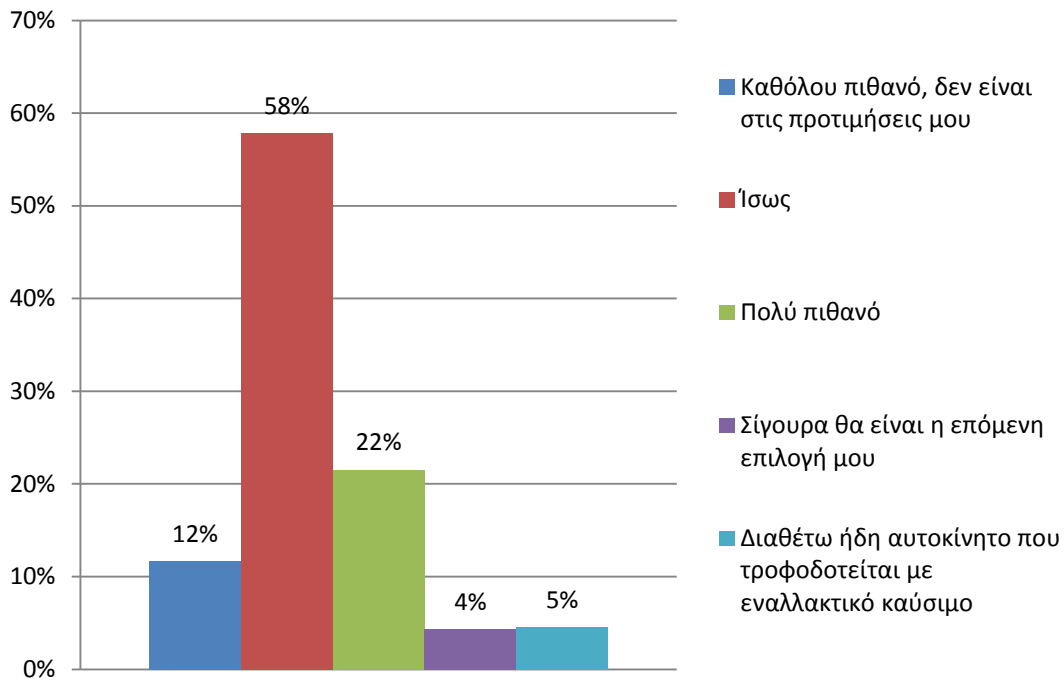
Διάγραμμα 18: Κατανομή με βάση την ηλικία του αυτοκινήτου που χρησιμοποιούν συχνότερα οι συμμετέχοντες.

Ακόμα, οι περισσότεροι εκ των ερωτώμενων χρησιμοποιούν βενζινοκίνητα αυτοκίνητα (Διάγραμμα 19), ενώ το 58% από αυτούς θεωρεί πως ίσως στο μέλλον αποκτήσει ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο (Διάγραμμα 20).



Διάγραμμα 19: Ποσοστό που αντιστοιχεί στην τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που χρησιμοποιούν οι ερωτώμενοι για να τροφοδοτήσουν το αυτοκίνητό τους.

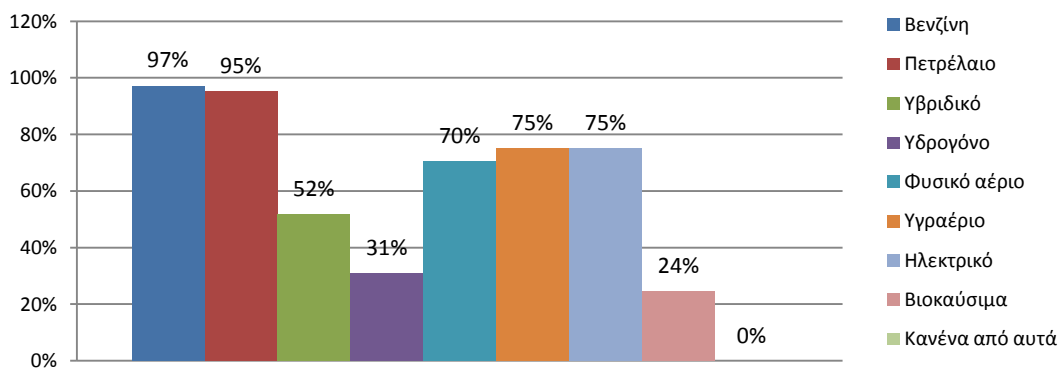
4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο



Διάγραμμα 20: Κατανομή των ερωτώμενων με βάση την πιθανότητα να αποκτήσουν αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.

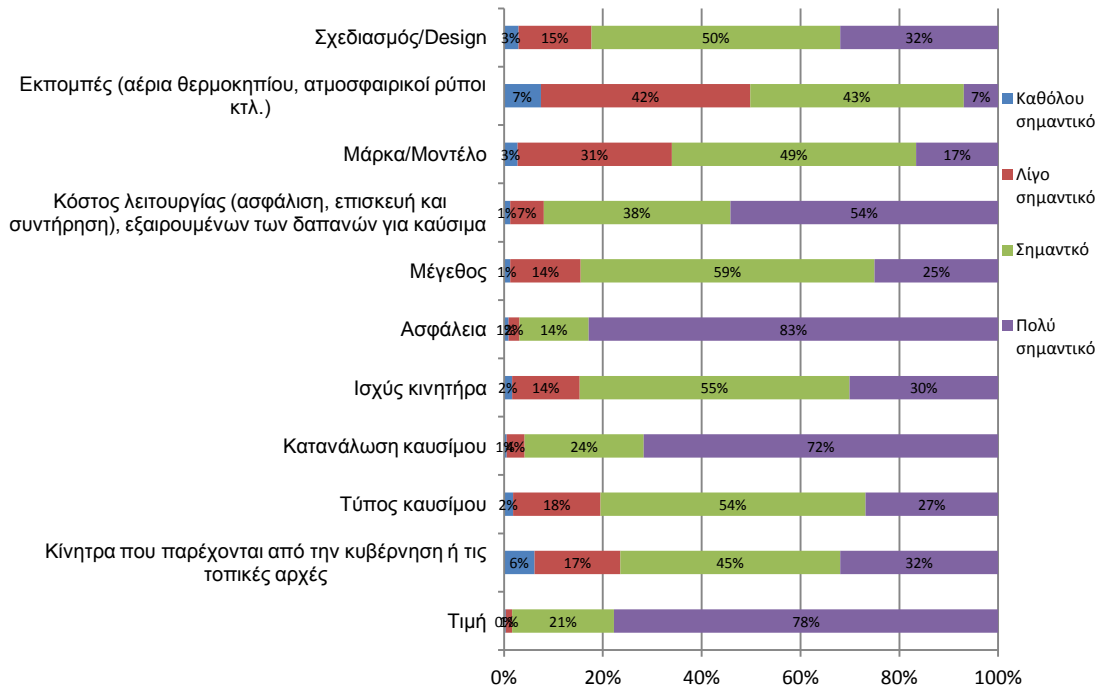
4.4 Κριτήρια Επιλογής Κατά την Αγορά Οχήματος

Τα καύσιμα που γνωρίζουν οι περισσότεροι συμμετέχοντες είναι η βενζίνη και το πετρέλαιο, ενώ από την κατηγορία των εναλλακτικών καυσίμων γνωρίζουν το υγραέριο και τα ηλεκτρικά οχήματα (Διάγραμμα 21). Ως πολύ σημαντικό κριτήριο για την επιλογή οχήματος θεωρείται πως είναι η ασφάλεια σε ποσοστό 83%, η τιμή αγοράς σε ποσοστό 78% καθώς και η κατανάλωση καυσίμου σε ποσοστό 72% (Διάγραμμα 22).



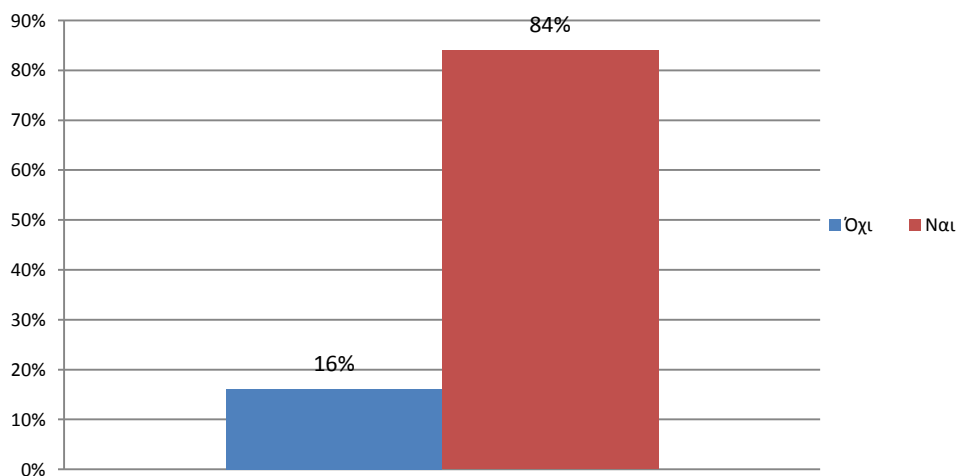
Διάγραμμα 21: Ποσοστό που αντιστοιχεί στην τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που γνωρίζουν οι συμμετέχοντες στην έρευνα. (Δυνατότητα πολλαπλών επιλογών).

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο



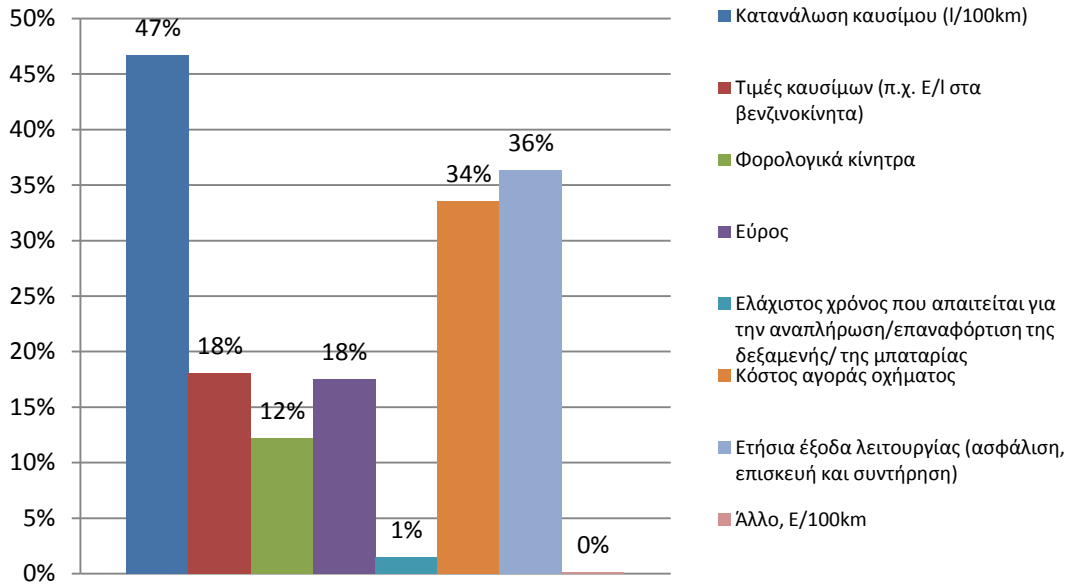
Διάγραμμα 22: Κατανομή του δείγματος με βάση την σπουδαιότητα των παραπάνω χαρακτηριστικών κατά την διάρκεια αγοράς ενός οχήματος.

Επιπλέον ο μεγαλύτερος αριθμός συμμετεχόντων συγκρίνει τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων (Διάγραμμα 23), με τις πληροφορίες που αναζητούν οι περισσότεροι να είναι η κατανάλωση καυσίμου, τα ετήσια έξοδα λειτουργίας και το κόστος αγοράς του οχήματος (Διάγραμμα 24).



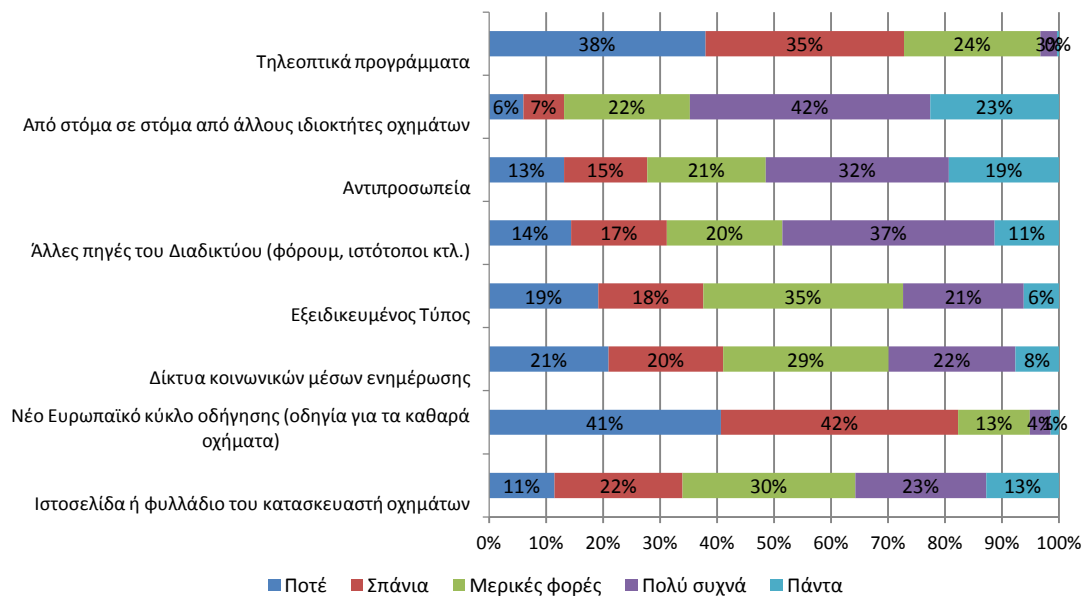
Διάγραμμα 23: Ποσοστό των συμμετεχόντων που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο



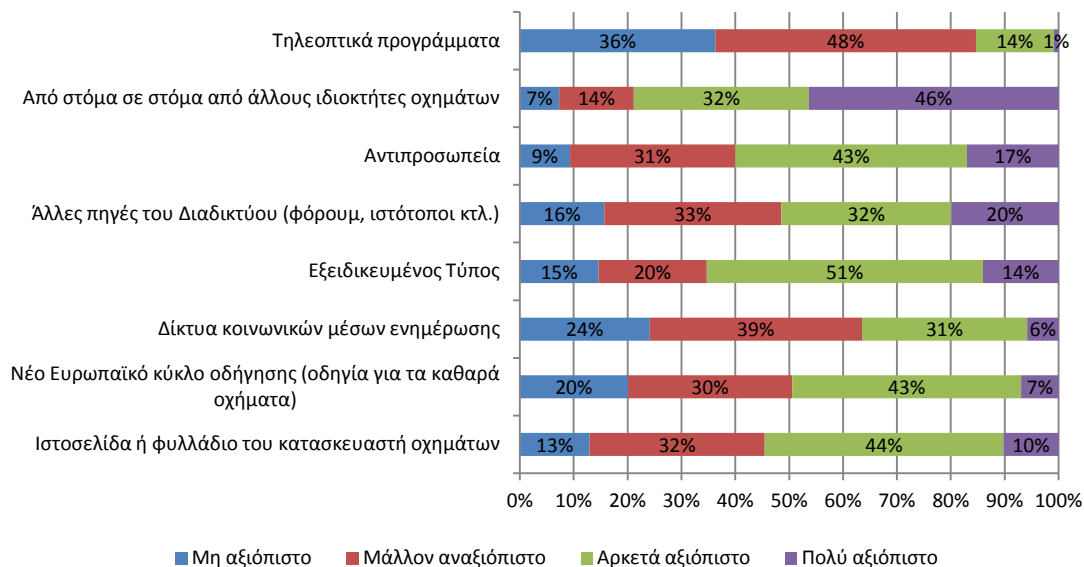
Διάγραμμα 24: Κατανομή του δείγματος με βάση τις πληροφορίες που αναζητούν περισσότερο οι συμμετέχοντες, σε περίπτωση που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα.

Η πηγή πληροφόρησης που χρησιμοποιούν και εμπιστεύονται οι περισσότεροι σχετικά με τη κατανάλωση καυσίμου είναι η ενημέρωση από στόμα σε στόμα από άλλους ιδιοκτήτες, ενώ τα τηλεοπτικά προγράμματα φαίνεται πως είναι τα πιο αναξιόπιστα (Διάγραμμα 25 και Διάγραμμα 26 αντίστοιχα).



Διάγραμμα 25: Κατανομή του δείγματος με βάση τις πηγές πληροφόρησης που χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες, για την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων.

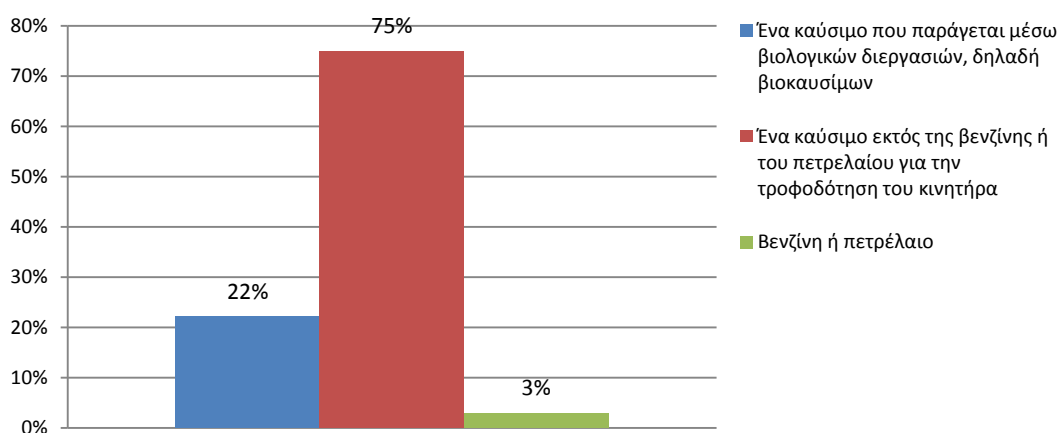
4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο



Διάγραμμα 26: Κατανομή του δείγματος με βάση τις πηγές πληροφόρησης που εμπιστεύονται περισσότερο οι συμμετέχοντες, για την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων.

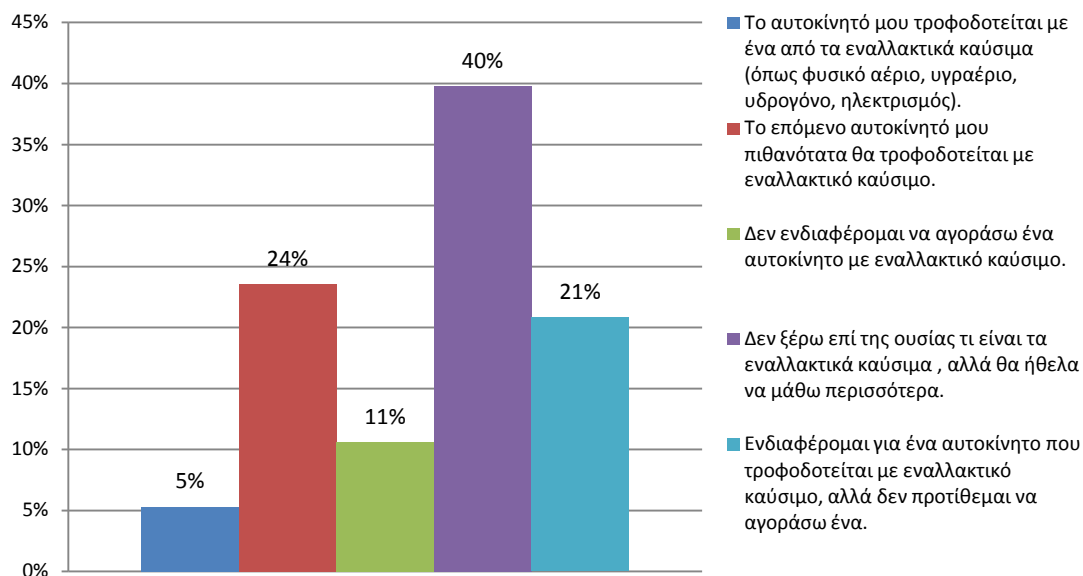
4.5 Εξοικείωση με Εναλλακτικά Καύσιμα

Ως εναλλακτικό καύσιμο, το 75% των ερωτώμενων ορθά ορίζει κάθε καύσιμο εκτός της βενζίνης ή του πετρελαίου που χρησιμοποιείται για την τροφοδότηση του κινητήρα (Διάγραμμα 27). Το 40% θεωρεί πως δεν γνωρίζει επί της ουσίας τι είναι το εναλλακτικό καύσιμο ενώ μόλις το 24% πιστεύει πως είναι πιθανόν το επόμενο αυτοκίνητό του να τροφοδοτείται με αυτού του είδους την τεχνολογία κίνησης (Διάγραμμα 28).



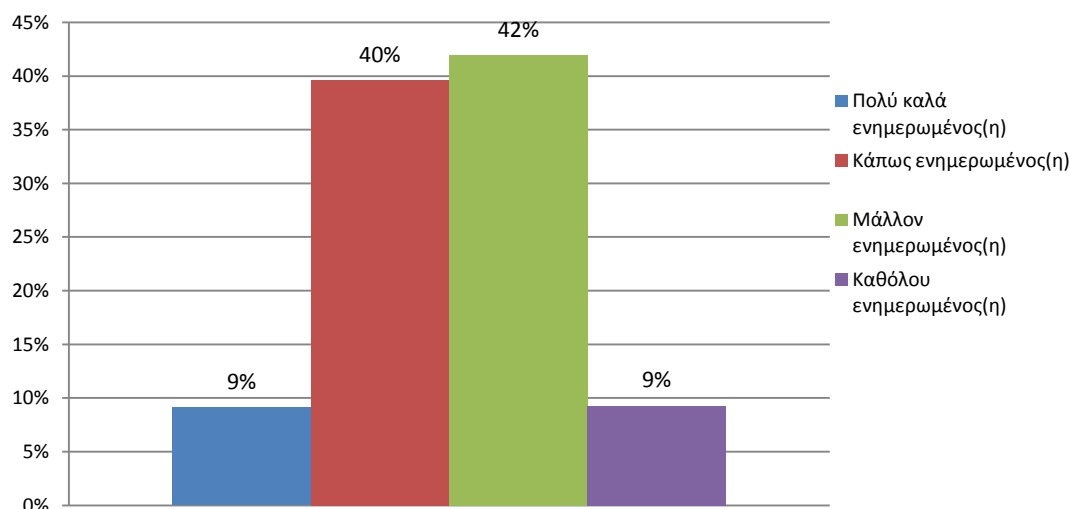
Διάγραμμα 27: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον ορισμό που δίνουν οι ερωτώμενοι για το εναλλακτικό καύσιμο.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο



Διάγραμμα 28: Κατανομή των ερωτώμενων με βάση την γενικότερη άποψή τους απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα.

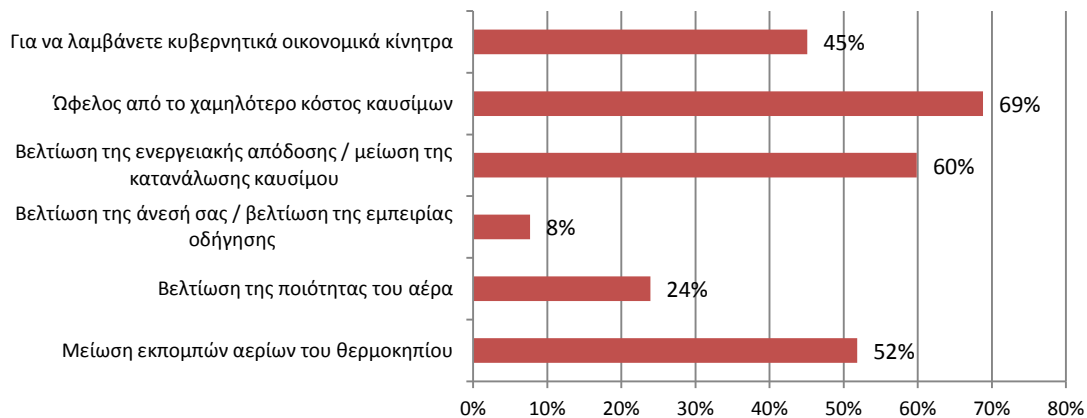
Επιπλέον οι περισσότεροι εκ των ερωτώμενων πιστεύουν πως είναι μάλλον ενημερωμένοι για τις διαφορετικές τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά (Διάγραμμα 29).



Διάγραμμα 29: Κατανομή του δείγματος με βάση το επίπεδο ενημέρωσης των συμμετεχόντων, για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

Οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους οι συμμετέχοντες στην έρευνα θα επέλεγαν ένα όχημα που τροφοδοτείται με τέτοιου είδους καύσιμο είναι το όφελος από το χαμηλότερο κόστος καυσίμων καθώς και η μειωμένη κατανάλωση καυσίμου (Διάγραμμα 30).



Διάγραμμα 30: Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.

Αντίθετα, δεν θα επέλεγαν ένα τέτοιου τύπου όχημα λόγω υψηλότερης τιμής, ανεπαρκούς εμβέλειας καθώς και έλλειψης υποδομής ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης (Διάγραμμα 31).



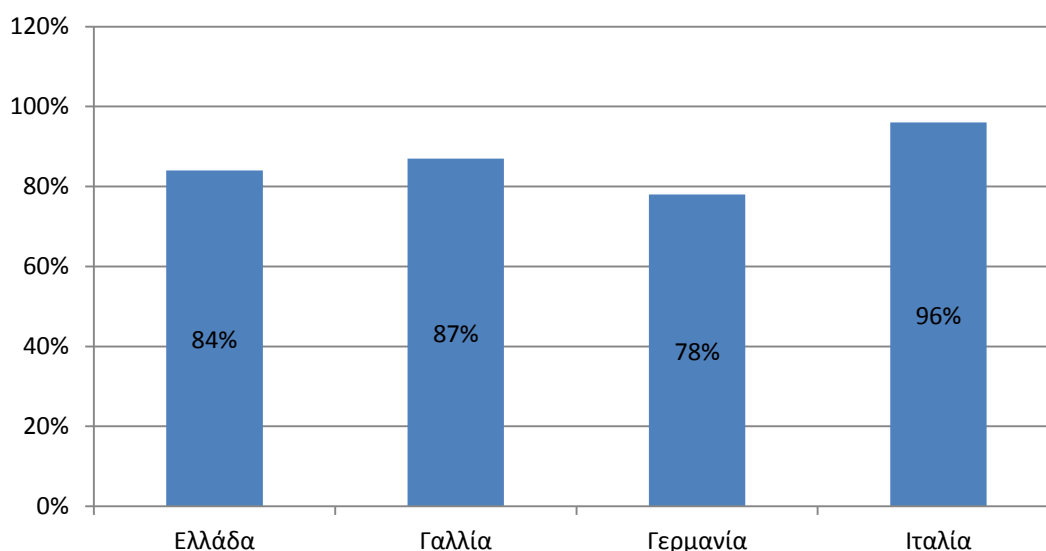
Διάγραμμα 31 : Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι δε θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.

4.6 Συγκριτική Αξιολόγηση

Παρακάτω παρουσιάζεται μια συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ της παρούσας έρευνας στην Ελλάδα και έρευνας καταναλωτών (με συνεντεύξεις) που διεξήχθη σε Γαλλία, Γερμανία και Ιταλία με συμμετοχή 3.000 ερωτηθέντων (περίπου 1.000 ερωτηθέντες σε κάθε χώρα), η οποία χρησιμεύει ως βάση για την ανάλυση της άποψης των ευρωπαϊών καταναλωτών σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα (Consumer Survey and Test on Fuel Price Comparison Methodology, Final Report, MOVE/B4/2016-684). Αυτές οι τέσσερις χώρες καλύπτουν σχεδόν το ήμισυ του συνολικού πληθυσμού της ΕΕ και μπορούν να θεωρηθούν ώριμες όταν πρόκειται για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων.

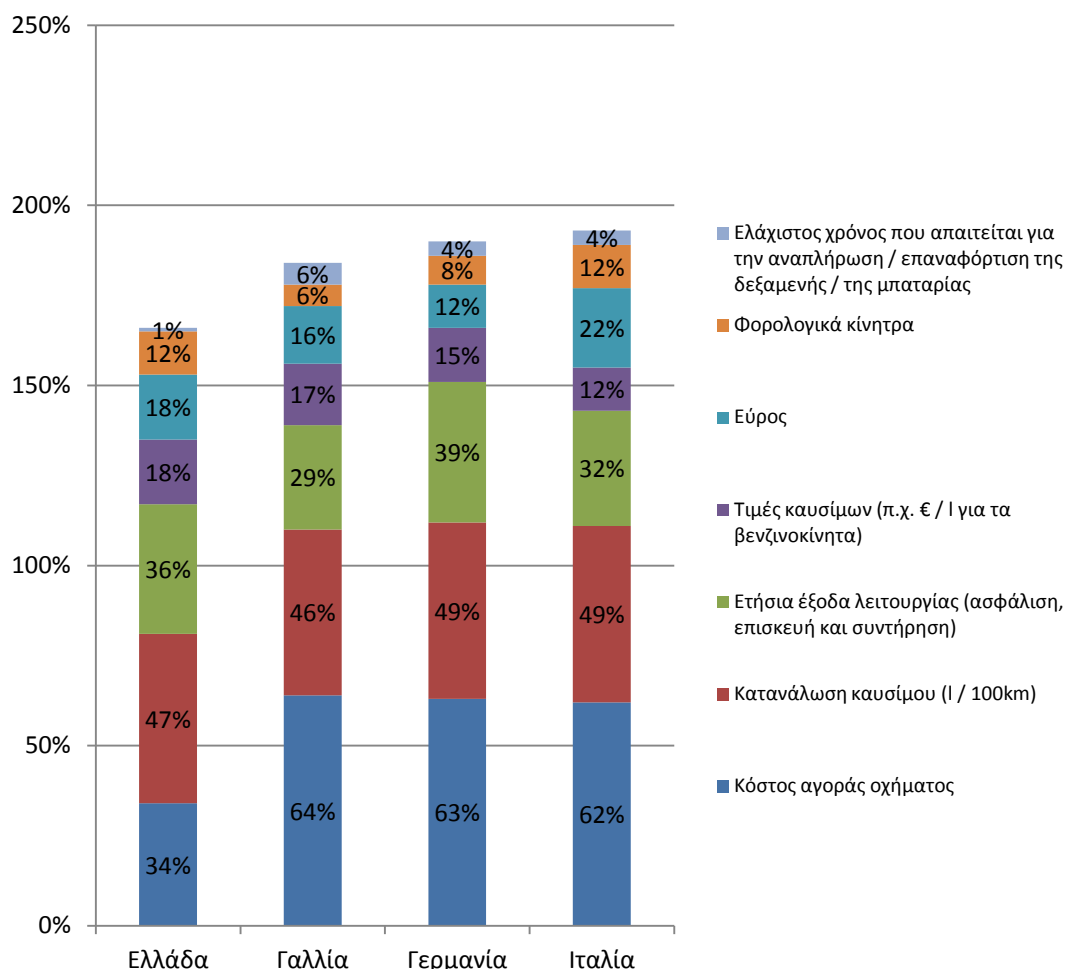
Από την συγκριτική αξιολόγηση των απαντήσεων σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία προκύπτει ότι κατά την αγορά ενός αυτοκινήτου η κατανάλωση καυσίμου αποτελεί βασικό κριτήριο (Διάγραμμα 22). Στα αποτελέσματα και των τεσσάρων χωρών, η κατανάλωση καυσίμων κατατάσσεται στην τρίτη θέση μετά την τιμή και την ασφάλεια του οχήματος. Οι Ιταλοί ερωτηθέντες τείνουν να δίνουν μεγαλύτερη προσοχή στις εκπομπές των οχημάτων και στα κίνητρα, ενώ οι Γάλλοι καταναλωτές συνδέονται περισσότερο με το εμπορικό σήμα των αυτοκινήτων.

Σχεδόν όλοι οι ερωτηθέντες συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα αυτοκίνητο (Διάγραμμα 32). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τους Ιταλούς, οι οποίοι τείνουν κατά 96% να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με τις διάφορες επιλογές καυσίμων πριν από την αγορά οχημάτων.



Διάγραμμα 32: Κατανομή του δείγματος σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση τα ποσοστά των οδηγών που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα.

Αυτοί που επιλέγουν την σύγκριση καυσίμων, επικεντρώνονται κυρίως στην σύγκριση του κόστους αγοράς των οχημάτων και της κατανάλωσης καυσίμων (Διάγραμμα 33). Οι Γερμανοί καταναλωτές δίνουν επίσης προσοχή στα ετήσια έξοδα λειτουργίας (39%), ενώ οι Ιταλοί ανταποκρίνονται περισσότερο στο εύρος οδήγησης των οχημάτων (22%) και στα φορολογικά κίνητρα (12%) σε σχέση με του υπόλοιπους.



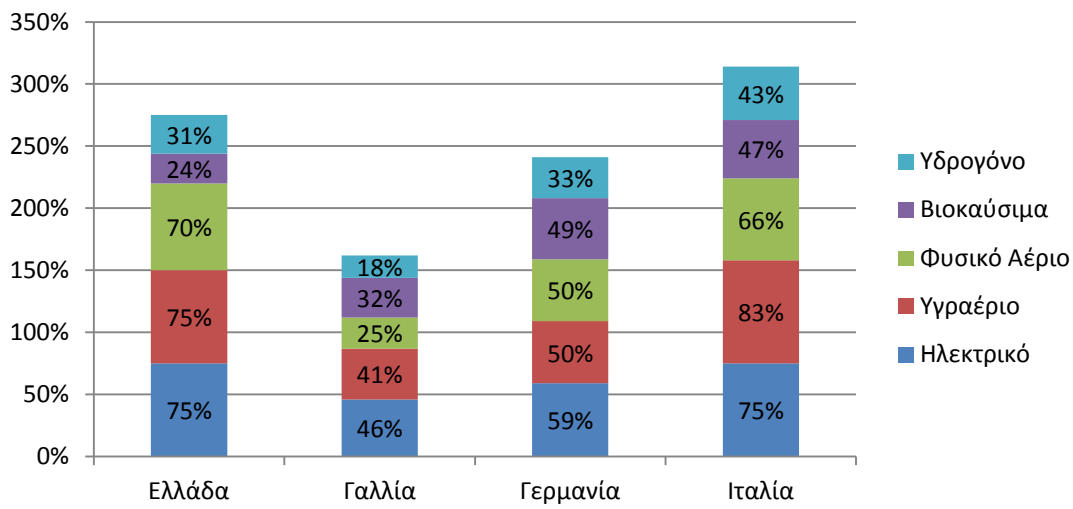
Διάγραμμα 33: Κατανομή του δείγματος σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση τις πληροφορίες που αναζητούν περισσότερο οι οδηγοί, σε περίπτωση που συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα.

Για να λάβουν πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων, οι καταναλωτές αναζητούν κυρίως την ιστοσελίδα του κατασκευαστή, αντιπροσωπείες, ιστοσελίδες ή φόρουμ καθώς και την άποψη φίλων-συγγενών (Διάγραμμα 25).

Ωστόσο, όταν ρωτούν για την αξιοπιστία των πληροφοριών, οι καταναλωτές προτιμούν ανεξάρτητες πηγές, όπως είναι ο εξειδικευμένος τύπος (π.χ. περιοδικά αυτοκινήτων) και η γνώμη άλλων ιδιοκτητών (Διάγραμμα 26). Οι ερωτηθέντες είναι πιο επιφυλακτικοί όσον αφορά τις πληροφορίες που παρέχονται από τους κατασκευαστές.

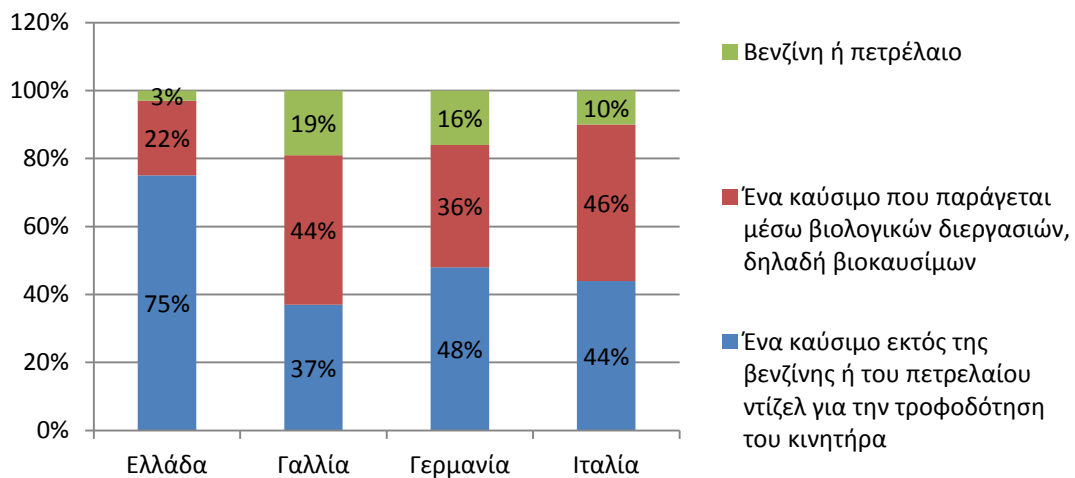
4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

Όσον αφορά στα εναλλακτικά καύσιμα που γνωρίζουν, οι περισσότεροι ερωτηθέντες επιλέγουν την «ηλεκτρική ενέργεια» (Διάγραμμα 34). Το LPG καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση, εκτός από την Ιταλία, όπου κατατάσσεται πρώτο με το 83% των ερωτηθέντων να γνωρίζει αυτό το καύσιμο. Κατά μέσο όρο, οι Ευρωπαίοι καταναλωτές έχουν ακούσει περίπου 3 έως 4 διαφορετικά εναλλακτικά καύσιμα. Οι Ιταλοί ερωτηθέντες είναι οι περισσότερο ενήμεροι για τα εναλλακτικά καύσιμα, ενώ οι Γάλλοι ερωτηθέντες είναι οι λιγότερο γνώστες. Για παράδειγμα, μόνο το 18% των ερωτηθέντων της Γαλλίας έχουν ακούσει για το υδρογόνο ως εναλλακτικό καύσιμο.



Διάγραμμα 34: Ποσοστό που αντιστοιχεί στην τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που γνωρίζουν οι συμμετέχοντες στην έρευνα σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία.

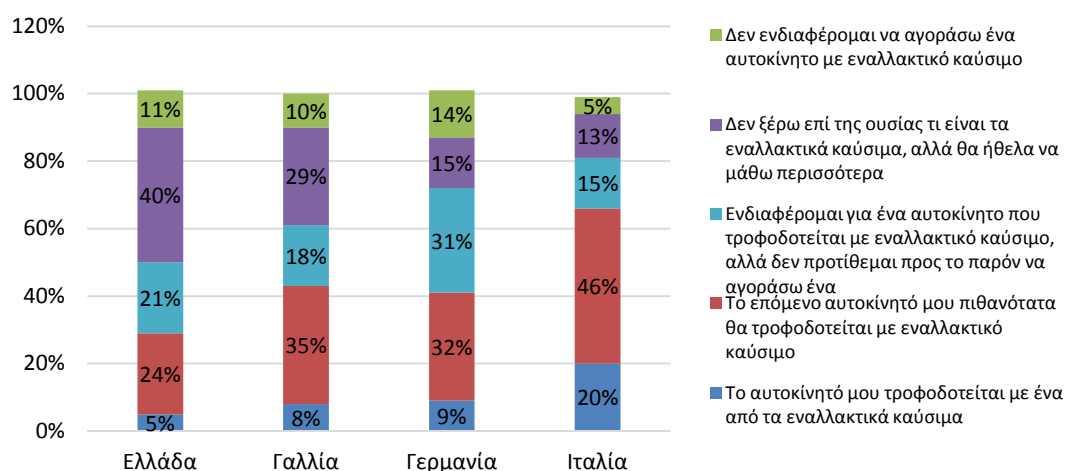
Όταν ζητήθηκε να επιλέξουν έναν ορισμό των «εναλλακτικών καυσίμων», κυρίως οι Έλληνες ερωτηθέντες έδωσαν το σωστό ορισμό (Διάγραμμα 35). Ενώ για άλλη μια φορά, οι Γάλλοι ερωτηθέντες φαίνεται να είναι λιγότερο ενημερωμένοι, δεδομένου ότι μόνο το 37% επέλεξε τη σωστή απάντηση.



Διάγραμμα 35: Ποσοστό που αντιστοιχεί στον ορισμό που δίνουν οι ερωτώμενοι για το εναλλακτικό καύσιμο σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία.

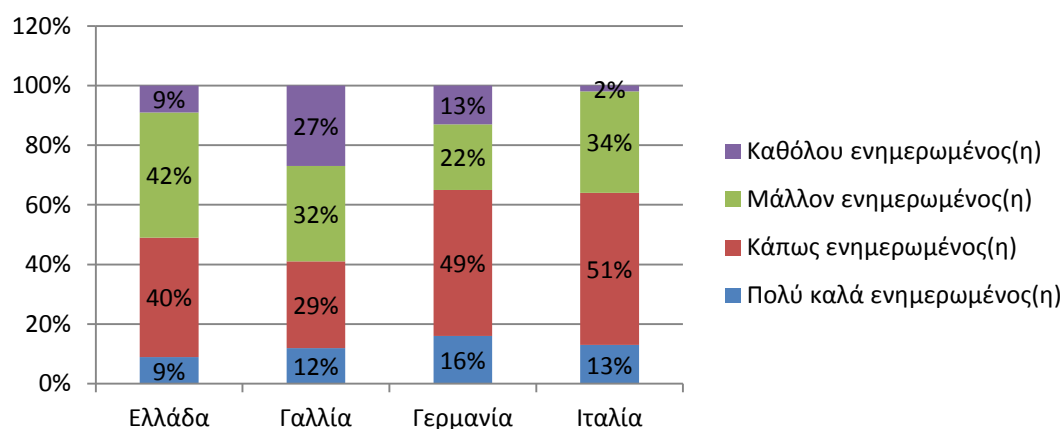
4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη και αν οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες δεν μπορούν να αναγνωρίσουν εναλλακτικά καύσιμα, εξακολουθούν να ενδιαφέρονται πολύ για τη λήψη πληροφοριών σχετικά με αυτά (Διάγραμμα 36). Οι Ιταλοί είναι οι πιο εξοικειωμένοι με τα εναλλακτικά καύσιμα και ένας στους πέντε δηλώνει ότι το αυτοκίνητό του ήδη τροφοδοτείται από αυτό. Σχεδόν το ήμισυ (46%) των Ιταλών ερωτηθέντων δηλώνουν ότι σκοπεύουν να αγοράσουν ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο. Αντίθετα, οι Γερμανοί ερωτηθέντες είναι λιγότερο πρόθυμοι, ενώ οι Γάλλοι και οι Έλληνες ερωτηθέντες εμφανίστηκαν λιγότερο ενημερωμένοι.



Διάγραμμα 36: Κατανομή των ερωτώμενων σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση την γενικότερη άποψή τους απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα.

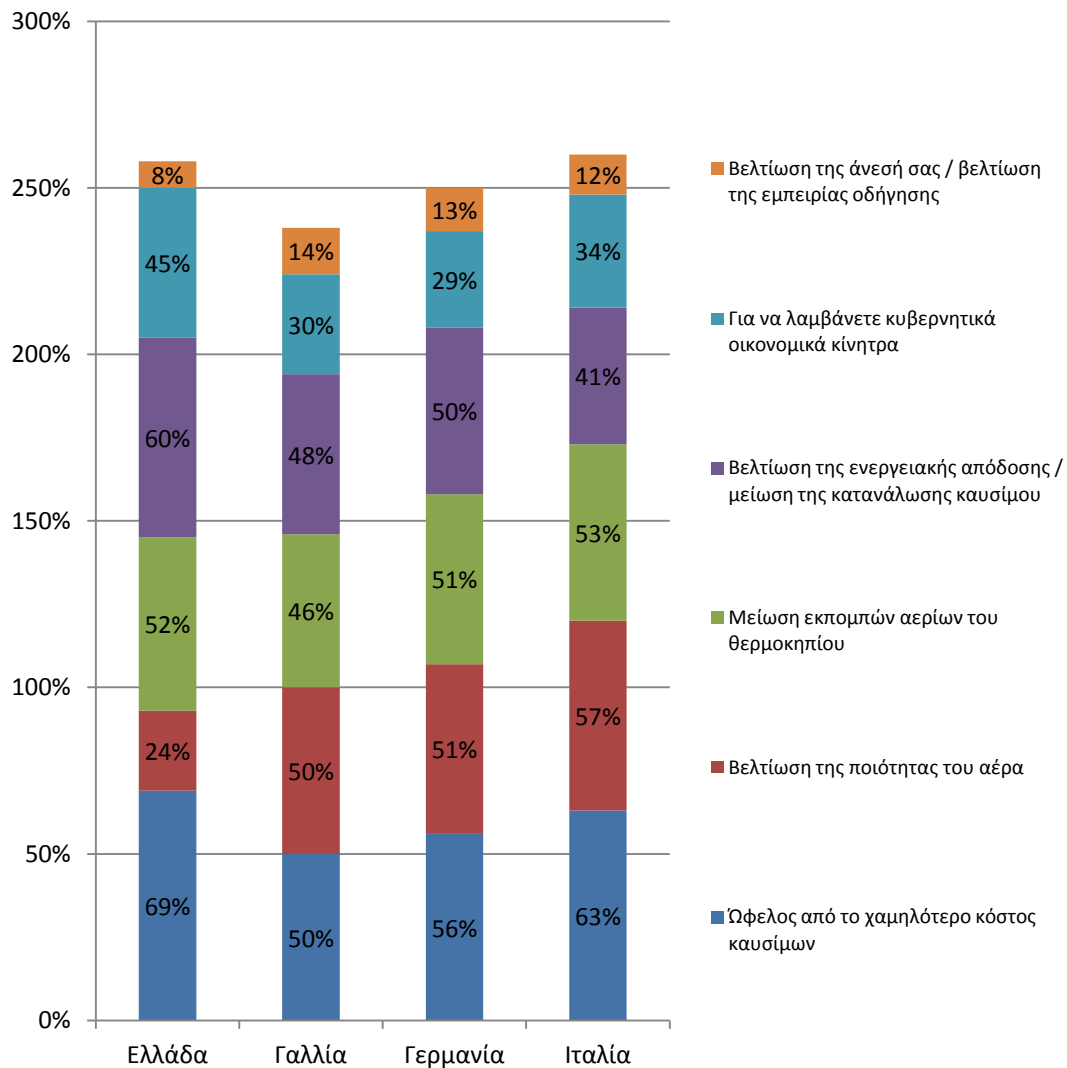
Επί του παρόντος, οι Γάλλοι και στην συνέχεια οι Έλληνες καταναλωτές δεν αισθάνονται επαρκώς ενημερωμένοι σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα (Διάγραμμα 37), ενώ τα δύο τρίτα των Ιταλών και Γερμανών ερωτηθέντων θεωρούν ότι είναι "κάπως ή πολύ καλά ενημερωμένοι".



Διάγραμμα 37: Κατανομή του δείγματος σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία με βάση το επίπεδο ενημέρωσης των συμμετεχόντων, για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

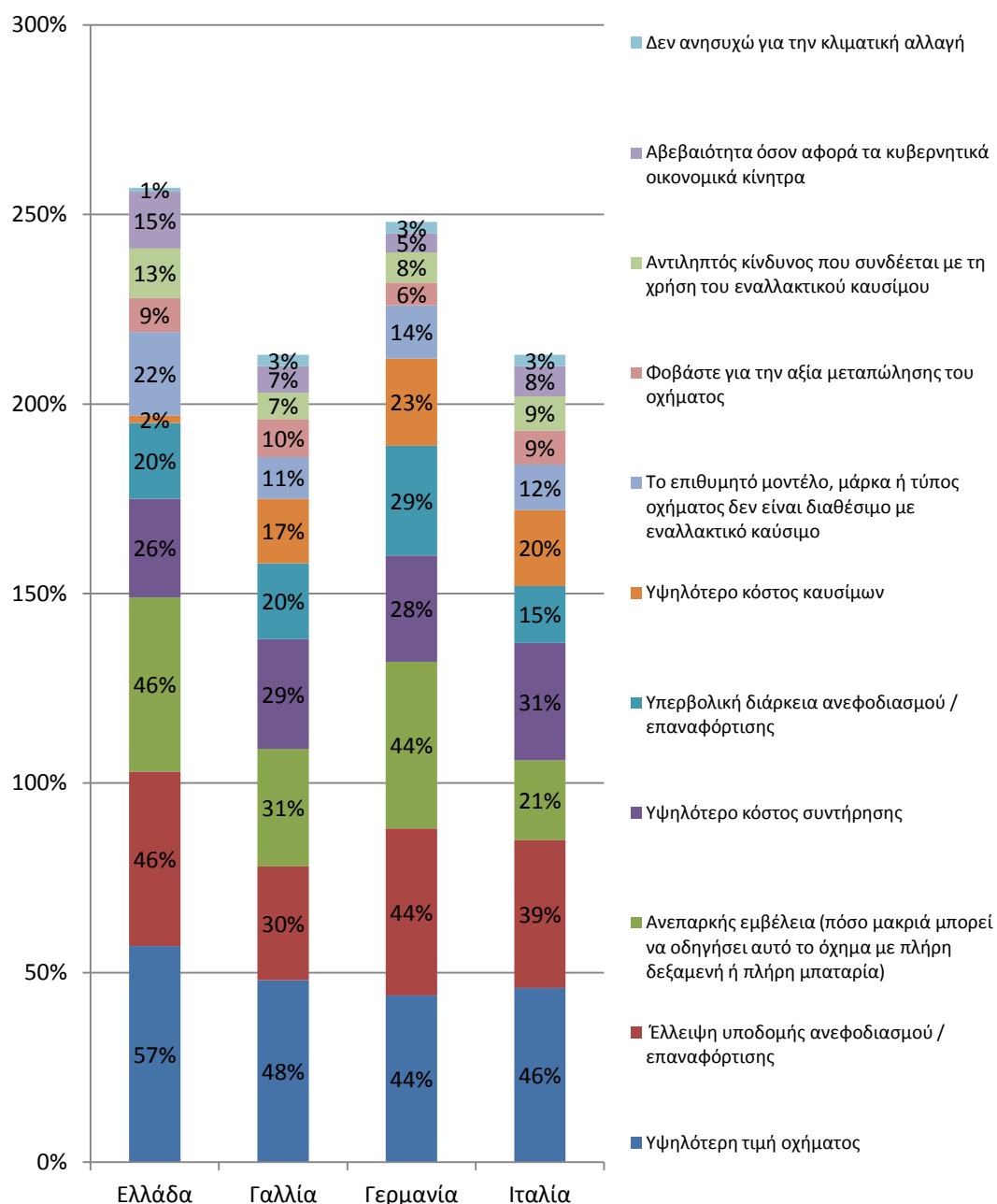
Όσον αφορά στους λόγους που θα επιτρέψουν την αγορά ενός οχήματος με εναλλακτικό καύσιμο, οι καταναλωτές πιστεύουν ότι θα επωφεληθούν από το χαμηλότερο κόστος καυσίμων. Επιπλέον, ενδιαφέρονται πολύ για τον αντίκτυπο που μπορούν να έχουν τα καύσιμα στο περιβάλλον καθώς συνδυάζουν τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων με τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα καθώς και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Διάγραμμα 38).



Διάγραμμα 38: Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.

4. Ανάλυση Απόψεων Οδηγών για το Εναλλακτικό Καύσιμο

Τα στοιχεία που θα εμπόδιζαν την αγορά ενός οχήματος που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο είναι (Διάγραμμα 39): η τιμή του οχήματος, η έλλειψη υποδομής ανεφοδιασμού / φόρτισης, η ανεπαρκής εμβέλεια του οχήματος. Επίσης, οι Ιταλοί καταναλωτές συνδέουν τα εναλλακτικά καύσιμα με το υψηλότερο κόστος συντήρησης.



Διάγραμμα 39 : Ποσοστό που αντιστοιχεί στους τρεις σημαντικότερους λόγους που οι ερωτώμενοι σε Ελλάδα, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία δε θα επέλεγαν ένα όχημα το οποίο τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.

4.6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Γενικά, τα αποτελέσματα της έρευνας είναι αρκετά ομοιογενή μεταξύ των τεσσάρων χωρών. Οι τάσεις στις περισσότερες περιπτώσεις είναι παρόμοιες και αποδεικνύουν πως η κατάσταση στις τέσσερις χώρες μπορεί να είναι συγκρίσιμη.

Οι Ιταλοί ερωτηθέντες τείνουν να έχουν μια πιο θετική στάση απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα σε σύγκριση με τους Γάλλους, τους Γερμανούς και τους Έλληνες ερωτηθέντες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι Ιταλοί τείνουν να γνωρίζουν περισσότερα σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα.

Οι περισσότεροι ερωτηθέντες και από τις 4 χώρες δείχνουν ενδιαφέρον για τα εναλλακτικά καύσιμα με τους Ιταλούς να καταλαμβάνουν πρωταγωνιστικό ρόλο. Αυτό οφείλεται μάλλον, στο γεγονός ότι η εθνική φορολογία στην Ιταλία τείνει να καταστήσει τα συμβατικά καύσιμα ακριβότερα από ό, τι στην Ελλάδα, τη Γαλλία ή τη Γερμανία.

Τα σημαντικότερα ευρήματα της συγκριτικής αξιολόγησης αναφέρονται παρακάτω:

- Κατά την αγορά ενός οχήματος, η κατανάλωση καυσίμων κατατάσσεται ως ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των καταναλωτών.
- Πριν την αγορά οχήματος, συγκρίνουν τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων.
- Για να λάβουν πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου, εξετάζουν τις πληροφορίες που παρέχουν οι κατασκευαστές αυτοκινήτων, οι αντιπροσωπείες, από στόμα σε στόμα και άλλες πηγές ενημέρωσης στο διαδίκτυο.
- Έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις πληροφορίες που παρέχονται από ανεξάρτητες πηγές, όπως ο εξειδικευμένος τύπος, οι λέσχες αυτοκινήτων και η ενημέρωση από στόμα σε στόμα.
- Τα εναλλακτικά καύσιμα φαίνεται πως δεν είναι ευρέως γνωστά στους Ευρωπαίους καταναλωτές.
- Οι ερωτηθέντες ενδιαφέρονται να μάθουν περισσότερα για τα εναλλακτικά καύσιμα.
- Οι ερωτηθέντες θεωρούν ότι δεν υπάρχουν αρκετοί σταθμοί ανεφοδιασμού για εναλλακτικά καύσιμα.

5. Προτυποποίηση Επιλογής Οχήματος με Εναλλακτικό Καύσιμο

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης του κατάλληλου μοντέλου πρόβλεψης πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα που προκύπτουν και ακολουθεί η περιγραφή και η ερμηνεία τους με βάση τα κριτήρια και τους σκοπούς της έρευνας.

5.2 Πιθανότητα Αγοράς Οχήματος με Εναλλακτικό Καύσιμο

Με χρήση του μοντέλου Λογιστικής Παλινδρόμησης κατασκευάστηκε ένα μοντέλο πρόβλεψης της πιθανότητας αγοράς οχήματος που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο. Το μοντέλο περιέχει ως ανεξάρτητες μεταβλητές τα χαρακτηριστικά εκείνα που επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά την πιθανότητα αγοράς οχήματος που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο που είναι η εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει δύο τιμές: «0» όταν ο χρήστης θεωρεί ίσως έως καθόλου πιθανό να αποκτήσει ένα όχημα εναλλακτικού καυσίμου και «1» σε περίπτωση που είναι ήδη κάτοχος έως πολύ πιθανός αγοραστής οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε στην R.

5.2.1 Κωδικοποίηση μεταβλητών

Προκειμένου το δείγμα του ερωτηματολογίου να μπορέσει να αξιοποιηθεί για την εφαρμογή της Λογιστικής Παλινδρόμησης με χρήση προγράμματος στην R, κρίθηκε αναγκαία η κωδικοποίηση των μεταβλητών εισόδου με τη μορφή 0, 1, 2...κ.τ.λ. Έτσι λοιπόν, με χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel κάθε απάντηση του ερωτηματολογίου αντικαταστάθηκε κατάλληλα με αυτού του είδους τους ακέραιους αριθμούς, δημιουργώντας την κατάλληλη βάση δεδομένων σε μορφή αρχείου .csv.

Επιπλέον ορισμένες μεταβλητές αναλύθηκαν σε περισσότερες, όπως η μεταβλητή CHOOSE η οποία αναλύθηκε σε έξι, ανάλογα με τον λόγο για τον οποίον οι οδηγοί θα επέλεγαν ένα όχημα που τροφοδοτείται με εναλλακτικό

καύσιμο (CH_GASEMISSIONS, CH_AIRQUALITY , CH_COMFORT, CH_REDUCECONSUM, CH_LOWERFUELCOST, CH_FINANCIALINCENT).

5.2.2 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio και εφαρμογή του κώδικα

Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε εισαγωγή του αρχείου .csv που περιέχει κωδικοποιημένα τα στοιχεία του ερωτηματολογίου.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το script στο οποίο δόθηκαν οι εντολές του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του μοντέλου πρόβλεψης. Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε παρατίθεται στο Παράρτημα Β.

Για τα ακριβέστερα αποτελέσματα της Λογιστικής Παλινδρόμησης πραγματοποιήθηκαν πολλές δοκιμές, με συνδυασμούς διαφόρων ανεξάρτητων μεταβλητών για την καλύτερη δυνατή περιγραφή της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.

Τέλος, συντάχθηκε το τελικό μοντέλο fullmodel προκειμένου να κατασκευαστεί το κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης mymodel_choice σύμφωνα με τον κώδικα ως εξής:

- **fullmodel** <- glmulti (LIKELY_TOGETACAR ~ GENDER + AGE + REGION + INCOME+ EDUCATION + HOUSEHOLD + USE_CAR + USE_PUBLICTRANSP + DISTANCE + NEW_USED + CAR_AGE + INFORMED + IMP_PRICE + IMP_CONSUMPTION + IMP_SECURITY + IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS + IMP_DESIGN,

data = dedomena.train,
level = 1, # No interaction considered
method = "g", # "g" fro genetic algorithm and "h" for Exhaustive approach
crit = "aicc", # AICc as criteria
confsetsize = 10, # Keep 10 best models
plotty = F, report = F, # No plot or interim reports
fitfunction = "glm") # glm function
- **mymodel_choice** <-glm (LIKELY_TOGETACAR ~ GENDER + AGE + INFORMED + IMP_CONSUMPTION + IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS,
data=dedomena.test,family="binomial")

5.2.2 Έλεγχος μοντέλου - Αποτελέσματα

Από την δημιουργία του μοντέλου πρόβλεψης πιθανότητας αγοράς οχήματος με εναλλακτικό καύσιμο, προκύπτουν ως στατιστικά σημαντικές ανεξάρτητες μεταβλητές οι παράγοντες: GENDER, AGE, INFORMED, IMP_CONSUMPTION, IMP_BRAND, IMP_EMISSIONS.

Ακολουθεί η περιγραφή τους στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 : Περιγραφή ανεξάρτητων μεταβλητών

Όνομα μεταβλητής:	Περιγραφή μεταβλητής:	Τύπος μεταβλητής:	Εύρος τιμών:
GENDER	Φύλο	Multiple choice: (0-1)	[Ανδρας] (0), [Γυναίκα] (1)
AGE	Ηλικία	Multiple choice: (1-6)	[18-24 έτη] (1), [25-34 έτη] (2), [35-44 έτη] (3), [45-54 έτη] (4), [55-64 έτη] (5), [>65 έτη] (6)
INFORMED	Πιστεύετε ότι είστε καλά ενημερωμένοι για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά;	Scale: (1-4)	Πολύ καλά ενημερωμένος(η) έως Καθόλου ενημερωμένος(η)
IMP_CONSUMPTION	Κατά την αγορά οχήματος, ποια η σημασία του καθενός από τα παρακάτω χαρακτηριστικά; [Κατανάλωση καυσίμου]	Scale: (1-4)	Καθόλου σημαντικό έως Πολύ σημαντικό
IMP_BRAND	Κατά την αγορά οχήματος, ποια η σημασία του καθενός από τα παρακάτω χαρακτηριστικά; [Μάρκα/Μοντέλο]	Scale: (1-4)	Καθόλου σημαντικό έως Πολύ σημαντικό
IMP_EMISSIONS	Κατά την αγορά οχήματος, ποια η σημασία του καθενός από τα παρακάτω χαρακτηριστικά; [Εκπομπές (αέρια θερμοκηπίου, ατμοσφαιρικοί ρύποι κτλ.)]	Scale: (1-4)	Καθόλου σημαντικό έως Πολύ σημαντικό

5. Προτυποποίηση Επιλογής Οχήματος
με Εναλλακτικό Καύσιμο

Για την αξιολόγηση του μοντέλου παρουσιάζεται ο πίνακας κατηγοριοποίησης, ο οποίος περιέχει δύο κλάσης: «0» όταν ο οδηγός θα ήταν ελάχιστα έως καθόλου πιθανό να αγοράσει όχημα εναλλακτικού καυσίμου και «1» όταν θα ήταν πολύ πιθανό να αγοράσει (Πίνακας 3). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το μοντέλο ερμηνεύει σε ικανοποιητικό βαθμό την πρόβλεψη. Παρατηρείται πως σε ένα δείγμα 110 οδηγών, στην κλάση «0» το μοντέλο προβλέπει σωστά τους 70 ερωτώμενους και προβλέπει λάθος 6 άτομα, ενώ στην κλάση «1» το μοντέλο προβλέπει σωστά 20 συμμετέχοντες και κάνει λανθασμένη πρόβλεψη για 14 άτομα.

Πίνακας 3: Πίνακας κατηγοριοποίησης του προτύπου πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ		
		0	1	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ	0	70	6	76
	1	14	20	34
		84	26	110

Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τον Πίνακα 3, η ικανότητα του μοντέλου να προβλέψει σωστά την πιθανότητα αγοράς ή μη οχήματος εναλλακτικού καυσίμου αναλύεται ως εξής:

Η πρόβλεψη της μικρής έως μηδαμινής πιθανότητας ο οδηγός να αγοράσει όχημα εναλλακτικού καυσίμου είναι:

$$p = (70/84)/(14/84) = 5, \text{ δηλαδή πιθανότητα } 5:1 \text{ να προβλεφθεί}$$

Η πρόβλεψη της μεγάλης πιθανότητας ο οδηγός να αγοράσει όχημα εναλλακτικού καυσίμου είναι:

$$p = (20/26)/(6/26) = 3,33, \text{ δηλαδή πιθανότητα } 3,33:1 \text{ να προβλεφθεί}$$

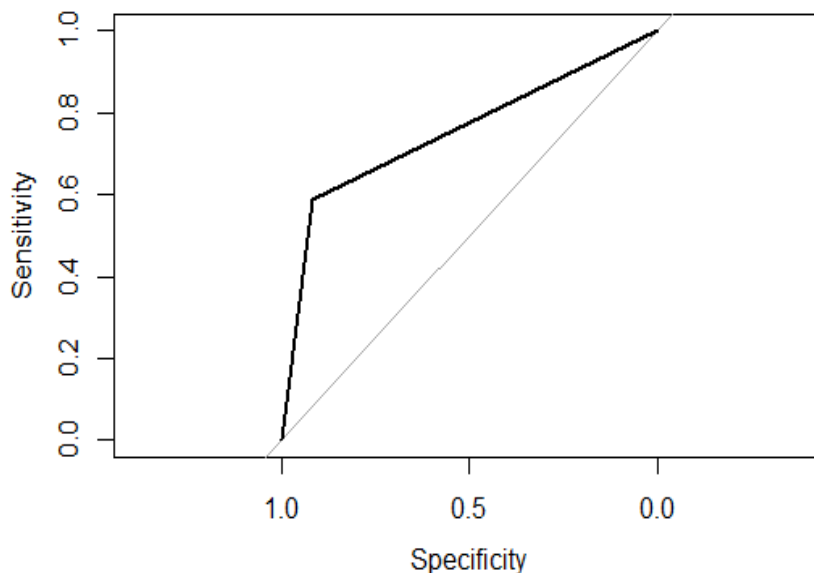
Ο λόγος μεταξύ των δύο πιθανοτήτων προκύπτει ως $\theta = 5/3,33 = 1,50$ ο οποίος δείχνει ότι η πιθανότητα μη αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου έχει 1,50 φορές (ή 50%) μεγαλύτερη ικανότητα να προβλεφθεί σωστά από το μοντέλο.

Στον Πίνακα 4 δίνονται οι μετρικές αξιολόγησης του μοντέλου. Το μοντέλο παρουσιάζει πολύ υψηλή ακρίβεια (92,11%), δηλαδή προβλέπει σε πολύ μεγάλο ποσοστό σωστά τα στοιχεία που ανήκουν στην κλάση «0». Επιπλέον, σύμφωνα με την εξειδίκευση (76,92%), το μοντέλο προβλέπει σε ικανοποιητικό βαθμό τα στοιχεία που ανήκουν στην κλάση «1». Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα, αποδίδεται ορθά η κλάση κάθε στοιχείου με υψηλό βαθμό ευαισθησίας (83,33%).

Πίνακας 4: Μετρικές αξιολόγησης του προτύπου πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου

Sensitivity(Ευαισθησία)	83,33%
Specificity(Εξειδίκευση)	76,92%
Precision(Ακρίβεια)	92,11%
Accuracy(Ορθότητα)	81,82%
False discovery rate(Ποσοστό εσφαλμένων προβλέψεων)	23,08%

Η Λογιστική Παλινδρόμηση μπορεί να υπολογίζει την περιοχή κάτω από την καμπύλη ROC (AUC). Η AUC ορίζεται ως η πιθανότητα που έχει το μοντέλο προσαρμογής να βαθμολογήσει ένα τυχαία τραβηγμένο θετικό δείγμα υψηλότερο από ένα τυχαία τραβηγμένο αρνητικό δείγμα. Στο παραπάνω πρότυπο έχουμε $AUC=0.75$ (Διάγραμμα 40). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι προβλέπονται ικανοποιητικά οι απαντήσεις που ανήκουν στην κλάση «0».



Διάγραμμα 40: Καμπύλη ROC προτύπου πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.

Από όλους τους παραπάνω ελέγχους, διαπιστώνεται ότι το μοντέλο ανταποκρίνεται σε υψηλό βαθμό στις απαιτήσεις της πρόβλεψης, με ποσοστό εσφαλμένων μόλις 23,08% (Πίνακας 4).

Στον Πίνακα 5 απεικονίζονται οι σταθερές τιμές της συνάρτησης, καθώς και οι συντελεστές των μεταβλητών της συνάρτησης που επιλέχθηκαν για το μοντέλο.

- Η στήλη $Pr(>|z|)$ αποδεικνύει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών που συμμετέχουν στο μοντέλο. Οι μεταβλητές με $Pr(>|z|) < 0,10$ είναι στατιστικά σημαντικές.
- Η στήλη Std. Error αναγράφει την τιμή του τυπικού σφάλματος της εκτίμησης της τιμής του συντελεστή κάθε μεταβλητής.
- Η στήλη Estimate αναγράφει την τιμή του συντελεστή της αντίστοιχης ανεξάρτητης μεταβλητής η οποία είναι στατιστικά σημαντική.

Η διαδικασία επιλογής των μεταβλητών περιελάμβανε διεξοδικές δοκιμές με ένα μεγάλο εύρος μεταβλητών, των οποίων η σημαντικότητα κρινόταν με βάση την τιμή $Pr(>|z|)$. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου οποιαδήποτε τιμή σε απόλυτη τιμή μικρότερη του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο. Εάν η τιμή ήταν μεγαλύτερη του 0.05, η μεταβλητή δεν θεωρούνταν σημαντική για το μοντέλο.

Πίνακας 5: Πίνακας προσδιορισμού προτύπου αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου

	Estimate	Std.Error	t value	$Pr(> z)$
(Intercept)	0.608	0.166	3.669	0.000
GENDER	-0.119	0.045	-2.654	0.008
AGE	-0.051	0.018	-2.856	0.004
INFORMED	-0.123	0.027	-4.586	0.000
IMP_CONSUMPTION	0.085	0.037	2.297	0.022
IMP_BRAND	-0.093	0.029	-3.250	0.001
IMP_EMISSIONS	0.059	0.030	1.980	0.048

Στον παραπάνω πίνακα, η στήλη $Pr(>|z|)$ παρουσιάζει όλες τις μεταβλητές του μοντέλου ως σημαντικές και ιδιαίτερα αυτές που αναφέρονται στο επίπεδο ενημέρωσης ως προς τα εναλλακτικά καύσιμα (INFORMED), στη σημασία του μοντέλου-μάρκας οχήματος (IMP_BRAND) και στην ηλικία του πιθανού αγοραστή (AGE), επιβεβαιώνοντας με αυτό τον τρόπο την μηδενική υπόθεση του τεστ. Ως μηδενική υπόθεση ορίζεται η πιθανότητα όλοι οι συντελεστές του μοντέλου να είναι ίσοι με το μηδέν.

Δεδομένης της σημαντικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών, κατά τον πρώτο αυτόν έλεγχο, το συγκεκριμένο μοντέλο πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου κρίνεται κατάλληλο για τον σκοπό της έρευνας.

Αντίστοιχα η στήλη Std. Error επιβεβαιώνει πως οι μεταβλητές αυτές οι οποίες θεωρούνται στατιστικά σημαντικές εμφανίζουν καλή προσαρμογή (μικρά υπόλοιπα) στην πρόβλεψη.

Στη στήλη Estimate παρατηρείται κατά πόσο αυξάνεται (ή μειώνεται) η πιθανότητα αγοράς οχήματος μη συμβατικού τύπου, στην περίπτωση που αυξηθεί (ή μειωθεί) κατά μία μονάδα η αντίστοιχη μεταβλητή του πίνακα, διατηρώντας τις υπόλοιπες σταθερές.

Ο όρος 0.608 αποτελεί την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, στην περίπτωση που οι τιμές όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών ισούνται με μηδέν.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο οι μεταβλητές GENDER, AGE, INFORMED, IMP_BRAND, φαίνεται πως επηρεάζουν προς την αντίθετη κατεύθυνση την πιθανότητα ο ερωτώμενος να αποκτήσει ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο. Αντίθετα οι μεταβλητές IMP_CONSUMPTION, IMP_EMISSIONS, επηρεάζουν προς την ίδια κατεύθυνση την πιθανότητα ο ερωτώμενος να αποκτήσει ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.

Η τιμή των μεταβλητών υποδηλώνει τον βαθμό που επηρεάζει η συγκεκριμένη ανεξάρτητη μεταβλητή το μοντέλο. Υψηλή τιμή αυτού σημαίνει ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή επηρεάζει πολύ ισχυρά την πιθανότητα αγοράς ή μη οχήματος μη συμβατικού τύπου, ενώ χαμηλή τιμή δηλώνει μικρότερη επίδραση.

Λαμβάνοντας υπόψιν την λογική ερμηνεία του Πίνακα 5 παρατηρείται ότι:

- GENDER: Το γυναικείο φύλο στο δείγμα, μειώνει τη πιθανότητα αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.
- AGE: Όσο αυξάνεται η ηλικία του ατόμου, τόσο η πιθανότητα αγοράς μη συμβατικού οχήματος μειώνεται.
- INFORMED: Όσο πιο ενημερωμένος είναι ο ερωτώμενος για τα εναλλακτικά καύσιμα, τόσο πιο πιθανό είναι να αγοράσει όχημα που τροφοδοτείται με αυτά.
- IMP_CONSUMPTION: Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψιν τους την κατανάλωση καυσίμου κατά την απόφαση αγοράς οχήματος, είναι πιο πιθανό να αγοράσουν όχημα μη συμβατικού τύπου, εκτός δηλαδή βενζίνης και πετρελαίου.

5. Προτυποποίηση Επιλογής Οχήματος με Εναλλακτικό Καύσιμο

- IMP_BRAND: Άτομα τα οποία, δίνουν ιδιαίτερη σημασία στο μοντέλο και την μάρκα του οχήματος, εμφανίζονται διστακτικά κατά την τελική απόφαση αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.
- IMP_EMISSIONS: Πιθανοί αγοραστές οι οποίοι επιδιώκουν να επιλέγουν οχήματα με χαμηλές εκπομπές αέριων ρύπων, είναι πρόθυμοι να δοκιμάσουν την τεχνολογία οχημάτων μη συμβατικού τύπου τα οποία είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον.

Οι πιθανότητες που συγκλίνουν κατά της πρόθεσης αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου εκφράζονται ως λόγος ζεύγους ακέραιων τιμών (odds) όπου ο αριθμητής προσδιορίζει την πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί η αγορά οχήματος εναλλακτικού καυσίμου (κλάση 0) και ο παρονομαστής την πιθανότητα να πραγματοποιηθεί (κλάση 1).

Σύμφωνα με τον λόγο των πιθανοτήτων έκβασης (Odds Ratio), όπως περιγράφηκε αναλυτικότερα στην παράγραφο 3.5.1, από τον Πίνακα 6 παρατηρείται ότι:

Η μεταβλητή GENDER με $OR > 1$ αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα να μην επιλεγεί όχημα εναλλακτικού καυσίμου (κλάση 0), ενώ η μεταβλητή INFORMED με $OR < 1$ αυξάνει εξίσου σε ένα βαθμό την πιθανότητα να επιλεγεί όχημα εναλλακτικού καυσίμου (κλάση 1).

Οι μεταβλητές AGE, IMP_CONSUMPTION, IMP_BRAND, IMP_EMISSION με $OR \approx 1$ δεν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το αποτέλεσμα της πρόβλεψης.

Στον παρακάτω Πίνακα 6 φαίνονται και τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης των ανεξάρτητων μεταβλητών:

Πίνακας 6 : Τιμές Odds Ratio ανεξάρτητων μεταβλητών

	OR	2.5%	97.5%
(Intercept)	24.083	0.226	2722.976
GENDER	4.579	1.490	16.248
AGE	0.643	0.400	0.986
INFORMED	0.169	0.067	0.372
IMP_CONSUMPTION	0.790	0.263	2.499
IMP_BRAND	1.322	0.658	2.722
IMP_EMISSIONS	1.328	0.606	2.941

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, οι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές του μοντέλου πρόβλεψης φαίνεται ότι είναι:

- Το φύλο του ατόμου
- Η ηλικία
- Το επίπεδο ενημέρωσης
- Η κατανάλωση καυσίμου του οχήματος
- Το μοντέλο/μάρκα του οχήματος
- Και οι εκπομπές αερίων

Και επηρεάζουν σε αρκετά μεγάλο βαθμό τους Έλληνες οδηγούς κατά την απόφαση αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.

Ιδιαίτερα οι παράγοντες του φύλου και της ενημέρωσης σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα, διαπιστώνεται πως επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα της πρόβλεψης.

Πιο συγκεκριμένα παρατηρείται ότι οι νέοι άνδρες και άτομα τα οποία είναι ενημερωμένα σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα που διατίθενται στην αγορά εμφανίζουν μεγαλύτερες πιθανότητες υιοθέτησης οχήματος εναλλακτικού καυσίμου.

Επιπλέον, άτομα τα οποία κατά την αγορά οχήματος λαμβάνουν υπόψιν τους σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές αερίων θεωρούνται πιθανότεροι αγοραστές οχήματος μη συμβατικού τύπου, σ' αντίθεση με όσους δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για το μοντέλο/μάρκα του οχήματος που πρόκειται να αγοράσουν.

6. Συμπεράσματα

6.1 Γενικά

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αντικείμενο έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση της εξοικείωσης των Ελλήνων οδηγών με το εναλλακτικό καύσιμο, η σύγκρισή τους με οδηγούς άλλων Ευρωπαϊκών χωρών (Γαλλίας, Γερμανίας, Ιταλίας), καθώς και ο εντοπισμός των κυριότερων παραγόντων που επηρεάζουν την στάση του οδηγού για τα εναλλακτικά καύσιμα.

Τα δεδομένα της έρευνας συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγιο σε ηλεκτρονική μορφή, όπου 679 άτομα σε Ελλάδα και 3000 συνολικά σε Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία προθυμοποιήθηκαν να δώσουν τις δικές τους απαντήσεις στις ερωτήσεις της έρευνας.

Για την διερεύνηση των αποτελεσμάτων ακολούθησε στατιστική ανάλυση του δείγματος βάσει της οποίας εξήχθησαν αποτελέσματα για τις συνήθειες μετακινήσεις, το επίπεδο ενημέρωσης και τις πηγές πληροφόρησης των οδηγών σχετικά με τα εναλλακτικά καύσιμα. Αναζητήθηκαν επιπλέον, τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου τα οποία επιδρούν είτε θετικά, είτε αρνητικά στην απόφαση υιοθέτησής τους από τους Έλληνες οδηγούς.

Ακολούθησε η συγκριτική αξιολόγηση των παραπάνω αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα των τριών Ευρωπαϊκών χωρών (Γαλλίας, Γερμανίας, Ιταλίας), για τον εντοπισμό των διαφορών αλλά και των κοινών σημείων μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμών.

Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε πρότυπο Λογιστικής Παλινδρόμησης για την Ελλάδα, όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε η πιθανότητα αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Για την αξιολόγηση του μοντέλου πρόβλεψης χρησιμοποιήθηκαν μέτρα κατηγοριοποίησης, όπως η ευαισθησία, η ακρίβεια κ.ά.

6.2 Βασικά Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν προκύπτει ότι οι Έλληνες οδηγοί κατά κανόνα συγκρίνουν διάφορες επιλογές καυσίμων πριν αγοράσουν ένα όχημα, εξετάζοντας κυρίως την κατανάλωση καυσίμου, τα ετήσια έξοδα λειτουργίας αλλά και το συνολικό κόστος αγοράς του οχήματος. Οι κύριες πηγές πληροφόρησης είναι η ενημέρωση από στόμα σε στόμα και οι αντιπροσωπείες. Ωστόσο, οι πληροφορίες που εμπιστεύονται περισσότερο προέρχονται από ανεξάρτητες πηγές όπως άλλοι ιδιοκτήτες, φόρουμ (forum) και ιστοσελίδες. Οι καταναλωτές δεν γνωρίζουν μερικά από τα διαθέσιμα εναλλακτικά καύσιμα (δηλαδή τα βιοκαύσιμα και το υδρογόνο) ωστόσο οι περισσότεροι από τους μισούς δίνουν τον σωστό ορισμό των «εναλλακτικών καυσίμων».

Οι τρεις σημαντικότεροι λόγοι για τους οποίους οι ερωτώμενοι θα επέλεγαν ένα όχημα που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο είναι:

- Το όφελος από το χαμηλότερο κόστος καυσίμων
- Η μειωμένη κατανάλωση καυσίμου
- Η μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Αντίθετα οι λόγοι για τους οποίους δε θα επέλεγαν ένα όχημα που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο είναι:

- Η υψηλότερη τιμή του οχήματος
- Η έλλειψη υποδομής ανεφοδιασμού / επαναφόρτισης
- Η μικρή εμβέλεια οδήγησης (εύρος)

Συγκριτικά με συνολικά 3000 ερωτηθέντες από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία (Consumer Survey and Test on Fuel Price Comparison Methodology, Final Report, MOVE/B4/2016-684) παρατηρείται ότι υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα εναλλακτικά καύσιμα. Διαπιστώνεται ότι οι Ιταλοί είναι οι πιο εξοικειωμένοι καταναλωτές οχήματος εναλλακτικού καυσίμου, ενώ ακολουθούν οι Γερμανοί, οι Έλληνες και οι Γάλλοι καταναλωτές, γεγονός που προκύπτει ίσως λόγω διαφορετικής πολιτικής στρατηγικής.

Αξιοποιώντας το δείγμα του ερωτηματολογίου και εφαρμόζοντας Λογιστική Παλινδρόμησης δημιουργήθηκε ένα μοντέλο πρόβλεψης της πιθανότητας αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Το μοντέλο λαμβάνει ως ανεξάρτητες μεταβλητές τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του ερωτώμενου, τα στοιχεία ταξιδιωτικής συμπεριφοράς του, τα κριτήρια κατά την αγορά οχήματος και αποδίδει την πιθανότητα αγοράς ενός οχήματος τέτοιου τύπου από τους Έλληνες οδηγούς.

Με βάση το Μοντέλο, οι παράγοντες που επιδρούν θετικά στην επιλογή αγοράς ενός οχήματος που κινείται με εναλλακτικό καύσιμο είναι οι εξής:

- Η κατανάλωση καυσίμου
- Οι μειωμένες εκπομπές αερίων

Τα παραπάνω είναι χαρακτηριστικά τα οποία λαμβάνουν υπόψιν τους οι ερωτώμενοι κατά την αγορά οχήματος και αυξάνουν την πιθανότητα να είναι οι ίδιοι πιθανοί αγοραστές ενός οχήματος που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, αυτοί οι παράγοντες συνδέονται άμεσα με το «συμβολισμό» των εναλλακτικών καυσίμων και έχουν αντίκτυπο τόσο στον οικονομικό τομέα όσο και στις περιβαλλοντικές ανησυχίες των πολιτών σήμερα.

Αντίθετα, οι παράγοντες που επιδρούν αρνητικά είναι:

- Ο γυναικείος πληθυσμός.
- Άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.
- Η ελλιπής ενημέρωση για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων που διατίθενται στην αγορά.
- Η σημασία της μάρκας/μοντέλου κατά τη διαδικασία επιλογής αγοράς οχήματος.

Η μικρή διάθεση οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου στην αγορά και οι αμυδρές εκστρατείες ενημέρωσης των πολιτών για τις διαφορετικές τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων δικαιολογούν την έντονη συμβολή των παραπάνω χαρακτηριστικών στην μη αποδοχή αγοράς οχήματος εναλλακτικού καυσίμου. Όσον αφορά τους παράγοντες της ηλικίας και του φύλου, η βιβλιογραφία στο μεγαλύτερο μέρος της υποστηρίζει ότι είναι χαρακτηριστικά αμφιλεγόμενα ως προς την ακρίβεια του αποτελέσματός τους.

Σκοπός αυτών των παρατηρήσεων είναι να ευαισθητοποιηθεί τόσο ο επιστημονικός κόσμος, όσο και ο πολιτικός κόσμος προκειμένου να ενημερωθεί κατάλληλα η κοινωνία για την είσοδο των εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές, ικανοποιώντας έτσι επιθυμίες της καθημερινής μετακίνησης από οικονομικής αλλά και ηθικής άποψης απέναντι στο περιβάλλον, αξιοποιώντας τα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο που συντάχθηκε για την παρούσα έρευνα.

6.3 Εισηγήσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια προσπάθεια διερεύνησης της στάσης των Ελλήνων οδηγών απέναντι στα εναλλακτικά καύσιμα, όπως και η καταγραφή των βασικότερων χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιθυμία τους για αγορά οχήματος μη συμβατικού τύπου σε σχέση με αυτά των κινητήρων εσωτερικής καύσης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα στην εφαρμογή τέτοιου τύπου οχημάτων και στο κατά πόσο αυτά ικανοποιούν της καθημερινές ανάγκες των χρηστών τους. Για το λόγο αυτό ακολουθούν κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Αρχικά, θα ήταν ωφέλιμη η πραγματοποίηση ερευνών που θα εστιάζουν περισσότερο στις επιθυμίες των οδηγών σήμερα, με βάση τις μεταφορικές τους ανάγκες. Αυτό θα οδηγήσει σε μία πιο ξεκάθαρη εικόνα για τις συνήθειες που είναι έτοιμοι να εγκαταλείψουν, όσο και εκείνων που είναι πρόθυμοι, εκ νέου, να ακολουθήσουν.

Επιπλέον, λόγω της σταδιακής ενσωμάτωσης των οχημάτων εναλλακτικού καυσίμου στην καθημερινή μετακίνηση των πολιτών, επιβάλλεται η επανάληψη της έρευνας, καθώς είναι σχεδόν βέβαιο ότι η γνώμη των οδηγών θα μεταβάλλεται ανάλογα με τα δεδομένα της εποχής.

Τέλος, ενδέχεται να παρουσιάζει ενδιαφέρον η διεξαγωγή εκτεταμένης έρευνας, σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές και ομάδες πληθυσμού, καθώς ενδέχεται να υπάρχουν ιδιαιτερότητες ως προς τις συγκοινωνιακές υποδομές και τις συνήθειες μετακίνησης.

7. Βιβλιογραφία

- Achterberg P, Houtman D, van Bohemen S, Manevska K (2010) Unknowing but supportive? Predispositions, knowledge, and support for hydrogen technology in the Netherlands. *Int J Hydrog Energy* 35:6075–6083
- Achtnicht M., Bühler G. & Hermeling C. (2012). The impact of fuel availability on demand for alternative-fuel vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17[3], 262-269. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.12.005>
- Adnan N., Nordin S. M., Rahman I. & Amini M. H. (2017). A market modeling review study on predicting Malaysian consumer behavior towards widespread adoption of PHEV/EV. *Environmental Science and Pollution Research*, 24[22], 17955–17975
- Ajzen I (1991) The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50:179–21. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Bauen A., Gomez I, OudeNijeweme D., Maria Paraschiv M., 2017. *Alternative Fuels*. Publications Office of the European Union. doi: 10.2777/741279
- Beirao G. & Sarsfield Cabral J. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, Volume 14, Issue 6, pp 478-489.
- Byrne M. R. & Polonsky M. J. (2001) "Impediments to consumer adoption of sustainable transportation: Alternative fuel vehicles", *International Journal of Operations & Production Management*, 21[12], 1521-1538, <https://doi.org/10.1108/EUM0000000006293>
- Campbell A.R., Ryley T., & Thring R. (2012). Identifying the early adopters of alternative fuel vehicles: A case study of Birmingham, United Kingdom. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 46, Issue 8, Pages 1318-1327. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.05.004>
- De Jong G., Fox J., Daly A., Pieters M. & Smit R. (2004) Comparison of car ownership models, *Transport Reviews*, 24:4, 379-408, DOI: 10.1080/0144164032000138733

- Cheah L. & Heywood J. (2011). Meeting U.S. passenger vehicle fuel economy standards in 2016 and beyond. *Energy Policy*, 39[1], 454-466. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.027>
- Coffman M., Bernstein P. & Wee S. (2017) Electric vehicles revisited: a review of factors that affect adoption, *Transport Reviews*, 37[1], 79-93. DOI: 10.1080/01441647.2016.1217282
- Consumer Survey and Test on Fuel Price Comparison Methodology, Final Report, MOVE/B4/2016-684
- Cordera R, dell'Olio, L., Ibeas A. & de Dios Ortúzar, J. (2018). Demand for environmentally friendly vehicles: A review and new evidence, *International Journal of Sustainable Transportation*, DOI: 10.1080/15568318.2018.1459969)
- Dimitropoulos A., Rietveld P., van Ommeren J. N. (2013). Consumer valuation of changes in driving range: A meta-analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 55, 27-45. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.08.001>
- Edwardes W. & Rakha H. (2014). Virginia Tech Comprehensive Power-Based Fuel Consumption Model: Modeling Diesel and Hybrid Buses. 2428[1]. <https://doi.org/10.3141/2428-01>
- European Environment Agency (2018). <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-final-energy-consumption-by-mode/assessment-9>
- FIA Region I (2017). Final Report, MOVE/B4/2016-684, “ *Consumer Survey and Test on Fuel Price Comparison Methodology*”
- Franke T. & Krems J. F. (2013). What drives range preferences in electric vehicle users?. *Transport Policy*, 30, 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.07.005>
- Gould J, Golob TF (1998) Clean air forever? A longitudinal analysis of opinions about air pollution and electric vehicles. *Transp Res D* 3(3):157–169
- Gül T., 2008. AN ENERGY-ECONOMIC SCENARIO ANALYSIS OF ALTERNATIVE FUELS FOR TRANSPORT. https://www.psi.ch/eem/PublicationsTabelle/dis2008_guel.pdf
- Haller M., Welch E., Lin J. & Fulla S. (2007). Economic costs and environmental impacts of alternative fuel vehicle fleets in local government: An interim assessment of a voluntary ten-year fleet

- conversion plan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12[3], 219-230. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2007.02.001>
- Heffner RR, Kurani S, Turrentine TS (2007) Symbolism in California's early market for hybrid electric vehicles. *Transp Res D* 12:396–413.
- Hidrué M. K., Parsons G. R., Kempton W. & Gardner M. P. (2011). Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics*, 33[3], 686-705. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2011.02.002>
- Higgins C. D., Mohamed M. & Ferguson M. R. (2017). Size matters: How vehicle body type affects consumer preferences for electric vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 182-201. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.014>
- Hui,A. (2017). Understanding the positioning of “the electric vehicle consumer”: variations in interdisciplinary discourses and their implications for sustainable mobility systems, *Applied Mobilities*, DOI: 10.1080/23800127.2017.1380977) <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23800127.2017.1380977?src=recsys>
- IEA, 2018. *Global Energy & CO2 Status Report 2017*. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GECO2017.pdf>
- Jakobsson N., Gnann T., Plötz P., Sprei F. & Karlsson S. (2016). Are multi-car households better suited for battery electric vehicles? – Driving patterns and economics in Sweden and Germany. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 65, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.018>
- Jensen A. F., Cherchi E. & Mabit S. L. (2013). On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.006>
- Kester J., Noel L., G. Zarazua de Rubens, & Sovacool B. K. (2018). Policy mechanisms to accelerate electric vehicle adoption: A qualitative review from the Nordic region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 719-731. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.067>
- Knez M., Jereb B. & Obrecht M. (2014). Factors influencing the purchasing decisions of low emission cars: A study of Slovenia. *Transportation*

- Research Part D: Transport and Environment, 30, 53-61.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.007>
- Koetse M. J. & Hoen A. (2014). Preferences for alternative fuel vehicles of company car drivers. *Resource and Energy Economics*, 37, 279-30. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2013.12.006>
- Koetse M. J. & Hoen A. (2014). Preferences for alternative fuel vehicles of company car drivers. *Resource and Energy Economics*, 37, 279-301. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2013.12.006>
- Kölbl R., Bauer D. & Rudloff C. (2013) . Travel Behavior and Electric Mobility in Germany: Is the Problem the Driving Range, Costs, or Both?. Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 2, Vienna 1210, Austria. 2385[1], 45-52. <https://doi.org/10.3141/2385-06>
- Koppelman F.S. (1981). Non-linear utility functions in models of travel choice behavior. Volume 10, Issue 2, pp 127–146. <https://doi.org/10.1007/BF00165262>
- Kuby M. (2019). The opposite of ubiquitous: How early adopters of fast-filling alt-fuel vehicles adapt to the sparsity of stations. *Journal of Transport Geography*, 75, 46-57. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.01.003>
- Kurani K, Turrentine T, Sperling S (1996) Testing electric vehicle demand in 'hybrid households' using a reflexive survey. *Transp Res D* 1(2):131–150
- Lane B, Potter S (2007) The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude-action gap. *J Clean Prod* 15:1085–1092
- Larson P. D., Viáfara J., Parsons R. V. & Elias A. (2014). Consumer attitudes about electric cars: Pricing analysis and policy implications. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 69, 299-314. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.09.002>
- Lieven T., Mühlmeier S., Henkel S., & Waller J.F. (2011). Who will buy electric cars? An empirical study in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 16, Issue 3, Pages 236-243, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2010.12.001>
- MADHUWANTHI R.A.M., MARASINGHE A., RAJAPAKSE R.P.C., DHARMAWANSA A.D. & NOMURA S. (2016). Factors Influencing to Travel Behavior on Transport Mode Choice - A Case of Colombo Metropolitan Area in Sri Lanka. *International Journal of Affective Engineering*, 15[2], 63-72. <https://doi.org/10.5057/ijae.IJAE-D-15-00044>
- Offer G. J., Howey D., Contestabile M., Clague R. & Brandon N. P. (2010). Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid

- vehicles in a future sustainable road transport system. *Energy Policy*, 38[1], 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.040>
- Peters A. & Dütschke E. (2014). How do Consumers Perceive Electric Vehicles? A Comparison of German Consumer Groups, *Journal of Environmental Policy & Planning*, 16[3], 359-377, DOI: 10.1080/1523908X.2013.879037
- Popp M, Van de Velde L, Vickery G, Van Huylenbroeck G, Verbeke W, Dixon B (2009) Determinants of consumer interest in fuel economy: lessons for strengthening the conservation argument. *Biomass Bioenergy* 33:768–778
- Rauh N., Franke T., Krems J. F. (2014). Understanding the Impact of Electric Vehicle Driving Experience on Range Anxiety. 57[1]. <https://doi.org/10.1177/0018720814546372>
- Ricci M, Bellaby P, Flynn R (2008) What do we know about public perceptions and acceptance of hydrogen? A critical review and new case study evidence. *Int J Hydrog Energy* 33:5868–5880. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2008.07.106>
- Roche MY, Mourato S, Fishedick M, Pietzner K, Veibahn P (2010) Public attitudes towards and demand for hydrogen and fuel cell vehicles: a review of the evidence and methodological implications. *Energy Policy* 38:5301–5310. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.029>
- Santos G. & Davies H. (2019). Incentives for quick penetration of electric vehicles in five European countries: Perceptions from experts and stakeholders. In Press, Corrected Proof What are Corrected Proof articles? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.034>
- Schwartz SH, Howard JA (1981) A Normative Decision-Making Model of Altruism. In: P. J. Rushton and R. M. Sorrentino, Eds., *Altruism and Helping Behavior: Social, Personality, and Developmental Perspectives*. Erlbaum, Hillsdale 189-211.
- Sierzchula W., Bakker S., Maat K. & Wee B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>
- Stern PC, Dietz T, Abel T, Guagnano GA, Kalof L (1999) A value-belief-norm theory of support for social movements: the case of environmentalism. *Res Hum Ecol* 6(2):81–97

- Tanaka M., Ida T., Murakami K., & Friedman L. (2014). Consumers' willingness to pay for alternative fuel vehicles: A comparative discrete choice analysis between the US and Japan. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 70, Pages 194-209. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.10.019>
- Turrentine TS, Kurani KS (2007) Car buyers and fuel economy? *Energy Policy* 35:1213–1223
- Wang J. & Rakha H. A. (2017). Fuel consumption model for heavy duty diesel trucks: Model development and testing. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55, 127-141. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.011>
- Wee S., Coffman M. & La Croix, S. (2018). Do electric vehicle incentives matter? Evidence from the 50 U.S. states. *Research Policy*, 47[9], 1601-1610. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.05.003>

Παράρτημα Α

Διερεύνηση της εξοικείωσης των Ελλήνων οδηγών με το εναλλακτικό καύσιμο

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει συνταχθεί για τις ανάγκες διπλωματικής εργασίας του ΕΜΠ και έχει ως στόχο να διερευνήσει την εξοικείωση των Ελλήνων οδηγών με το εναλλακτικό καύσιμο. Το ερωτηματολόγιο απευθύνεται σε Έλληνες οδηγούς, άνω των 18 ετών, χωρίζεται σε 4 μέρη και αποτελείται από 29 ερωτήσεις. Για τους σκοπούς της έρευνας δεν απαιτούνται προσωπικά στοιχεία και κάθε απάντηση θα αντιμετωπιστεί εμπιστευτικά και θα συγκεντρωθεί με όλες τις άλλες απαντήσεις. Ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας.

* Απαιτείται

ΜΕΡΟΣ Α - ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

1. Α1. Φύλο: *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Άνδρας
 Γυναίκα

2. Α2. Ηλικία: *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- < 18 ετών Μετά την τελευταία ερώτηση αυτής της ενότητας, παραβλέψτε τις υπόλοιπες και μεταβείτε στο "Ευχαριστούμε για το χρόνο σας!".
- 18-24 ετών
 25-34 ετών
 35-44 ετών
 45-54 ετών
 55-64 ετών
 > 65 ετών

3. Α3. Περιοχή που ζείτε: *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Αστική περιοχή
 Προάστιο
 Αγροτική περιοχή

4. Α4. Ποιο είναι το ετήσιο καθαρό εισόδημα του νοικοκυριού σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Λιγότερο από 10.000 €
 10.000 € - 15.000 €
 Πάνω από 15.000 €

5. Α5. Ποιο είναι το ανώτερο επίπεδο εκπαίδευσής σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Δημοτικό)
 Δευτεροβάθμια εκπαίδευση
 Πανεπιστημιακή εκπαίδευση (ΑΕΙ, ΤΕΙ)
 Μεταπτυχιακή εκπαίδευση
 Ανώτερο επίπεδο εκπαίδευσης (Διδακτορικές σπουδές κ.λπ.)
 Άλλο: _____

6. A6. Πόσοι άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένου και εσάς, ζουν στο σπίτι σας;

Συμπληρώστε έναν αριθμό

ΜΕΡΟΣ Β - ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ

7. B1. Ποια μέσα μεταφοράς χρησιμοποιείτε συνήθως; (είναι δυνατές πολλαπλές απαντήσεις) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- Αυτοκίνητο
 Δημόσιες συγκοινωνίες (λεωφορείο, τραμ, μετρό)
 Ποδήλατο
 Μοτοσικλέτα

8. B2. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε αυτοκίνητο; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Καθημερινά
 Πολλές φορές την εβδομάδα
 Μία φορά την εβδομάδα
 Λιγότερο από μία φορά την εβδομάδα *Παράβλεψη και μετάβαση στο "Ευχαριστούμε για το χρόνο σας!"*

9. B3. Επί του παρόντος εσείς: (κάθε στοιχείο πρέπει να επιλεγεί με Ναι / Όχι) *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ναι	Όχι
Έχετε αυτοκίνητο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Νοικιάζετε αυτοκίνητο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Μοιράζεστε ένα αυτοκίνητο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Χρησιμοποιείτε ένα επαγγελματικό αυτοκίνητο μόνο για επαγγελματικά ταξίδια	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Χρησιμοποιείτε ένα επαγγελματικό αυτοκίνητο για επαγγελματικά και ιδιωτικά ταξίδια	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. B4. Συνήθως, όταν βρίσκεστε σε ένα αυτοκίνητο για ιδιωτικά ταξίδια, είστε: *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ο οδηγός
 Ο επιβάτης *Παράβλεψη και μετάβαση στο "Ευχαριστούμε για το χρόνο σας!"*
 Πότε ο οδηγός, πότε ο επιβάτης
 Δε χρησιμοποιώ αυτοκίνητο για ιδιωτικά ταξίδια *Παράβλεψη και μετάβαση στο "Ευχαριστούμε για το χρόνο σας!"*

11. B5. Τι είδους αποστάσεις διανύετε πιο συχνά με το αυτοκίνητό σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Μικρές αποστάσεις (λιγότερο από 50 km)
 Ενδιάμεσες αποστάσεις (μεταξύ 50 km και 150 km)
 Μεγάλες αποστάσεις (πάνω από 150 km)

12. B6. Πού χρησιμοποιείτε κυρίως το αυτοκίνητό σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σε αστικές / προαστιακές περιοχές
- Σε δευτερεύοντες δρόμους
- Σε εθνικές οδούς

13. B7. Πόσες ώρες κατά μέσο όρο ξοδεύετε συνήθως σε ένα αυτοκίνητο την εβδομάδα; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Λιγότερο από 2 ώρες
- Από 2 έως 5 ώρες
- Από 5 έως 10 ώρες
- Περισσότερες από 10 ώρες

14. B8. Ποιο μοντέλο / μέγεθος αυτοκινήτου οδηγείτε πιο συχνά; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Μίνι / μικρό αυτοκίνητο
- Μεσαίο οικογενειακό αυτοκίνητο
- Μεγάλο οικογενειακό αυτοκίνητο
- Κάμπριο (cabrio) αυτοκίνητο
- Coupe/sport (2 πόρτες)
- Τζίπ (SUV)
- Αγροτικό
- Επαγγελματικό/van
- Πολυμορφικό

15. B9. Έχετε αγοράσει το αυτοκίνητό σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Καινούριο
- Μεταχειρισμένο

16. B10. Ποια είναι η ηλικία του αυτοκινήτου που οδηγείτε ή χρησιμοποιείτε πιο συχνά;

**Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Μικρότερη από 6 μήνες
- Από 6 μήνες έως 2 έτη
- Από 2 έως 5 έτη
- Από 5 έως 10 έτη
- Από 10 έως 15 έτη
- Άνω των 15 ετών

17. B11. Ποια τεχνολογία κίνησης/καύσιμα χρησιμοποιείτε για να τροφοδοτήσετε το αυτοκίνητό σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Βενζίνη
- Πετρέλαιο
- Υβριδικό (π.χ. βενζίνη / πετρέλαιο)
- Υδρογόνο
- Φυσικό αέριο (συμπιεσμένο φυσικό αέριο, μεθάνιο ή βιομεθάνιο)
- Υγραέριο
- Ηλεκτρικό
- Βιοκαύσιμα (βιοντίζελ, βιοαιθανόλη, βιοαέριο)
- Άλλο:

18. Β12. Πόσο πιθανό θεωρείται πως είναι το να αποκτήσετε ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Καθόλου πιθανό, δεν είναι στις προτιμήσεις μου
 Ίσως
 Πολύ πιθανό
 Σίγουρα θα είναι η επόμενη επιλογή μου
 Διαθέτω είδη αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο

ΜΕΡΟΣ Γ - ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

19. Γ1. Επιλέξτε την τεχνολογία κίνησης/καύσιμα που γνωρίζετε: (είναι δυνατές πολλαπλές απαντήσεις) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- Βενζίνη
 Πετρέλαιο
 Υβριδικό (π.χ. βενζίνη / πετρέλαιο)
 Υδρογόνο
 Φυσικό αέριο (συμπιεσμένο φυσικό αέριο, μεθάνιο ή βιομεθάνιο)
 Υγραέριο
 Ηλεκτρικό
 Βιοκαύσιμα (βιοντίζελ, βιοαιθανόλη, βιοαέριο)
 Κανένα από αυτά

20. Γ2. Κατά την αγορά οχήματος, ποια η σημασία του καθενός από τα παρακάτω χαρακτηριστικά; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Καθόλου σημαντικό	Λίγο σημαντικό	Σημαντικό	Πολύ σημαντικό
Τιμή	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Κίνητρα που παρέχονται από την κυβέρνηση ή τις τοπικές αρχές	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τύπος καυσίμου	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Κατανάλωση καυσίμου	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ισχύς κινητήρα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ασφάλεια	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Μέγεθος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Κόστος λειτουργίας (ασφάλιση, επισκευή και συντήρηση), εξαιρουμένων των δαπανών για καύσιμα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Μάρκα/Μοντέλο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εκπομπές (αέρια θερμοκηπίου, ατμοσφαιρικοί ρύποι κτλ.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σχεδιασμός/Design	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Γ3. Πριν αγοράσετε ένα όχημα, συγκρίνετε τις διαφορετικές επιλογές καυσίμων; (π.χ. βενζίνη με πετρέλαιο) *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ναι Παράβλεψη και μετάβαση στην ερώτηση 22.
 Όχι Παράβλεψη και μετάβαση στην ερώτηση 23.

22. Γ4. Εάν ναι, τι είδους πληροφορίες ψάχνετε; (Επιλέξτε έως 2 στοιχεία) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- Κατανάλωση καυσίμου (l / 100km)
- Τιμές καυσίμων (π.χ. € / l για τα βενζινοκίνητα)
- Φορολογικά κίνητρα
- Εύρος (πόσα χιλιόμετρα μπορώ να ταξιδέψω με πλήρη δεξαμενή πριν από τον ανεφοδιασμό)
- Ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για την αναπλήρωση / επαναφόρτιση της δεξαμενής / της μπαταρίας
- Κόστος αγοράς οχήματος
- Ετήσια έξοδα λειτουργίας (ασφάλιση, επισκευή και συντήρηση)
- Άλλο:

23. Γ5. Ποιες πηγές χρησιμοποιείτε για να λάβετε πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ποτέ	Σπάνια	Μερικές φορές	Πολύ συχνά	Πάντα
Ιστοσελίδα ή φυλλάδιο του κατασκευαστή οχημάτων	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Νέο Ευρωπαϊκό κύκλο οδήγησης (οδηγία για τα καθαρά οχήματα)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Δίκτυα κοινωνικών μέσων ενημέρωσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εξειδικευμένος Τύπος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Άλλες πηγές του Διαδικτύου (φόρουμ, ιστότοποι κτλ.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αντιπροσωπεία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Από στόμα σε στόμα από άλλους ιδιοκτήτες οχημάτων	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τηλεοπτικά προγράμματα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Γ6. Ποιες πηγές πληροφόρησης εμπιστεύεστε περισσότερο σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Μη αξιόπιστο	Μάλλον αναξιόπιστο	Αρκετά αξιόπιστο	Πολύ αξιόπιστο
Ιστοσελίδα ή φυλλάδιο του κατασκευαστή οχημάτων	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Νέο Ευρωπαϊκό κύκλο οδήγησης (οδηγία για τα καθαρά οχήματα)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Δίκτυα κοινωνικών μέσων ενημέρωσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εξειδικευμένος Τύπος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Άλλες πηγές του Διαδικτύου (φόρουμ, ιστότοποι κτλ.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αντιπροσωπεία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Από στόμα σε στόμα από άλλους ιδιοκτήτες οχημάτων	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τηλεοπτικά προγράμματα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ΜΕΡΟΣ Δ - ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

25. Δ1. Πώς θα ορίζατε ένα εναλλακτικό καύσιμο; (μία απάντηση) *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ένα καύσιμο που παράγεται μέσω βιολογικών διεργασιών, δηλαδή βιοκαυσίμων
- Ένα καύσιμο εκτός της βενζίνης ή του πετρελαίου ντίζελ για την τροφοδότηση του κινητήρα
- Βενζίνη ή πετρέλαιο

**Στην έρευνα αυτή, τα εναλλακτικά καύσιμα ορίζονται ως εξής:

Ένα καύσιμο εκτός της βενζίνης ή του πετρελαίου ντίζελ για την τροφοδότηση του κινητήρα όπως, το φυσικό αέριο, το υγραέριο, το υδρογόνο ή ο ηλεκτρισμός.

26. Δ2. Πόσο εξοικειωμένοι είστε με τα εναλλακτικά καύσιμα; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Το αυτοκίνητό μου τροφοδοτείται με ένα από τα εναλλακτικά καύσιμα (όπως φυσικό αέριο, υγραέριο, υδρογόνο, ηλεκτρισμός).
- Το επόμενο αυτοκίνητό μου πιθανότατα θα τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο.
- Δεν ενδιαφέρομαι να αγοράσω ένα αυτοκίνητο με εναλλακτικό καύσιμο.
- Δεν ξέρω επί της ουσίας τι είναι τα εναλλακτικά καύσιμα, αλλά θα ήθελα να μάθω περισσότερα.
- Ενδιαφέρομαι για ένα αυτοκίνητο που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο, αλλά δεν προτίθεμαι να αγοράσω ένα.

27. Δ3. Πιστεύετε ότι είστε καλά ενημερωμένοι για τις διάφορες τεχνολογίες εναλλακτικών

καυσίμων που διατίθενται σήμερα στην αγορά; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Πολύ καλά ενημερωμένος(η)
- Κάπως ενημερωμένος(η)
- Μάλλον ενημερωμένος(η)
- Καθόλου ενημερωμένος(η)

28. Δ4. Για ποιους λόγους θα επιλέγατε ένα όχημα που τροφοδοτείται με εναλλακτικό καύσιμο; (Επιλέξτε έως 3 στοιχεία) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα
- Βελτίωση της άνεσής σας / βελτίωση της εμπειρίας οδήγησης
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης / μείωση της κατανάλωσης καυσίμου
- Ωφελος από το χαμηλότερο κόστος καυσίμων
- Για να λαμβάνετε κυβερνητικά οικονομικά κίνητρα

29. Δ5. Για ποιους λόγους δε θα επιλέγατε ένα όχημα που τροφοδοτείται με εναλλακτικό

καύσιμο; (Επιλέξτε έως 3 στοιχεία) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- Ανεπαρκής εμβέλεια (πόσο μακριά μπορεί να οδηγήσει αυτό το όχημα με πλήρη δεξαμενή ή πλήρη μπαταρία)
- Υπερβολική διάρκεια ανεφοδιασμού / επαναφόρτισης
- Υψηλότερη τιμή οχήματος
- Υψηλότερο κόστος καυσίμων

- Αντιληπτός κίνδυνος που συνδέεται με τη χρήση του εναλλακτικού καυσίμου
- Φοβάστε για την αξία μεταπώλησης του οχήματος
- Υψηλότερο κόστος συντήρησης
- Έλλειψη υποδομής ανεφοδιασμού / επαναφόρτισης
- Αβεβαιότητα όσον αφορά τα κυβερνητικά οικονομικά κίνητρα
- Το επιθυμητό μοντέλο, μάρκα ή τύπος οχήματος δεν είναι διαθέσιμο με εναλλακτικό καύσιμο
- Δεν ανησυχώ για την κλιματική αλλαγή

Ευχαριστούμε για το χρόνο σας!

Παράρτημα Β

```
> install.packages("rlang")
> install.packages("glmulti")
> install.packages("pscl")
> install.packages("pROC")
> install.packages("pscl")
> install.packages("pROC")

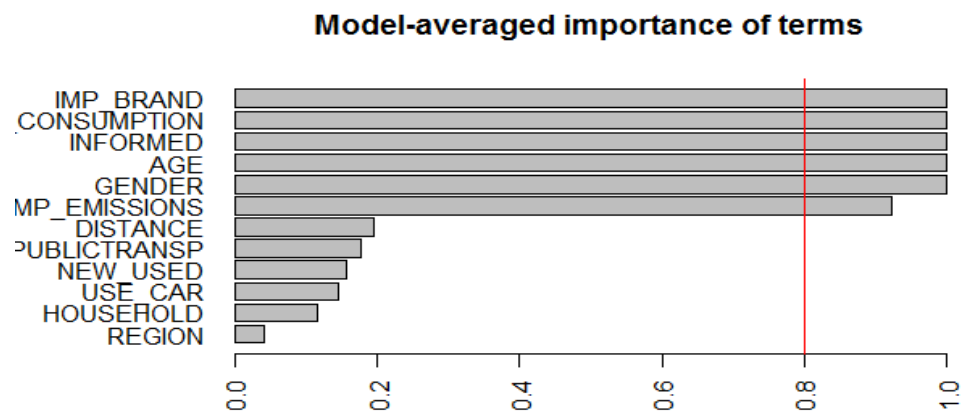
> library(rlang)
> library(plotly)
> library(leaps)
> library(glmulti)
> library(pROC)
> library(caret)
> library(foreign)
> library(nnet)
> library(ggplot2)
> library(reshape2)
> library(pscl)
> library(pROC)

> #Anna Drivakou
> dedomena<- read.csv("C:/Users/user/Desktop/Διπλωματική/Diploma
Thesis/Αρχεία excel για τα δεδομένα/Logit/Logit Regression
((B12)).csv")

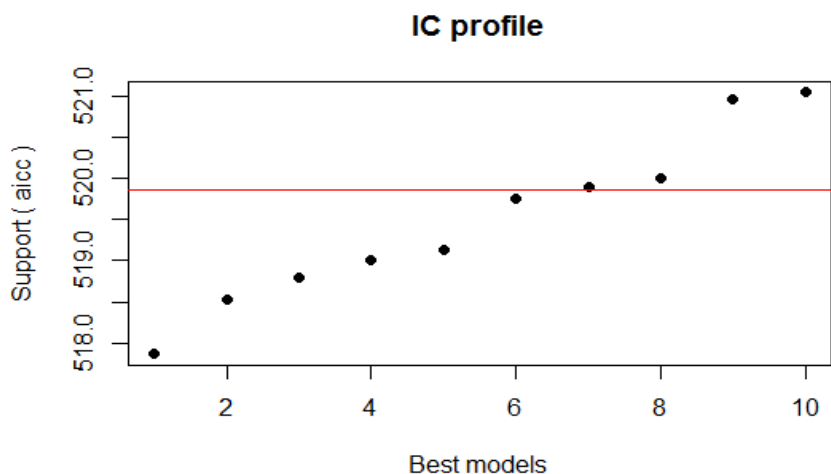
> dedomena$REGION <- as.factor(dedomena$REGION )
> dedomena$EDUCATION <- as.factor(dedomena$EDUCATION )
>
>
>
> #####2. create train and test set
> #define % of training and test set
> bound <- floor((nrow(dedomena)/10)*8)
> #sample rows (create random sample)
> dedomena <- dedomena[sample(nrow(dedomena)), ]
> #get training set
> dedomena.train <- dedomena[1:bound, ]
> #get test set
> dedomena.test <- dedomena[(bound+1):nrow(dedomena), ]
>
>
> #####new step: auto selection off indipendent variables
>
>
>
> ##### A + B,C MEROS
> fullmodel <- glmulti(LIKELY_TOGETACAR ~ GENDER + AGE + REGION
+ INCOME + EDUCATION + HOUSEHOLD + USE_CAR +
USE_PUBLICTRANSP +
+ DISTANCE + NEW_USED + CAR_AGE + INFORMED +
IMP_PRICE + IMP_CONSUMPTION + IMP_SECURITY + IMP_BRAND +
IMP_EMISSIONS + IMP_DESIGN,
+ data = dedomena.train,
+ level = 1, # No interaction
considered
+ method = "g", # "g" fro genetic
algorithm and 'h' for Exhaustive approach
+ crit = "aicc", # AICc as criteria
+ confsetsize = 10, # Keep 10 best
models
+ plotly = F, report = F, # No plot or interim
reports
+ fitfunction = "glm") # glm function
TASK: Genetic algorithm in the candidate set.
Initialization...
Algorithm started...
```


Improvements in best and average IC have been below the specified goals.
 Algorithm is declared to have converged.
 Completed.

```
> print(fullmodel)
glmulti.analysis
Method: g / Fitting: glm / IC used: aicc
Level: 1 / Marginality: FALSE
From 10 models:
Best IC: 517.864061245555
Best model:
[1] "LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + INFORMED +
IMP_CONSUMPTION + "
[2] "      IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS"
Evidence weight: 0.201886446450638
Worst IC: 521.043300086393
6 models within 2 IC units.
8 models to reach 95% of evidence weight.
Convergence after 150 generations.
Time elapsed: 1.56155598560969 minutes.
> plot(fullmodel)
```



```
> plot(fullmodel, type="s")
>
```



```
>
> ## show 10 best models (Use @ instead of $ for an s4 object)
> fullmodel@formulas
[[1]]
```

```

LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + INFORMED + IMP_CONSUMPTION +
  IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[2]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + USE_CAR + INFORMED +
IMP_CONSUMPTION +
  IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[3]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + DISTANCE + INFORMED +
IMP_CONSUMPTION +
  IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[4]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + NEW_USED + INFORMED +
IMP_CONSUMPTION +
  IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[5]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + USE_PUBLICTRANSP + INFORMED +
  IMP_CONSUMPTION + IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[6]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + INFORMED + IMP_CONSUMPTION +
  IMP_BRAND
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[7]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + HOUSEHOLD + INFORMED +
  IMP_CONSUMPTION + IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[8]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + USE_PUBLICTRANSP + DISTANCE +
  INFORMED + IMP_CONSUMPTION + IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[9]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + GENDER + AGE + HOUSEHOLD + NEW_USED +
  INFORMED + IMP_CONSUMPTION + IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

[[10]]
LIKELY_TOGETACAR ~ 1 + REGION + GENDER + AGE + INFORMED +
IMP_CONSUMPTION +
  IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS
<environment: 0x00000003fb9d1c0>

>
> ## show result for the best model
> summary(fullmodel@objects[[1]])

Call:
fitfunc(formula = as.formula(x), data = data)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.7196 -0.3095 -0.1722  0.4640  0.9432

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.60766    0.16562   3.669 0.000274 ***
GENDER       -0.11872    0.04473  -2.654 0.008247 **
AGE          -0.05152    0.01804  -2.856 0.004502 **

```

```

INFORMED          -0.12266    0.02674   -4.586  5.92e-06 ***
IMP_CONSUMPTION   0.08528    0.03712    2.297  0.022082 *
IMP_BRAND         -0.09317    0.02867   -3.250  0.001245 **
IMP_EMISSIONS     0.05860    0.02960    1.980  0.048334 *

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1869855)

```

Null deviance: 92.614 on 437 degrees of freedom
Residual deviance: 80.591 on 431 degrees of freedom
AIC: 517.53

```

Number of Fisher Scoring iterations: 2

```

> mymodel_choice<-glm(LIKELY_TOGETACAR ~ GENDER + AGE + INFORMED +
+ IMP_CONSUMPTION + IMP_BRAND +
IMP_EMISSIONS, data=dedomena.test,family="binomial")
> summary(mymodel_choice)

```

```

Call:
glm(formula = LIKELY_TOGETACAR ~ GENDER + AGE + INFORMED +
IMP_CONSUMPTION +
IMP_BRAND + IMP_EMISSIONS, family = "binomial", data =
dedomena.test)

```

```

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.6964 -0.6569 -0.3683  0.7464  2.8904

```

```

Coefficients:
(Intercept)      3.1815    2.3613    1.347    0.1779
GENDER           1.5214    0.6031    2.523    0.0116 *
AGE              -0.4416    0.2277   -1.939    0.0525 .
INFORMED        -1.7795    0.4342   -4.098  4.16e-05 ***
IMP_CONSUMPTION -0.2357    0.5674   -0.415    0.6779
IMP_BRAND         0.2788    0.3586    0.778    0.4368
IMP_EMISSIONS     0.2836    0.3990    0.711    0.4772

```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

```

Null deviance: 136.042 on 109 degrees of freedom
Residual deviance: 99.003 on 103 degrees of freedom
AIC: 113

```

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

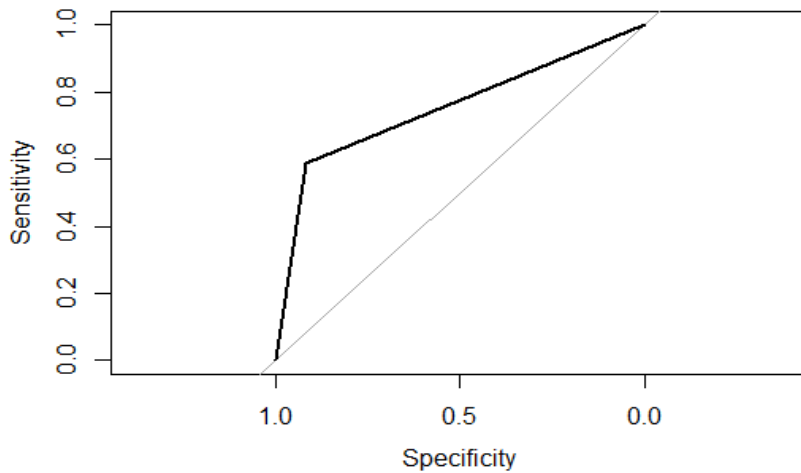
>
> ### Predict and evaluate predictions
> theProbs <- fitted(mymodel_choice)
> class <- data.frame(response = dedomena.test$LIKELY_TOGETACAR,
predicted = round(fitted(mymodel_choice),0))
> xtabs(~ predicted + response, data = class)
      response
predicted 0 1
0       70 14
1        6 20

```

```

> #ROC
> mroc<-roc(class$response, class$predicted, plot=T)

```



```
> auc(mroc)
Area under the curve: 0.7546
> #sensitivity specificity etc
> confusionMatrix(as.factor(class$response),
as.factor(class$predicted))
Confusion Matrix and Statistics
```

```
      Reference
Prediction 0  1
0         70  6
1         14 20
```

```
      Accuracy : 0.8182
      95% CI   : (0.7333, 0.8853)
No Information Rate : 0.7636
P-Value [Acc > NIR] : 0.1063
```

```
      Kappa : 0.5447
McNemar's Test P-Value : 0.1175
```

```
      Sensitivity : 0.8333
      Specificity : 0.7692
      Pos Pred Value : 0.9211
      Neg Pred Value : 0.5882
      Prevalence : 0.7636
      Detection Rate : 0.6364
      Detection Prevalence : 0.6909
      Balanced Accuracy : 0.8013
```

```
'Positive' class : 0
```

```
> #explain
> # odds ratios and 95% CI
> exp(cbind(OR = coef(mymodel_choice), confint(mymodel_choice)))
waiting for profiling to be done...
```

	OR	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	24.0831131	0.2260625	2722.9760542
GENDER	4.5787027	1.4892607	16.2479382
AGE	0.6430371	0.3999541	0.9859694
INFORMED	0.1687298	0.0667652	0.3716884
IMP_CONSUMPTION	0.7900375	0.2627001	2.4988861
IMP_BRAND	1.3215772	0.6582730	2.7223128
IMP_EMISSIONS	1.3278650	0.6058246	2.9414995