



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων



Χρήστος Μυλωνάς

Επιβλέπων: Παναγιώτης Παπαντωνίου

Αθήνα, Ιούλιος 2022



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων

Χρήστος Μυλωνάς  
Α.Μ.:15039

Επιβλέπων: Παναγιώτης Παπαντωνίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12η Ιουλίου 2022

.....  
Π. Παπαντωνίου  
Επ. Καθηγητής ΠΑΔΑ

.....  
Γ. Χλούπης  
Αν, Καθηγητής ΠΑΔΑ

.....  
Δ. Παύλου  
Διδάσκων ΠΑΔΑ




## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Μυλωνάς Χρήστος του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου 15039, φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο δηλών

Μυλωνάς Χρήστος  


Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.



## Ευχαριστίες

---

Με την παράδοση της παρούσας διπλωματικής εργασίας ορίζεται και η ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που μου στάθηκαν και με στήριξαν καθ' όλη την πορεία των σπουδών μου. Η οικογένεια μου, οι καθηγητές μου οι φίλοι αλλά και ο περίγυρος μου έπαιξαν σημαντικό ρόλο σε αυτό.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής του ΠΑΔΑ, ο οποίος είναι και ο υπεύθυνος καθηγητής για την παρούσα διπλωματική εργασία. Με εμπιστευτικέ από την πρώτη στιγμή για την ανάθεση του θέματος, μου έδειξε την πλήρη υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας και βρισκόταν εκεί σε κάθε δυσκολία για να την επιλύσουμε και να προχωρήσουμε παρακάτω. Τα σχόλια του και οι συστάσεις του ήταν αυτά που οδήγησαν την μελέτη στην παρούσα κατάσταση.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την Πολιτικό Μηχανικό και μεταπτυχιακή φοιτήτρια κα Παναγιώτα Σπανού για την χρήσιμη βοήθεια της όσον αφορά τα στατιστικά προγράμματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση των μαθηματικών μοντέλων καθώς και για τα πάντοτε εποικοδομητικά σχόλια-παρατηρήσεις που μου έκανε έτσι ώστε να έχει η εργασία μου το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για όλη την στήριξη που μου έδειξαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων

Μυλωνάς Χρήστος  
Α.Μ.:15039

Επιβλέπων: Παπαντωνίου Παναγιώτης

### Σύνοψη

---

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει τις προτιμήσεις των χρηστών όσον αφορά την επιλογή και τη χρήση ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο για ένα δείγμα 150 χρηστών, το οποίο αποτελείται από διάφορες ενότητες (χαρακτηριστικά κινητικότητας, δημογραφικά στοιχεία, γνώσεις σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα). Επιπλέον, το κύριο μέρος του ερωτηματολογίου περιελάμβανε έρευνα των δηλωμένων προτιμήσεων μέσω υποθετικών σεναρίων με χαρακτηριστικά που περιλάμβαναν το κόστος αγοράς, το κόστος καυσίμου ανά 400 χιλιόμετρα και την αυτονομία οδήγησης.

Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν μοντέλα πολυωνμικής λογιστικής παλινδρόμησης από τα οποία προέκυψαν συντελεστές που περιγράφουν μαθηματικά τις παραμέτρους επιλογής ηλεκτρικών και υβριδικών επιβατικών οχημάτων.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, αν και το κόστος αγοράς είναι ένας σημαντικός παράγοντας, όπως αναμενόταν, τόσο η αυτονομία του οχήματος όσο και το κόστος καυσίμου έχουν σημαντική επίδραση στο μοντέλο με υψηλά ποσοστά ελαστικότητας, υποδεικνύοντας ότι το επόμενο βήμα στην ενεργειακή μετάβαση βασίζεται σε αρκετές βασικές παραμέτρους, οι οποίες θα πρέπει να βελτιωθούν εξίσου τα επόμενα χρόνια.



DIPLOMA THESIS

Investigation of user's preferences on  
electric passenger cars

Chris Mylonas

R.N.:15039

Assistant Professor: Panagiotis Papantoniou

**Abstract**

---

The objective of this research is to investigate user's preferences on the selection and use of electric passenger vehicles. In order to achieve this scope a questionnaire has been developed, for a sample of 150 users, consisting of different sections (mobility characteristics, demographic, knowledge on electric vehicles). Moreover, the key part of the questionnaire referred to a stated preferences survey through hypothetical scenarios with attributes including purchase cost, fuel cost per 400km and driving autonomy. Subsequently, multinomial logistic regression models were developed from which the selection coefficients were obtained that mathematically describe the selection parameters of electric and hybrid passenger vehicles. Results indicate that, although purchase cost is an important factor, as expected, both driving autonomy and fuel cost have a significant effect on the model with high elasticity rates indicating that the next step on energy transition relies on several key parameters, that should be equally improved in the following years.

## **Πίνακας περιεχομένων**

---

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>6</b>
<b>ΣΥΝΟΨΗ</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>8</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	<b>11</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ</b>	<b>11</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	<b>12</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>13</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	13
1.1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	14
1.1.2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΜΕ ΤΑ ΧΡΟΝΙΑ	15
1.1.3. Η ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	16
1.1.4. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ, ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ	16
1.1.5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ	17
1.1.6. ΤΥΠΟΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	18
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	19
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	20
1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	20
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b>	<b>22</b>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	22
2.2 ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	23
2.3 ΥΠΟΔΟΜΕΣ	24
2.4 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	26
2.5 ΣΥΝΟΨΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	36
2.5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΔΟΥΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	39
2.5.2 ΣΥΝΟΨΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>41</b>
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	41
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΈΝΝΟΙΕΣ	41
3.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ	42

<b>3.4 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ</b>	<b>44</b>
3.4.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	44
3.4.2 ΠΙΘΑΝΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	44
3.4.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ - LOGISTIC REGRESSION	45
<b>3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΕΛΗΛΩΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΛΥΠΤΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	<b>47</b>
<b>3.6 ΣΥΝΟΨΗ</b>	<b>48</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ** **49**

<b>4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>49</b>
<b>4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>	<b>49</b>
4.2.1 Το ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	49
4.2.2 ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	50
4.2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	51
4.2.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	52
<b>4.3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ</b>	<b>54</b>
4.3.1 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	54
4.3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΙΝΑΚΑ	55
<b>4.4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>	<b>56</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ** **62**

<b>5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>62</b>
<b>5.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ</b>	<b>62</b>
<b>5.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ R-STUDIO</b>	<b>63</b>
<b>5.4 ΚΩΔΙΚΑΣ</b>	<b>64</b>
<b>5.5 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ</b>	<b>66</b>
<b>5.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>69</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ** **71**

<b>6.1 ΣΥΝΟΨΗ</b>	<b>71</b>
<b>6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>72</b>
<b>6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</b>	<b>73</b>
<b>6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ</b>	<b>74</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ** **76**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ** **79**

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ</b>	<b>79</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ R-STUDIO</b>	<b>94</b>

## Κατάλογος Εικόνων

---

Εικόνα 1-1 Εσωτερικά στοιχεία ηλεκτρικού οχήματος.....	14
Εικόνα 1-2 Το αυτοκίνητο του Woods Motor Vehicle Company, ένα από τα πρώτα ηλεκτρικά οχήματα .....	15
Εικόνα 1-3 Σύγκριση μιας αντλίας βενζίνης και ενός αντάπτορα ηλεκτρικής φόρτισης.....	17
Εικόνα 1-4 Διάγραμμα Ροής Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασία.....	21
Εικόνα 2-1 ξεχωριστές θέσεις parking για τα ηλεκτρικά οχήματα .....	22
Εικόνα 2-2 Πλήθος σταθμών φορτίσεις στην Ελλάδα το 2022.....	25
Εικόνα 2-3 Σύγκριση σταθμών φόρτισης στην Ελλάδα το 2021.....	25
Εικόνα 4-1 Από την ενότητα 3 του ερωτηματολογίου το 1 <sup>ο</sup> σενάριο όπως ακριβώς εμφανιζόταν στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε .....	52
Εικόνα 4-2 Κομμάτι από το ερωτηματολόγιο, μέρος 4 <sup>ο</sup> , τα δημογραφικά χαρακτηριστικά.....	54

## Κατάλογος Γραφημάτων

---

Γράφημα 4.1 το φύλο .....	56
Γράφημα 4.2 Η ηλικιακή ομάδα .....	57
Γράφημα 4.3 Ετήσιο εισόδημα.....	57
Γράφημα 4.4 Επάγγελμα.....	58
Γράφημα 4.5 Ποσό θα επηρέαζαν την αγορά επιβατικό οχήματος οι παρακάτω παράμετροι.....	59
Γράφημα 4.6 Ποσό συμφωνείτε με τις παρακάτω απόψεις .....	60
Γράφημα 4.7 Σε ποσά χρονιά πιστεύετε ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα αποτελούν την πλειοψηφία του συνόλου των αυτοκινήτων .....	60
Γράφημα 4.8 Σκέφτεστε να αγοράσετε καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο .....	61

## Κατάλογος Πινάκων

---

Πίνακας 2.1 Σύνοψη Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης.....	38
Πίνακας 4.1 Πίνακας με τις τιμές των σεναρίων για κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες .....	50
Πίνακας 4.2 Ο τελικός πίνακας με όλα τα δεδομένα όπως καταχωρήθηκε στο λογισμικό πρόγραμμα R-Studio .....	55
Πίνακας 5.1 Πίνακας με τις ανεξάρτητες μεταβλητές και τις περιγραφές τους από το MLR μοντέλο .....	63
Πίνακας 5.2 Τα δεδομένα όπως φαίνονται μέσα από το λογισμικό πρόγραμμα του R-Studio .....	65
Πίνακας 5.3 Συναρτήσεις χρησιμότητας $U_2$ και $U_3$ για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα .....	67

# Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

---

## 1.1 Γενική Ανασκόπηση

Ενώ τα ορυκτά καύσιμα εξαντλούνται σταδιακά λόγω της υπερβολικής χρήσης τους για την κίνηση των συμβατικών οχημάτων, τα **ηλεκτρικά οχήματα** αποτελούν μια αναπτυσσόμενη αγορά για την αγορά νέων οχημάτων, καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι κάνουν τη μετάβαση από τα βενζινοκίνητα στα ηλεκτρικά οχήματα (Αnon., 2014) (Αnon., 2019).

Μια εξαιρετικά σημαντική πτυχή αυτού του μετασχηματισμού είναι η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> για τον μετριασμό της **κλιματικής αλλαγής**, η οποία απαιτεί σημαντικές αλλαγές σε πολλούς τομείς. Ένας από τους σημαντικότερους από αυτούς τους τομείς είναι ο τομέας των μεταφορών, ο οποίος ευθύνεται για το 24% των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub> (Αnon., 2018).

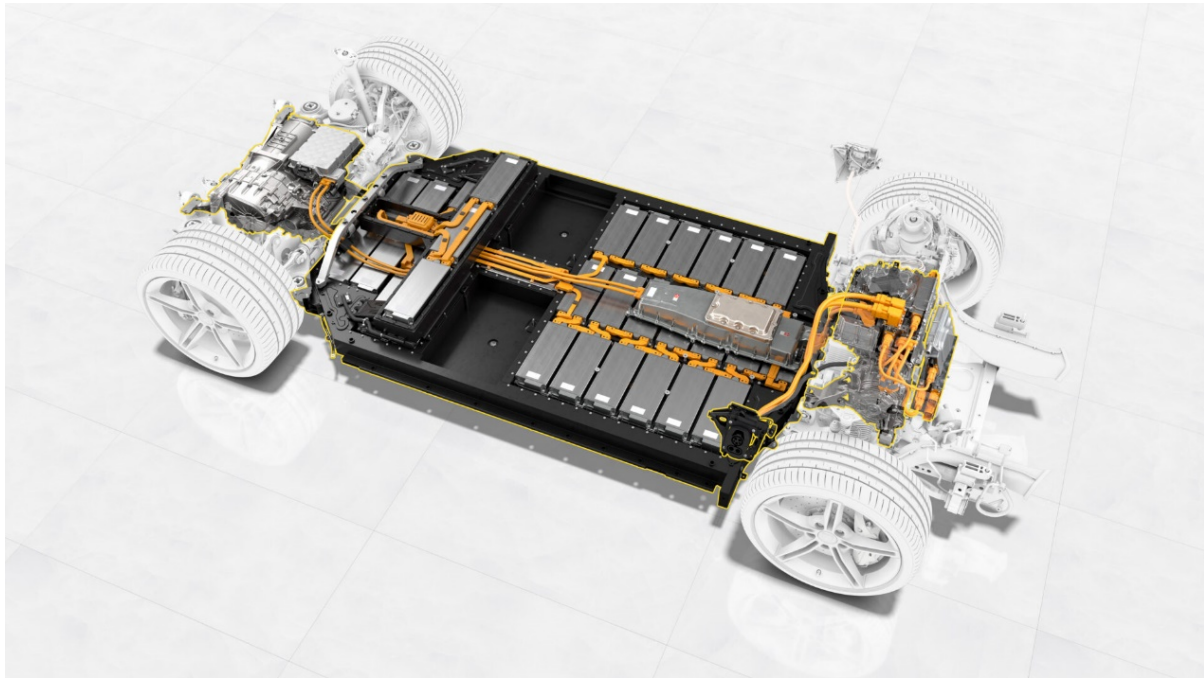
Τα ηλεκτρικά οχήματα χρησιμοποιούν **ηλεκτρική ενέργεια** για την κίνηση του οχήματος και τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών του οχήματος. Σύμφωνα με την Τεχνική Επιτροπή της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής, εάν το όχημα χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες πηγές ενέργειας, συσκευή αποθήκευσης και μετατροπέα για την κίνηση του οχήματος, τότε ονομάζεται υβριδικό όχημα (HEV), εφόσον τουλάχιστον μία πηγή παρέχει ηλεκτρική ενέργεια (Αnon., 2017)

Αν και η **διάδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων** μπορεί να συμβάλει σε μεγαλύτερη βιωσιμότητα στον τομέα των μεταφορών, αλλά τα ποσοστά διάδοσης στις περισσότερες χώρες είναι ακόμη χαμηλά. Η δημόσια συζήτηση επικεντρώνεται σε ορθολογικές πτυχές όπως η τιμή αγοράς ή οι νέες τεχνολογικές απαιτήσεις (π.χ. περιορισμένη εμβέλεια και νέο σύστημα φόρτισης) (Αnon., 2020).

Οι Romeo Danielis κ.α. διερεύνησαν τα κίνητρα για την περιορισμένη αλλά αυξανόμενη υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων μέσω μιας **έρευνας δηλωμένης προτίμησης** σε Ιταλούς οδηγούς. Η οικονομετρική ανάλυση των δηλωμένων επιλογών επιβεβαίωσε ότι τα χαρακτηριστικά του οχήματος, όπως η τιμή αγοράς, η οικονομία καυσίμου και η αυτονομία οδήγησης, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Ο χρόνος που δαπανάται για τη φόρτιση του οχήματος επηρεάζει αρνητικά τη χρησιμότητα των ερωτηθέντων, ενώ η πυκνότητα του δικτύου ταχείας φόρτισης δεν θεωρείται ακόμη σημαντική ή έχει αντίθετο πρόσημο. Αντιθέτως, η δυνατότητα δωρεάν στάθμευσης των EV, έστω και για περιορισμένο χρονικό διάστημα, στις κεντρικές περιοχές της πόλης αξιολογείται θετικά από τους ερωτηθέντες (Αnon., 2020).

Τα ηλεκτρικά οχήματα χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια ως **κύριο καύσιμο** ή χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια μαζί με έναν συμβατικό κινητήρα για τη βελτίωση της απόδοσης (υβριδικά οχήματα). Οι οδηγοί αγοράζουν τα οχήματα αυτά για διάφορους λόγους. Πολλοί αποφασίζουν να αγοράσουν χάρη στην εξοικονόμηση χρημάτων που παρέχουν. Μπορούν επίσης να πραγματοποιήσουν σημαντικές φορολογικές ελαφρύνσεις που ενθαρρύνουν την οδήγηση με χαμηλές εκπομπές ρύπων ή και χωρίς εκπομπές. Τα πρόσθετα οφέλη περιλαμβάνουν περιβαλλοντικές βελτιώσεις χάρη των μειωμένων εκπομπών του οχήματος, την ενεργειακή ανεξαρτησία μέσω της χρήσης τοπικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και την υψηλή ποιότητα των επιδόσεων οδήγησης.

Με την εισροή ηλεκτρικών οχημάτων προκύπτει η **ανάγκη για υποδομές φόρτισης**. Σε ολόκληρη τη χώρα, οι επιχειρήσεις, οι κυβερνήσεις και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας εγκαθιστούν σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτή η τάση προς τα ηλεκτρικά οχήματα αναμένεται να συνεχιστεί, ειδικά με τα δισεκατομμύρια ευρώ που οι κατασκευαστές αυτοκινήτων επενδύουν σε αυτά τα νέα οχήματα. Ο κατάλογος των κατασκευαστών ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι μεγάλος, με σχεδόν κάθε μεγάλο κατασκευαστή αυτοκινήτων να έχει σήμερα αναπτύσει ή πουλήσει ένα ηλεκτρικό όχημα.



Εικόνα 1-1 Εσωτερικά στοιχεία ηλεκτρικού οχήματος

### 1.1.1. Ιστορική αναδρομή

Ήδη από το πρώτο μισό του 19ου αιώνα **εμφανίστηκαν τα πρώτα πρωτότυπα ηλεκτρικών κινητήρων**, όπως αυτά που κατασκεύασαν ο Ούγγρος Άνγος Jedlik (1828), ο Αμερικανός Thomas Davenport (1834), ο Ολλανδός Sibrandus Stratingh και ένας Σκωτσέζος, ο Robert Anderson (1839).

Στις αρχές του 20<sup>ού</sup> αιώνα, αυτό το είδος οχήματος είχε γίνει το **αγαπημένο** για τις αστικές μεταφορές σε πολλές ευρωπαϊκές και αμερικανικές πόλεις. Οι στόλοι ταξί σε ορισμένα από αυτά τα μέρη, όπως τα δημοφιλή "hummingbirds" του επιχειρηματία Walter C. Bersey στο Λονδίνο (που ονομάστηκαν έτσι λόγω του χαρακτηριστικού βουητού που παρήγαγαν οι κινητήρες τους), χρησιμοποιούσαν αυτή την τεχνολογία.

**Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν τις ρίζες τους στη δεκαετία του 1800.** Το πρώτο αμερικανικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο αναπτύχθηκε από τον William Morrison το 1891. Το βαγόνι του για έξι επιβάτες έφτασε σε τελική ταχύτητα 14 μίλια/ώρα (αν και αξίζει να σημειωθεί ότι το 1899 το ρεκόρ ταχύτητας εδάφους ήταν από ηλεκτρικό όχημα με ταχύτητα 66 χλμ/ώρα). Η εφεύρεση του Morrison θεωρήθηκε το πρώτο πρακτικό παράδειγμα ηλεκτρικού οχήματος, και τόνωσε το ενδιαφέρον για τις ηλεκτρικές μεταφορές.

Το τέλος του 19ου αιώνα και οι αρχές του 20ού αιώνα σημείωσαν μεγάλη **πρόοδο για τα ηλεκτρικά οχήματα**. Στην πραγματικότητα, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελούσαν σχεδόν

το 40 τοις εκατό της αμερικανικής αγοράς, και οι στόλοι ηλεκτρικών ταξί μετέφεραν επιβάτες τόσο στη Νέα Υόρκη όσο και στο Λονδίνο. Αυτά τα αυτοκίνητα ήταν γνωστά για τις ομαλές και ήσυχες διαδρομές τους, σε αντίθεση με τα ατμού ή βενζίνης, και ήταν επίσης εύκολα στην οδήγηση και τους ελιγμούς. Τα πρώτα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα απαιτούσαν χειροκίνητο μοχλό για να αλλάζουν ταχύτητες, κάτι που ήταν μια ταλαιπωρία και δυνητικά επικίνδυνο. Τα ηλεκτρικά οχήματα έγιναν γρήγορα το μεταφορικό μέσο επιλογής, ιδίως για σύντομες διαδρομές γύρω από την πόλη.

Τα **υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα** εμφανίστηκαν επίσης σε αυτή την εποχή. Για παράδειγμα, η Woods Motor Vehicle Company παρήγαγε το Dual Power με κινητήρα εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρα. Για ταχύτητες κάτω των 15 μιλίων/ώρα, ο ηλεκτρικός κινητήρας, και πέρα από αυτό (και μέχρι τα 35 μίλια/ώρα), χρησιμοποιήθηκε ο συμβατικός κινητήρας (Αnon., 2006).

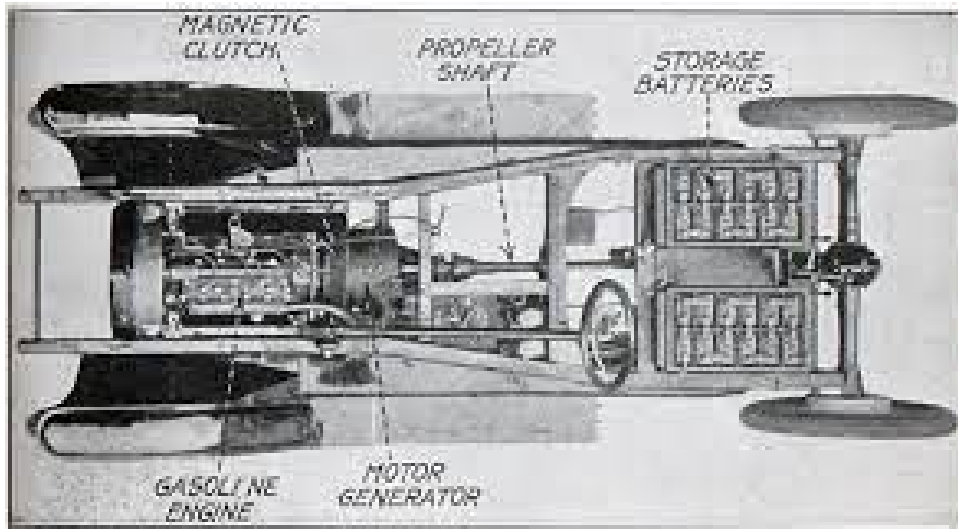


Fig. 3.—Chassis of dual power car.

Εικόνα 1-2 Το αυτοκίνητο του Woods Motor Vehicle Company, ένα από τα πρώτα ηλεκτρικά οχήματα

### 1.1.2. Η εξέλιξη των αυτοκινήτων με τα χρόνια

Κανείς δεν μπορούσε να προβλέψει ότι λίγα χρόνια αργότερα **θα ξεχνιόντουσαν** για δεκαετίες. Η ανακάλυψη νέων αποθεμάτων πετρελαίου, σε συνδυασμό με τη μαζική παραγωγή αυτοκινήτων που προώθησε η Ford, κατέστησαν τους βενζινοκινητήρες πολύ φθηνότερη επιλογή. Και πολύ ταχύτερη, γεγονός που τις έκανε πιο ελκυστικές, ιδίως στην περίπτωση μακρινών ταξιδιών.

Τόσο ελκυστικές, μάλιστα, που κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα οι **εκπομπές από τα ορυκτά καύσιμα** που καίγονται από τα οχήματα συνέβαλαν σε μεγάλο βαθμό στο γεγονός ότι μόλις πριν από λίγους μήνες σημειώθηκε νέο ιστορικό ρεκόρ συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.

Αυτή η μη βιώσιμη περιβαλλοντική κατάσταση φαίνεται ότι έπεισε τελικά τις κυβερνήσεις και την αυτοκινητοβιομηχανία για την ανάγκη να δεσμευτούν σταθερά για τις **ηλεκτρικές μεταφορές**. Αλλά για να επιτευχθεί τελικά αυτό και να εδραιωθεί η χρήση αυτού του είδους των οχημάτων τόσο στις αστικές όσο και στις υπεραστικές μεταφορές, απαιτείται αυτό που πολλοί αποκαλούν αλλαγή συμπεριφοράς.



Μεταξύ άλλων, αυτό σημαίνει την ανάπτυξη μιας **υποδομής επαναφόρτισης** ικανής να εγγυηθεί την παροχή ενέργειας για όλα αυτά τα οχήματα σε όλες τις διαδρομές τους. Και όσον αφορά αυτό το σημείο, οι μεγάλες πετρελαϊκές εταιρείες είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Ορισμένες από αυτές, που δεν βλέπουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ως απειλή, έχουν μετατρέψει μέρος των δραστηριοτήτων τους για να ανταποκριθούν στη νέα πρόκληση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Αυτή είναι η περίπτωση της Shell: αγοράζοντας την εταιρεία New Motion, έχει δημιουργήσει 150.000 σημεία επαναφόρτισης σε 35 ευρωπαϊκές χώρες (Schaps, OCTOBER 12, 2017).

### 1.1.3. Η αυτοκινητοβιομηχανία στο μέλλον

Με τα θεμέλια που έχουν τεθεί τόσο για τα ηλεκτρικά οχήματα όσο και για τις υποδομές τους, η **ηλεκτρική οδήγηση γίνεται ο νέος κανόνας**. Οι ανησυχίες του παρελθόντος - η ταχύτητα, η απόσταση οδήγησης και ο χρόνος ανεφοδιασμού με καύσιμα - μειώνονται γρήγορα. Οι τιμές αγοράς επίσης συνεχίζουν να αποκλιμακώνονται και αναμένεται να φθάσουν σε ισοτιμία με τα βενζινοκίνητα οχήματα τα επόμενα χρόνια.

Το "**άγχος για την αυτονομία**" - ο φόβος της εξάντλησης της φόρτισης - εξακολουθεί να προκαλεί ανησυχία. Ως εκ τούτου, μια νέα προσπάθεια βρίσκεται σε εξέλιξη για την ανάπτυξη προσιτά αμιγώς ηλεκτρικών αυτοκινήτων που μπορούν να διανύσουν πάνω από 200χλμ με μία φόρτιση. Ένας άλλος τρόπος για να περιοριστεί το άγχος της εμβέλειας είναι η προώθηση των υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα. Με έναν ηλεκτροκινητήρα και έναν κινητήρα αερίου, τα αυτοκίνητα αυτά μπορούν να έχουν συνολική εμβέλεια που ανταγωνίζεται εκείνη των πλήρων βενζινοκίνητων οχημάτων.

Είναι σημαντικό, ωστόσο, ότι για τις περισσότερες καθημερινές διαδρομές, τα **plug-in υβριδικά αυτοκίνητα** μπορούν να βασίζονται στον ηλεκτροκινητήρα τους και να παράγουν τα οφέλη που προκύπτουν από την αμιγώς ηλεκτρική οδήγηση. Η βελτίωση και οι πιο αποδοτικές μπαταρίες (οι οποίες αποτελούν το ένα τρίτο του κόστους ενός ηλεκτρικού οχήματος) θα μειώσουν περαιτέρω την τιμή των ηλεκτρικών οχημάτων, και η τεχνολογία συνεχίζει να βελτιώνει την αντοχή τους. Αυτές οι εξελίξεις, σε συνδυασμό με την εξάπλωση και την πρόοδο των σταθμών φόρτισης, διαμορφώνουν μια αισιόδοξη εικόνα για το μέλλον των ηλεκτρικών οχημάτων. Η αυξημένη εκπαίδευση σχετικά με τα οφέλη και τις ιδιαιτερότητες αυτών των οχημάτων θα χρειαστεί, αλλά στο όχι πολύ μακρινό μέλλον, θα έχουμε μια νέα ακμή των ηλεκτρικών μεταφορών.

### 1.1.4. Διαφορές μεταξύ Συμβατικών, Θερμικών και ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Η **θεμελιώδης διαφορά** μεταξύ των συμβατικών, θερμικών αυτοκινήτων και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχει να κάνει με τη διαδικασία μετατροπής της δυναμικής (αποθηκευμένης) ενέργειας σε κινητική (ενέργεια κίνησης). Στα θερμικά αυτοκίνητα, η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται σε χημική μορφή και απελευθερώνεται μέσω μιας χημικής αντίδρασης στο εσωτερικό του κινητήρα.

Από την άλλη πλευρά, παρά το γεγονός ότι έχουν επίσης **χημικά αποθηκευμένη ενέργεια**, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα την απελευθερώνουν ηλεκτροχημικά χωρίς κανενός είδους καύση, χάρη στις μπαταρίες ιόντων λιθίου. Αυτό σημαίνει ότι δεν καίγονται καύσιμα και επομένως δεν συμβαίνει ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω CO<sub>2</sub> κατά την οδήγηση. Είναι επίσης πιο αποδοτικά από τα ορυκτά αυτοκίνητα.

### 1.1.5. Ανάλυση ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Με μια τέτοια τεχνολογία η οποία συνεχώς αναπτύσσεται και αποτελεί ένα καινούριο κομμάτι της κοινωνίας μας είναι δύσκολο να εξάγουμε κάποιο συμπέρασμα εάν τελικός **τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πιο πράσινα.**

Για να μπορέσουμε να δώσουμε μια σαφή απάντηση σε αυτό το ερώτημα πρέπει να εξετάσουμε διάφορους παράγοντες. Εάν η **πηγή ενέργειας** για την τροφοδοσία αυτών των αυτοκινήτων δεν προέρχεται από ηλιακούς συλλέκτες, ανεμογεννήτριες ή ακόμη και πυρηνικά ή υδροηλεκτρικά, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα είναι πολύ υψηλότερες. Για παράδειγμα, αν η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη φόρτιση των αυτοκινήτων προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων, δεν έχει σημασία αν τα ηλεκτρικά οχήματα δεν ρυπαίνουν κατά την οδήγηση, καθώς η ρύπανση αυτή έχει ήδη εκλυθεί σε κάποιο μακρινό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας.



Εικόνα 1-3 Σύγκριση μιας αντλίας βενζίνης και ενός αντάπτορα ηλεκτρικής φόρτισης

Αυτό σημαίνει ότι αν κάποιος οδηγεί ένα **ηλεκτρικό αυτοκίνητο στις ΗΠΑ**, όπου τα ορυκτά καύσιμα αντιπροσώπευαν το 62,7% της παραγωγής ενέργειας της χώρας το 2017, πιθανώς θα απελευθερωθεί περισσότερο CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα από ό,τι αν οδηγούσε κάποιος στην Ισλανδία, η οποία λειτουργεί σχεδόν εξ ολοκλήρου με υδροηλεκτρική, γεωθερμική και ηλιακή ενέργεια.

Ο κύκλος κατασκευής ενός αυτοκινήτου ξεκινά με την εξόρυξη, την επεξεργασία, τη μεταφορά και την κατασκευή πρώτων υλών σε διάφορα εξαρτήματα που θα συναρμολογηθούν για την παραγωγή του ίδιου του αυτοκινήτου. Αυτή η διαδικασία είναι σε μεγάλο βαθμό η ίδια τόσο στα συμβατικά όσο και στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποθηκεύουν **ενέργεια σε μεγάλες μπαταρίες** (όσο μεγαλύτερες είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η εμβέλειά τους), οι οποίες έχουν υψηλό περιβαλλοντικό κόστος. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μπαταρίες αυτές είναι κατασκευασμένες από σπάνια στοιχεία γης όπως το λίθιο, το νικέλιο, το κοβάλτιο ή ο γραφίτης που υπάρχουν μόνο κάτω από την επιφάνεια της Γης και επομένως εξαρτώνται από εξορυκτικές δραστηριότητες με πολύ ρυπογόνες διαδικασίες. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το ερώτημα αν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι πιο πράσινα ή όχι δεν συνοδεύεται από μια εύκολη απάντηση.

Στη **συμβατική αυτοκινητοβιομηχανία**, σύμφωνα με μελέτη του Διεθνούς Συμβουλίου Καθαρών Μεταφορών (international council of clean transportation) (ICCT), το 99% των μπαταριών μολύβδου-οξέος (αυτές που λειτουργούν στα αυτοκίνητα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα) ανακυκλώνονται στις ΗΠΑ. Αυτό δεν ισχύει για τις μπαταρίες ιόντων λιθίου που έχουν ένα πολύ συγκεκριμένο μείγμα χημικών συστατικών και μικρές ποσότητες λιθίου, γεγονός που δεν τις καθιστά ελκυστική ευκαιρία για την αγορά. Για παράδειγμα, στην αγορά της ΕΕ, το 2011, μόνο το 5% του λιθίου συλλέγονταν και το υπόλοιπο είτε αποτεφρωνόταν είτε απορρίπτονταν σε χωματερές (αυτό συγκεκριμένα δεν κάνει τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καθόλου πιο πράσινα), καθώς δεν δικαιολογούνταν από την τιμή ή τους κανονισμούς η ανάκτησή του με υδρομεταλλουργικές διεργασίες.

Παρ' όλα αυτά, **όσο περισσότερες μπαταρίες υπάρχουν**, δεδομένου ότι η αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξάνεται, τόσο πιο ενδιαφέρον γίνεται να προσπαθήσουμε να βρούμε τρόπο να τις ανακυκλώσουμε ή να ανακτήσουμε τα στοιχεία σπάνιων γαιών. Έτσι, οι πιθανότητες είναι ότι μια ισχυρή βιομηχανία ανακύκλωσης αυτών των μπαταριών θα συνεχίσει να αναπτύσσεται και να επιτρέπει στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να γίνουν πιο πράσινα.

Επόμενος, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα **δεν είναι οχήματα μηδενικών εκπομπών**. Είδαμε ότι παρόλο που δεν εκπέμπουν CO<sub>2</sub> κατά την οδήγηση, μπορεί να το κάνουν σε 3 άλλα στάδια: κατά την κατασκευή, την παραγωγή ενέργειας και στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Στην πρώτη περίπτωση, η ανάγκη για εξορυκτικές δραστηριότητες για την εξόρυξη των μετάλλων σπάνιων γαιών που χρησιμοποιούνται στις μπαταρίες είναι πολύ ενεργοβόρα και ρυπογόνα.

Όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας, εάν το αυτοκίνητο τροφοδοτείται με ενέργεια από την **καύση ορυκτών καυσίμων**, εξακολουθεί να απελευθερώνει CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, όχι από την εξάτμιση του αυτοκινήτου αλλά από κάποιο μακρινό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας. Όσον αφορά την ανακύκλωση των μπαταριών, αυτή εξακολουθεί να είναι μια δαπανηρή και συνεχής διαδικασία και οι περισσότερες μπαταρίες δεν ανακυκλώνονται ακόμη.

Παρά ταύτα, **αναπτύσσονται λύσεις** για να γίνουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα πιο πράσινα και πιο φιλικά προς το περιβάλλον και βιώσιμα. Και παρόλο που υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης, έχουμε επίσης διαπιστώσει ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, όπως είναι σήμερα, είναι ήδη, σε γενικές γραμμές, πιο φιλικά προς το περιβάλλον κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα ορυκτών καυσίμων, ειδικά αν τροφοδοτούνται με καθαρή ηλεκτρική ενέργεια. Ορισμένες χώρες το έχουν ήδη συνειδητοποιήσει αυτό και γι' αυτό προωθούν την ανάπτυξη της αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, κυρίως δίνοντας φορολογικά οφέλη που καθιστούν τα αυτοκίνητα οικονομικά πιο ανταγωνιστικά. Μάλιστα, χώρες όπως η Νορβηγία, η Γερμανία ή η Κόστα Ρίκα αυξάνουν ταυτόχρονα την δέσμευση τους στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θέτουν προθεσμίες για το τέλος των συμβατικών αυτοκινήτων στους δρόμους τους.

#### 1.1.6. Τύποι οχημάτων

Ένα **ηλεκτρικό όχημα** είναι ένα όχημα που κινείται από έναν ηλεκτροκινητήρα ο οποίος αντλεί το ρεύμα του είτε από μπαταρίες αποθήκευσης είτε από εναέρια καλώδια. Ένα αυτοκίνητο με κυψέλες καυσίμου είναι ένα ηλεκτρικό όχημα που παράγει το δικό του ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) διαθέτουν **μπαταρία αντί για δεξαμενή βενζίνης** και ηλεκτροκινητήρα αντί για κινητήρα εσωτερικής καύσης. Τα plug-in υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (PHEV) είναι ένας συνδυασμός βενζινοκίνητων και ηλεκτρικών οχημάτων, οπότε διαθέτουν μπαταρία, ηλεκτροκινητήρα, δεξαμενή βενζίνης και κινητήρα εσωτερικής καύσης. Τα PHEV χρησιμοποιούν τόσο τη βενζίνη όσο και την ηλεκτρική ενέργεια ως πηγές καυσίμου.

#### Εκπομπές

Τα EV δεν παράγουν **εκπομπές καυσαερίων**. Αν και η φόρτιση της μπαταρίας μπορεί να αυξήσει τη ρύπανση στο εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας, οι συνολικές εκπομπές που σχετίζονται με την οδήγηση των EVs εξακολουθούν να είναι συνήθως μικρότερες από εκείνες των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων -ιδιαίτερα αν η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αιολική.

Τα PHEV **παράγουν εκπομπές καυσαερίων** όταν χρησιμοποιείται βενζίνη ως πηγή καυσίμου.

#### Στάδιο οδήγησης

Ο **αριθμός των χιλιομέτρων που μπορεί να διανύσει ένα EV** πριν χρειαστεί να επαναφορτιστεί η μπαταρία του είναι συχνά μικρότερος από την απόσταση που μπορεί να διανύσει το βενζινοκίνητο αυτοκίνητό σας πριν ανεφοδιαστεί με καύσιμα, αλλά συνήθως είναι ακόμα αρκετός για να καλύψει τις καθημερινές ανάγκες οδήγησης του μέσου ανθρώπου.

Τα PHEV έχουν συνήθως **αυτονομία οδήγησης** που είναι συγκρίσιμη με εκείνη των βενζινοκίνητων οχημάτων. Τα PHEV έχουν δύο τιμές οικονομίας καυσίμου: μία για την περίπτωση που το όχημα λειτουργεί κυρίως με ηλεκτρική ενέργεια (αναφέρεται σε όρους MPGe) και μία για την περίπτωση που το όχημα λειτουργεί μόνο με βενζίνη (αναφέρεται ως MPG).

## 1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση των χαρακτηριστικών επιλογής ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων**. Αναλυτικότερα θα μελετηθούν τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία κοιτούν οι αγοραστές προκειμένου να αγοράσουν ένα ηλεκτρικό επιβατικό όχημα, ποια είναι αυτά που τους ενθαρρύνουν και ποια είναι αυτά που τους απομακρύνουν από την αγορά. Για την εύρεση αυτών των δεδομένων θα πραγματοποιηθεί έρευνα μέσα από ερωτηματολόγιο το οποίο θα μοιραστεί σε ένα πλήθος ατόμων μέσα από το οποίο θα μελετηθούν οι απαντήσεις τους τόσο για τα ποιοτικά δεδομένα όσο και για τα ποσοτικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα:

Η έρευνα βασίζεται σε τρία βασικά χαρακτηριστικά επιλογής οχήματος

- Το κόστος αγοράς
- Το κόστος λειτουργίας ανά 400 χιλιόμετρα (σε ευρώ)
- Η αυτονομία σε χιλιόμετρα.

Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την έρευνα θα μπορέσουν να μας δείξουν **τα χαρακτηριστικά** με τα οποία επιλέγει ένας οδηγός την αγορά ενός οχήματος ποια είναι αυτά που τον ωθούν σε ένα ηλεκτρικό επιβατικό όχημα και τι είναι αυτό που επιζητά παραπάνω.

### 1.3 Μεθοδολογία

Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας **αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο** με βάση την προσέγγιση της δηλωμένης προτίμησης, προκειμένου να εξαχθούν κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά που έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην επιλογή και τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.

Στο συγκεκριμένο υπό-κεφάλαιο θα αναλυθεί συνοπτικώς **η μέθοδος** που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε μια **βιβλιογραφική έρευνά** για την υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα στο σύνολο τους, τον αριθμό τους, των σταθμών φόρτισης που υπάρχουν, αλλά και για τον αριθμό των αγορών που έχουν γίνει τόσο από ιδιώτες όσο και από επιχειρήσεις.

Στην συνέχεια η έρευνά εστιάστηκε στην **επικείμενη νομοθεσία**, στους νομούς, αλλά και στις ενέργειες που έχουν γίνει από την μεριά του κράτους για την ενσωμάτωση και την αξιοποίησή των ηλεκτρικών οχημάτων.

Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, προχωρήσαμε στο κομμάτι του **ερωτηματολογίου**. Σκοπός του είναι μέσα από μια σειρά ερωτήσεων τόσο γενικές ερωτήσεις όσο και ειδικές ερωτήσεις να συλλεχθούν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία. Είναι ένας συνδυασμός στον οποίον ο δημιουργός του ερωτηματολογίου θέλει να αποκομίσει πληροφορίες για την έρευνά, για τον ίδιο τον ερωτώμενο αλλά ταυτόχρονα δεν πρέπει να κουράσει και να μακρηγορήσει.

Κατά την ολοκλήρωση της **συλλογής δεδομένων** από το ερωτηματολόγιο μπορεί να ξεκινήσει η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η ανάλυση αυτή μπορεί να γίνει με πολλούς και διάφορους τρόπους ανάλογα με την δυσκολία και την περιπλοκότητα που έχει η κάθε έρευνά. Μπορεί για μια απλή έρευνα να γίνει σε ένα υπολογιστικό φύλο, ή για μια πιο περιπλοκή με περισσότερες μεταβλητές να γίνει σε εξειδικευμένα προγράμματα όπως το SPSS Statistic, RStudio, Stata, enviews, Minitab Statistical Software, JMP και αλλά. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης τα δεδομένα στην πρώτη φάση της ανάλυσης επεξεργάστηκαν σε υπολογιστικά φύλα, ενώ στην συνέχεια για την ανάλυση των αποτελεσμάτων και την επεξήγηση του στατιστικού μοντέλου επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα RStudio.

### 1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στην υποενότητα αυτή θα παρουσιαστεί η **δομή** της διπλωματικής εργασίας μελετώντας τα κεφάλαια από τα οποία χωρίζεται

- **Στο Πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μια γενική ανασκόπηση για την πορεία της παρούσας διπλωματικής εργασίας και αναλύεται η ιστορική αναδρομή της ηλεκτροκίνησης. Επιπλέον αναλύονται μερικές από τις σημαντικότερες ενορίες της έρευνά. Επίσης αναλύονται οι στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας αλλά και η μεθοδολογία.
- **Στο Δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα όσο αφορά την ηλεκτροκίνηση και γίνεται αναλυτική παρουσίαση των συναφών ερευνών.

- **Στο Τρίτο κεφάλαιο** αναλύεται στο θεωρητικό υπόβαθρο και η μεθοδολογία. Αναλύονται οι βασικές στατιστικές εννοιές, οι βασικές κατανομές, τα μαθηματικά πρότυπα και η λογιστική παλινδρόμηση. Τέτοιες έννοιες είναι που θα χρησιμοποιηθούν στην πορεία για την δημιουργία του στατιστικού μοντέλου.
- **Στο Τέταρτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων. Αναλύεται ο τρόπος με τον οποίον έγινε η συλλογή των στοιχείων και τα μέρη από τα οποία αποτελείται το ερωτηματολόγιο. Γίνεται παρουσίαση των σεναρίων δεδηλωμένης προτίμησης και αναλύεται η φιλοσοφία πίσω από τον σχεδιασμό τους. Επιπλέον παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου και κάποια βασικά συγκεντρωτικά στοιχεία.
- **Στο Πέμπτο κεφάλαιο** γίνεται η εφαρμογή των μεθοδολογιών μέσω του προγράμματος R-Studio και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Έπειτα από την ανάλυση του στατιστικού προτύπου της λογιστικής παλινδρόμησης αναλύεται η εισαγωγή των δεδομένων στο R-Studio. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτό είναι οι συναρτήσεις χρησιμότητας οι οποίες και αναλύονται διεξοδικά.
- **Στο Έκτο κεφάλαιο** αναλύονται τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την παρούσα διπλωματική εργασία. Επιπλέον γίνονται κάποιες προτάσεις για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων αλλά και για περαιτέρω έρευνες
- **Τέλος** παρατίθενται η βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τα παραρτήματα με το ερωτηματολόγιο αλλά και τον κώδικα του R-Studio.

Τα μεθοδολογικά βήματα της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 1-4 Διάγραμμα Ροής Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασία

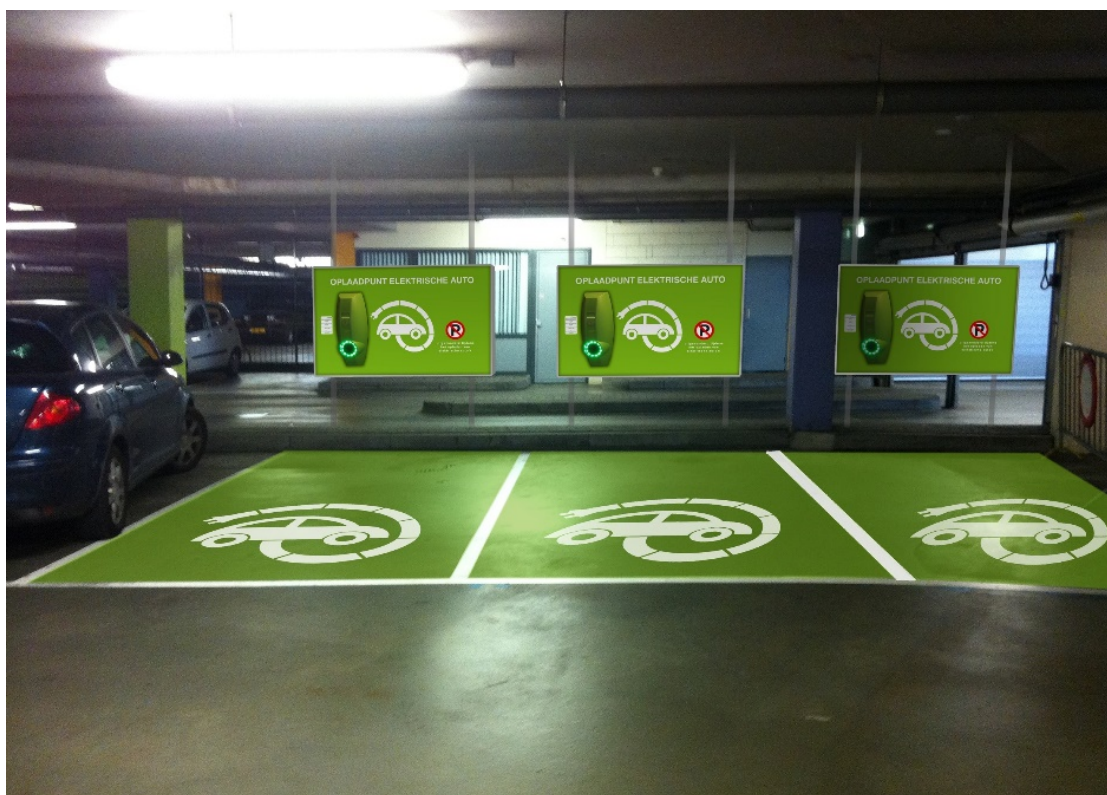
## Κεφάλαιο 2. Υφιστάμενη κατάσταση

### 2.1 Γενικά

Η κλιματική αλλαγή και οι ανάγκες εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι από τους δύο βασικούς λόγους για τους οποίους η ΕΕ στο σύνολό της έχει **καθορίσει στόχους** για την ηλεκτροκίνηση. Παραδείγματος χάριν, επιδιώκει μέχρι το 2030 να έχει στους ευρωπαϊκούς δρόμους περίπου 30 εκατομμύρια ηλεκτρικά αυτοκίνητα και να καταλαμβάνει το 25% της παγκόσμιας αγοράς μπαταριών – μέχρι στιγμής κατέχει μερίδιο 3%.

Προφανώς αυτό δεν θα μπορούσε να γίνει με την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου από τον κάθε άνθρωπο. Στο σημείο αυτό εντάσσονται τα **κίνητρα** για την απόκτηση ηλεκτρικού οχήματος. Από μειωμένα - έως μηδενικά, σύμφωνα με την κατηγορία του οχήματος - τέλη κυκλοφορίας έως και επιδοτήσεις για την αγορά ενός νέου ηλεκτρικού οχήματος και την εγκατάσταση ενός οικιακού φορτιστή.

Πέρα από την κρατική επιδότηση για την αγορά, στην Ελλάδα υπάρχουν επιπλέον φορολογικές και νομοθετικές απαλλαγές τόσο για τα αμιγώς ηλεκτρικά όσο και για τα υβριδικά οχήματα. Οι ιδιώτες και οι επιχειρήσεις έχουν **σημαντικές ελαφρύνσεις** στους φόρους που πληρώνουν αν έχουν στην κατοχή τους ηλεκτρικό όχημα.



Εικόνα 2-1 ξεχωριστές θέσεις parking για τα ηλεκτρικά οχήματα

Ειδικότερα, αν κάποιος κατέχει ένα αμιγώς ηλεκτρικό αυτοκίνητο:

- παρκάρετε δωρεάν σε ορισμένες περιοχές,
- δεν καταβάλλονται τέλη κυκλοφορίας,
- δεν πληρώνονται τέλη κυκλοφορίας και φόροι πολυτελούς διαβίωσης για ένα όχημα αξίας έως 50.000 ευρώ,
- κυκλοφορείτε ελεύθερα στον δακτύλιο.

Με τα υβριδικά αυτοκίνητα το κράτος φροντίζει επίσης να κάνει κάποιες **οικονομικές ελαφρύνσεις**, πληρώνεις το 50% του τέλους ταξινόμησης και τα τέλη κυκλοφορίας είναι ανάλογα με τις εκπομπές CO<sub>2</sub>

Σύμφωνα με τα **επίσημα στοιχεία**, στους ελληνικούς δρόμους κυκλοφορούν σήμερα περίπου 3.500 πλήρως ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Μέχρι το 2035, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί ότι θα απαγορεύσει τις πωλήσεις καινούργιων αυτοκινήτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης (είτε πρόκειται για βενζίνη είτε για πετρέλαιο), ενώ σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία τα αυτοκίνητα αυτά θα ταξινομούνται μέχρι το 2030.

Η ηλεκτροκίνηση θεωρείται επίσης **μονόδρομος** από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων, μακροπρόθεσμα τουλάχιστον, καθώς οι επενδύσεις που γίνονται σήμερα σε κινητήρες εσωτερικής καύσης έχουν βραχυπρόθεσμο στόχο. Αρκετές ευρωπαϊκές χώρες και δεκάδες πόλεις προγραμματίζουν να απαγορεύσουν τις πωλήσεις νέων οχημάτων εσωτερικής καύσης μέχρι το 2035, με βάση την οδηγία της ΕΕ όπως προαναφέρθηκε, καθώς οι εταιρείες δεν έχουν την πολυτέλεια να προχωρήσουν σε επενδύσεις για τεχνολογίες που πολύ σύντομα θα περιθωριοποιηθούν.

Ένα από τα **ζητήματα** για την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων είναι η έλλειψη ενός συνεχώς προσβάσιμου, εύχρηστου και ευρέως διαδεδομένου δικτύου σημείων φόρτισης.

## 2.2 Στόλος οχημάτων

Σύμφωνα με τα στοιχεία του 2018, στην Ελλάδα κυκλοφορούν περίπου 5,15 εκατομμύρια οχήματα, των οποίων η μέση ηλικία ξεπερνά τα 15 έτη. Εάν σε αυτά προσθέσουμε και τα επαγγελματικά οχήματα, ο αντίστοιχος αριθμός φτάνει τα 6,2 εκατομμύρια. Βάσει του **Εθνικού Σχεδίου** για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), 1,4 εκατομμύρια οχήματα θα χρειαστεί να αποσυρθούν έως το 2030, με περίπου 45.000 οχήματα να αποσύρονται ετησίως.

**Βάσει των στοιχείων** του Συνδέσμου Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων (ΣΕΑΑ), κατά την διάρκεια 9 μηνών του 2020 σημειώθηκε αύξηση 13,3% στα υβριδικά οχήματα και 1,5% στα ηλεκτροκίνητα οχήματα. Ακόμη, συνολικά 478 ηλεκτρικά αυτοκίνητα πωλήθηκαν το 2019 στη χώρα μας, τα οποία όμως αντιπροσωπεύουν το 0,42% των πωλήσεων του συνόλου των αυτοκινήτων. Παράλληλα, από αρχές 2020 έχουν ταξινομηθεί 639 ηλεκτρικά - υβριδικά αυτοκίνητα, εκ των οποίων τα 208 είναι αμιγώς ηλεκτρικά.

Στην Ελλάδα υπάρχουν γύρω στους 500 σταθμούς φόρτισης, τόσο ιδιωτικοί όσο και δημόσιοι, που δεν ανήκουν σε κάποιο δίκτυο. Το δίκτυο μπορεί να κατέχει φορτιστές



με ημι-ταχεία (AC) και γρήγορη (DC) φόρτιση. Το σύνολο των σταθμών φόρτισης πληρούν τις τελευταίες διεθνείς προδιαγραφές για ασφαλή φόρτιση, σε συμφωνία με τους νόμους αλλά και τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Σημειώνεται ότι ο **απαιτούμενος χρόνος φόρτισης** δεν καθορίζεται από τον φορτιστή, είτε είναι δημόσιος είτε είναι ιδιωτικός, αλλά κυρίως από τον inverter -μετατροπέα του οχήματος. Με άλλα λόγια, όσο πιο ισχυρός είναι ο inverter, τόσο πιο γρήγορη είναι η φόρτιση.

Το 91% των αυτοκινήτων στην Ελλάδα καταναλώνουν βενζίνη. Ενώ ένα ποσοστό 5,8% χρησιμοποιεί ντίζελ και ένα ποσοστό 3,2% χρησιμοποιεί εναλλακτικά καύσιμα, όπως το υγραέριο, το φυσικό αέριο κ.λπ. Κατά τη **διάρκεια της ζωής** του ένα βενζινοκίνητο αυτοκίνητο απελευθερώνει 50 τόνους διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ένα ηλεκτροκίνητο επιβατικό αυτοκίνητο εκπέμπει κατά μέσο όρο 28 τόνους. Ο ηλεκτροκινητήρας ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι 28% πιο αποδοτικός σε σχέση με ένα βενζινοκίνητο αυτοκίνητο ενώ ταυτόχρονα είναι 40% πιο αποδοτικός σε σχέση με ένα πετρελαιοκίνητο αυτοκίνητο.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί **σύγκριση** μεταξύ ηλεκτρικών και συμβατικών οχημάτων, ως προς την ποσότητα των εκπομπών ρύπων που παράγονται, ένα βασικό στοιχείο είναι το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σε περίπτωση που η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται αποκλειστικά από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), τότε το επίπεδο ρύπανσης ενός ηλεκτρικού οχήματος, κατά τη χρήση, είναι μηδενικό.

Οι χαμηλότερες **λειτουργικές δαπάνες**, η εξοικονόμηση τελών κυκλοφορίας, η ελευθερία μετακίνησης στον δακτύλιο των μεγάλων πόλεων καθώς και η φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία είναι αυτά που στρέφουν όλο και περισσότερους οδηγούς προς αυτή την κατεύθυνση. Παρόλ' αυτά, το κόστος απόκτησης ενός ηλεκτρικού οχήματος στην Ελλάδα εξακολουθεί να είναι ακριβό.

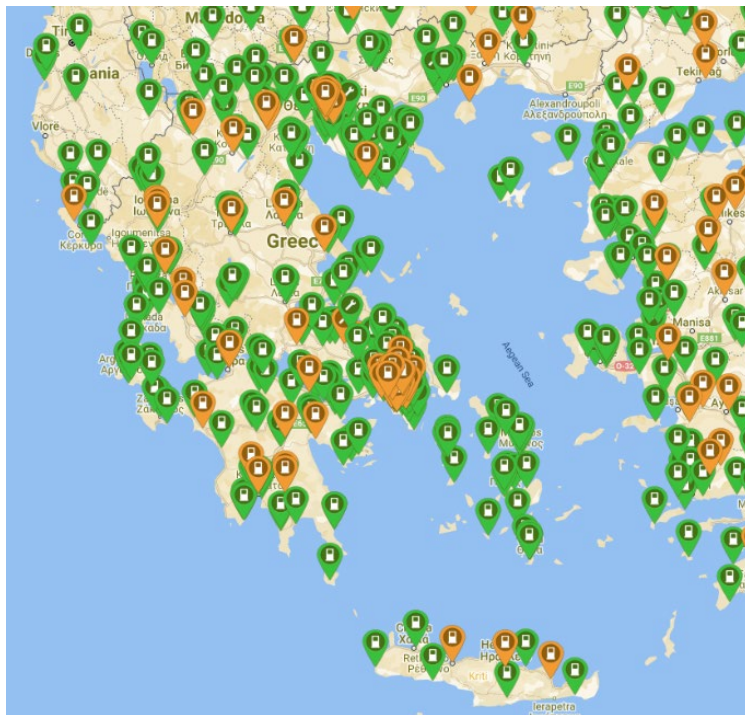
### 2.3 Υποδομές

Στη χώρα μας υπάρχουν περίπου 400-500 **σταθμοί φόρτισης** για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και επαναφορτιζόμενα (plug-in υβριδικά) αυτοκίνητα. Πολλοί από αυτούς έχουν εγκατασταθεί σε ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης οι οποίοι έχουν δημόσια πρόσβαση στους χρήστες, όπως εμπορικά κέντρα και σούπερ μάρκετ, ενώ λιγότεροι είναι εγκατεστημένοι σε δημόσιους χώρους. Σε πολλούς σταθμούς παρέχεται η δυνατότητα παροχής ημι-ταχείας φόρτισης, ενώ παράλληλα υπάρχουν περίπου 20 σταθμοί για φόρτιση με απλή οικιακή πρίζα.

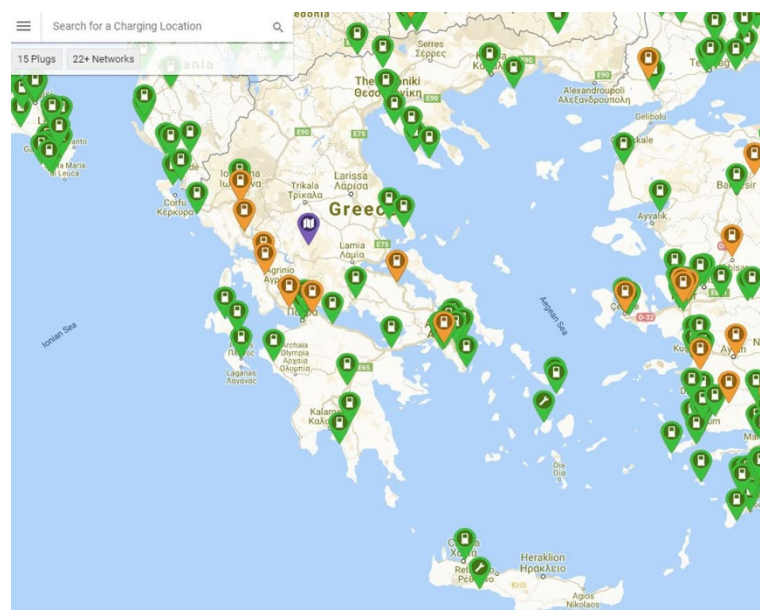
Ο Φορέας Διαχείρισης Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας επιδιώκει την **εγκατάσταση επιπλέον 200** σταθμών φόρτισης στα νησιά της χώρας καθώς και 1000 - 1500 στην ηπειρωτική χώρα.

Οι **τροφοδοσίες που παρέχονται** από τους σταθμούς ταχείας φόρτισης για τα οχήματα με ενσωματωμένο ταχυφορτιστή είναι είτε συνεχούς ρεύματος (DC) με ισχύ έως 50 kW, είτε εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) έως 44 kW. Με μια επαναφόρτιση μπορούν να φτάσουν στο 85% έως 90% της φόρτισης της μπαταρίας, με διάρκεια 25-45 λεπτά.

Ωστόσο, αυτό **εξαρτάται** από το είδος του οχήματος, από τις μπαταρίες και την ικανότητά τους, καθώς και από την εξωτερική θερμοκρασία.



Εικόνα 2-2 Πλήθος σταθμών φορτίσεις στην Ελλάδα το 2022



Εικόνα 2-3 Σύγκριση σταθμών φόρτισης στην Ελλάδα το 2021

## 2.4 Συναφείς έρευνες

Using the PVM-VSI (Preference Vector Method - Vector Space of Increments) method in supporting the decision related to the purchase of an electric family car  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S18770509x21017300>  
(Kannchen, 2021)

Το άρθρο παρουσιάζει τη **δυνατότητα χρήσης** της μεθόδου PVM-VSI (Μέθοδος διανυσμάτων προτίμησης - Διανυσματικός χώρος αυξήσεων) για την υποστήριξη της διαδικασίας του προβλήματος απόφασης, κατά την οποία επιλέγουμε μία από διάφορες παραλλαγές απόφασης. Ωστόσο, οι παραλλαγές αυτές αξιολογούνται σύμφωνα με διάφορα κριτήρια. Ως εκ τούτου, πρέπει να έχουμε γνώση των υπό εξέταση επιλογών. Η γνώση αυτή δεν είναι πάντοτε ποσοτικοποιημένη. Είναι επίσης σημαντικό η αξιολόγηση των παραλλαγών του εξεταζόμενου προβλήματος απόφασης να είναι ανεξάρτητη από τις προτιμήσεις και τις απόψεις του λήπτη της απόφασης, δηλαδή σχετικά αντικειμενική. Το άρθρο χρησιμοποιεί τη μέθοδο PVM-VSI [1] για την υποστήριξη αποφάσεων που σχετίζονται με την επιλογή ενός ηλεκτρικού οικογενειακού αυτοκινήτου. Η κατάταξη αποσκοπεί στο να υποδείξει ποιο αυτοκίνητο πληροί καλύτερα τις απαιτήσεις χρηστικότητας που ορίζει ο λήπτης της απόφασης, ενώ παράλληλα ανταποκρίνεται στις οπτικές του προτιμήσεις τόσο από άποψη εμφάνισης όσο και από άποψη εσωτερικού.

Buying an electric car: A rational choice or a norm-directed behavior?  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847820304460>  
(Sebastian Bobeth, 2020)

Η **διάδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων** μπορεί να συμβάλει σε μεγαλύτερη βιωσιμότητα στον τομέα των μεταφορών, αλλά τα ποσοστά διάδοσης στις περισσότερες χώρες είναι ακόμη χαμηλά. Διερευνήθηκαν τα κίνητρα για την υιοθέτηση ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε γερμανικά νοικοκυριά από την οπτική της περιβαλλοντικής ψυχολογίας. Η δημόσια συζήτηση επικεντρώνεται σε ορθολογικές πτυχές όπως η τιμή αγοράς ή οι νέες τεχνολογικές απαιτήσεις (π.χ. περιορισμένη εμβέλεια και νέο σύστημα φόρτισης). Η ψυχολογική έρευνα σχετικά με τις επενδυτικές αποφάσεις που σχετίζονται με την ενέργεια στα νοικοκυριά επιβεβαιώνει τη σημασία των ορθολογικών κινήτρων, αλλά επιπλέον επισημαίνει τη σημασία των κινήτρων που κατευθύνονται από κανόνες (ηθικοί και κοινωνικοί κανόνες). Διερευνήθηκε η σημασία των διαφόρων κινήτρων σε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο με  $n = 220$  μέλη γερμανικών νοικοκυριών που ενδιαφέρονται να αγοράσουν ένα νέο αυτοκίνητο. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε πιθανούς ορθολογικούς και σχετιζόμενους με κανόνες παράγοντες πρόβλεψης της υιοθέτησης ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Δοκιμαστήκαν τρία μοντέλα δράσης για την εξήγηση της πρόθεσης υιοθέτησης: Ένα προσαρμοσμένο μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας (technology acceptance model (TAM)), ένα προσαρμοσμένο μοντέλο ενεργοποίησης προτύπων (adjusted norm activation model (NAM)) και ένα ενοποιητικό μοντέλο με προγνωστικούς παράγοντες και από τα δύο μοντέλα. Αναλύθηκαν τα υποθετικά μοντέλα με αναλύσεις διαδρομής. Όλα τα μοντέλα εξήγησαν σημαντικό μερίδιο της διακύμανσης της πρόθεσης υιοθέτησης. Το εξηγούμενο μερίδιο διακύμανσης στο NAM ήταν υψηλότερο από το TAM και συγκριτικά υψηλό με το ενοποιητικό μοντέλο. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τον σημαντικό ρόλο των ηθικών και κοινωνικών κινήτρων για τις επενδυτικές αποφάσεις

των νοικοκυριών. Επιπλέον, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα της τεχνολογίας ήταν ένα σημαντικό ορθολογικό κίνητρο. Συζητήθηκε η εξάρτηση των αποτελεσμάτων από το πλαίσιο, καθώς τα μέλη των νοικοκυριών ενδέχεται να έχουν μικρή γνώση για τη νέα τεχνολογία κατά τα πρώτα στάδια της διαδικασίας διάχυσης μιας τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν έντονα τη διεύρυνση των συστημάτων πολιτικής υποστήριξης, όπως οι εκστρατείες ενημέρωσης και εικόνας, ως έναν τρόπο για την αποτελεσματικότερη προώθηση της διάχυσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Πιο ολοκληρωμένες εκτιμήσεις φαίνεται να είναι απαραίτητες σε μελλοντικές αναλύσεις της υιοθέτησης ηλεκτρικών αυτοκινήτων καθώς και των επενδυτικών αποφάσεων που σχετίζονται με την ενέργεια.

Drivers' preferences for electric cars in Italy. Evidence from a country with limited but growing electric car uptake

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856420305590>

(Romeo Danielis, 2020)

Μέχρι στιγμής, η Ιταλία παρουσιάζει πολύ χαμηλότερο ποσοστό υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων (EV) από άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Σε μια προσπάθεια **κατανόησης των κινήτρων** για την περιορισμένη αλλά αυξανόμενη υιοθέτηση των EV, το παρόν έγγραφο επικεντρώνεται στις προτιμήσεις των Ιταλών οδηγών που προέκυψαν από μια έρευνα δηλωμένων προτιμήσεων που πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο-Δεκέμβριο του 2018. Το παρόν έγγραφο συμπληρώνει τη διεθνή βιβλιογραφία και επικαιροποιεί προηγούμενες ιταλικές έρευνες που διεξήχθησαν από τους συγγραφείς τα προηγούμενα χρόνια (Valeri and Danielis, 2015- Giansoldati et al., 2018). Η οικονομετρική ανάλυση των δηλωθέντων επιλογών επιβεβαιώνει ότι τα χαρακτηριστικά του οχήματος, όπως η τιμή αγοράς, η οικονομία καυσίμου και η αυτονομία οδήγησης, διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Ο χρόνος που δαπανάται για τη φόρτιση του οχήματος επηρεάζει αρνητικά τη χρησιμότητα των ερωτηθέντων, ενώ η πυκνότητα του δικτύου ταχείας φόρτισης δεν γίνεται ακόμη αντιληπτή ως σημαντική ή φέρει αντίθετο πρόσημο. Αντιθέτως, η δυνατότητα δωρεάν στάθμευσης των EV, έστω και για περιορισμένο χρονικό διάστημα, στις κεντρικές περιοχές της πόλης αξιολογείται θετικά από τους ερωτηθέντες. Συγκρίνοντας τις εκτιμήσεις μας με προηγούμενες ιταλικές μελέτες, ιδίως με τις μελέτες των Giansoldati κ.ά. (2018), οι οποίοι χρησιμοποιούν παρόμοιο ερωτηματολόγιο, αλλά σε παλαιότερο και πιο περιορισμένο δείγμα, υπάρχουν ενδείξεις αλλαγής της αντίληψης των Ιταλών οδηγών για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Μια αξιοσημείωτη διαφορά είναι η τιμή της ειδικής σταθεράς για τις εναλλακτικές EV. Οι Giansoldati et al. (2018) βρίσκουν αρνητική τιμή, ενώ η παρούσα μελέτη βρίσκει θετική. Ένα δεύτερο εύρημα είναι ότι η προθυμία πληρωμής για ένα επιπλέον χιλιόμετρο αυτονομίας είναι χαμηλότερη από εκείνη που είχε βρεθεί προηγουμένως, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι Ιταλοί οδηγοί γίνονται πιο σίγουροι για την αυτονομία των EV. Η ανάλυση σεναρίων δείχνει ότι στην Ιταλία τα οικονομικά κίνητρα θα έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο στην πιθανότητα αγοράς ενός EV από ό,τι οι τεχνολογικές βελτιώσεις.

What do people think about electric vehicles? An initial study of the opinions of car purchasers in Poland

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719306365>

(K. Bienias, 2020)

Οι οδικές μεταφορές προκαλούν το ένα πέμπτο των συνολικών **εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα** (CO<sub>2</sub>) στην ΕΕ, οι οποίες είναι ιδιαίτερα υψηλές στις πόλεις. Μια προτεινόμενη λύση για την κατάσταση αυτή είναι η εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων (EV). Ωστόσο, στοιχεία από ευρωπαϊκές χώρες δείχνουν ότι, χωρίς καμία κυβερνητική υποστήριξη, οι πωλήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων είναι χαμηλές σε σύγκριση με τα άλλα οχήματα. Η πιλοτική μελέτη, που διεξήχθη στο Βρότσλαβ (Πολωνία), δείχνει ότι οι αγοραστές αυτοκινήτων στην Πολωνία γνωρίζουν τη διαφορά μεταξύ αμιγώς ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων (HEV). Καθώς οι περισσότεροι αγοραστές αυτοκινήτων αγοράζουν στην αγορά μεταχειρισμένων, οι δυνατότητες πωλήσεων των EV και των HEV εξακολουθούν να φαίνονται περιορισμένες. Η μελέτη μας επιβεβαίωσε ότι οι καταναλωτές έχουν γενικά θετική γνώμη για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Ωστόσο, αναμένουν ότι η αγορά των EV θα πρέπει να επιδοτείται.

Car ownership policies in China: Preferences of residents and influence on the choice of electric cars

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X16303845>

(Xiaofang Yang, 2017)

Για να μειώσουν τη συμφόρηση, πολλές κινεζικές πόλεις έχουν υιοθετήσει μία από τις δύο **πολιτικές ιδιοκτησίας αυτοκινήτων**, δηλαδή τη δημοπρασσία πινακίδων ή την κλήρωση πινακίδων, για να περιορίσουν τον αριθμό των αυτοκινήτων στους δρόμους. Σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστούν οι επικρίσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση μιας ενιαίας πολιτικής ιδιοκτησίας αυτοκινήτων, οι πόλεις εξετάζουν το ενδεχόμενο να διεξάγουν ταυτόχρονα και τις δύο πολιτικές, ώστε οι κάτοικοι να μπορούν να επιλέξουν αν θα πληρώσουν για την πινακίδα κυκλοφορίας μέσω μιας δημοπρασίας ή θα την αποκτήσουν δωρεάν από μια λαχειοφόρο αγορά, αλλά με μεγαλύτερο χρόνο αναμονής. Μελετάμε τις προτιμήσεις των κατοίκων απέναντι στις δύο πολιτικές ιδιοκτησίας αυτοκινήτων όταν και οι δύο εφαρμόζονται ταυτόχρονα, ένα πρόβλημα που δεν έχει διερευνηθεί στη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια εξετάζουμε την επίδραση των πολιτικών ιδιοκτησίας αυτοκινήτων στην επιλογή ηλεκτρικών αυτοκινήτων, κάτι που είναι επίσης νέο στη βιβλιογραφία. Χρησιμοποιώντας δεδομένα που συλλέχθηκαν από μια έρευνα δηλωμένης προτίμησης, εκτιμούμε μεικτά μοντέλα logit χρησιμοποιώντας την ιεραρχική προσέγγιση Bayes που βασίζεται στη μέθοδο Markov Chain Monte Carlo. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει ισχυρή ετερογένεια προτιμήσεων στην επιλογή πολιτικής από τους ερωτηθέντες. Προχωρούμε στη διεξαγωγή ανάλυσης παλινδρόμησης για να εξηγήσουμε τις διαφοροποιήσεις στις προτιμήσεις προς τη δημοπρασσία πινακίδων κυκλοφορίας και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Τα κύρια αποτελέσματά περιλαμβάνουν: (1) Διαπιστώνουμε ότι οι υποψήφιοι αγοραστές αυτοκινήτων στο Πεκίνο και τη Σαγκάη είναι πρόθυμοι να προσφέρουν 27.000 γιουάν και 49.000 γιουάν για να συντομεύσουν το χρόνο αναμονής για την απόκτηση πινακίδων κυκλοφορίας κατά ένα έτος, αντίστοιχα- (2) Η επιδότηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων μπορεί να μειωθεί κατά 102.000 γιουάν στο Πεκίνο και 85.000 γιουάν στη Σαγκάη, εάν ο χρόνος αναμονής για την απόκτηση πινακίδων κυκλοφορίας ηλεκτρικών αυτοκινήτων συντομευθεί κατά ένα έτος, (3) Οι αγοραστές αυτοκινήτων που τάσσονται υπέρ της δημοπρασίας πινακίδων είναι αυτοί που προέρχονται από νοικοκυριά με υψηλό εισόδημα, που δεν αγοράζουν το πρώτο τους αυτοκίνητο και που είναι κάτω των 30 ή άνω των 40 ετών- και (4) κατά την προώθηση της υιοθέτησης ηλεκτρικών αυτοκινήτων, τα κίνητρα πολιτικής, όπως η διευκόλυνση της απόκτησης

πινακίδων κυκλοφορίας ηλεκτρικών αυτοκινήτων και η παροχή ελκυστικών επιδοτήσεων, είναι εξίσου σημαντικά με την τεχνολογική πρόοδο που επιδιώκουν οι κατασκευαστές ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όπως η βελτίωση της αυτονομίας οδήγησης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

How to choose the optimal single-track vehicle to move in the city? Electric scooters study case

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920321785>

(Bartłomiej Kizielewicz, 2020)

Το πρόβλημα της επιλογής των βέλτιστων τρόπων **αστικών μεταφορών** είναι ένα ευρύ και δύσκολο αντικείμενο μελέτης και εξετάζεται στο παρόν έγγραφο. Το σημερινό πρόβλημα των αστικών μεταφορών επηρεάζει περισσότερο το περιβάλλον. Πολλοί τρόποι αστικών μεταφορών χρησιμοποιούν ενέργεια από καυσαέρια, τα οποία αποτελούν σημαντικό ατμοσφαιρικό ρύπο. Τα καύσιμα που τροφοδοτούν αυτούς τους τρόπους μεταφοράς είναι επίσης μια μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, πράγμα που σημαίνει ότι κάποια στιγμή θα εξαντληθούν και δεν θα είναι πλέον διαθέσιμα. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα θα μπορούσε να είναι η αντικατάσταση των οχημάτων εσωτερικής καύσης των αστικών μεταφορών με οχήματα πράσινης ενέργειας. Ένα τέτοιο μέσο είναι τα ηλεκτρικά σκούτερ, των οποίων η πηγή ενέργειας μπορεί να είναι η ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Επί του παρόντος, υπάρχουν πολλοί τύποι ηλεκτρικών σκούτερ που προσφέρονται, οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους από ορισμένες σημαντικές παραμέτρους. Η επιλογή του βέλτιστου ηλεκτρικού σκούτερ είναι ένα σημαντικό ζήτημα. Η επένδυση σε ηλεκτρικά σκούτερ για την πόλη μπορεί να αποφέρει μεγάλα οικονομικά και περιβαλλοντικά κέρδη. Τα ζητήματα αυτά θα αποτελούσαν το πρωταρχικό κίνητρο και την αιτιολόγηση για την ανάληψη της παρούσας έρευνας.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η **μέθοδος** Characteristic Objects METHod (COMET) για τον προσδιορισμό του μοντέλου αξιολόγησης των ηλεκτρικών σκούτερ για τη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων. Η προσέγγιση αυτή έχει ένα εξαιρετικά σπάνιο χαρακτηριστικό στις μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων (MCDA), δηλαδή είναι ανθεκτική στο παράδοξο της αντιστροφής της κατάταξης και είναι εύκολη στη χρήση από έναν εμπειρογνώμονα. Η τεχνική αυτή είναι ζωτικής σημασίας ως ένας απλός και αποτελεσματικός τρόπος επίλυσης προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Για το πρόβλημα της επιλογής ηλεκτρικών σκούτερ επιλέχθηκε ένας εμπειρογνώμονας, ο οποίος προσδιόρισε το μοντέλο κάνοντας συγκρίσεις ανά ζεύγη χαρακτηριστικών αντικειμένων. Στη συνέχεια, το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων και έτσι δημιουργήθηκε μια κατάταξη των εξεταζόμενων ηλεκτρικών σκούτερ. Αφού προσδιοριστεί, το μοντέλο μπορεί να αξιολογήσει το επόμενο σύνολο εναλλακτικών λύσεων, πράγμα που είναι σημαντικό σε μια τόσο δυναμική αγορά νέων τεχνολογιών.

Who will buy electric cars? An empirical study in Germany

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920910001550>

(Theo Lieven, 2011)

Η μελέτη αυτή προβλέπει το **δυναμικό της αγοράς** των ηλεκτρικών οχημάτων εξετάζοντας 14 κατηγορίες οχημάτων. Ζυγίζει τις ατομικές προτεραιότητες σε σχέση με τις κοινωνικές προτιμήσεις και χρησιμοποιείται μια διαδικασία επιλογής για την

ανάλυση των προτεραιοτήτων και των εμποδίων, ώστε να μπορέσουν να εντοπιστούν τα άτομα που θεωρούνται δυνητικοί αγοραστές ηλεκτρικών οχημάτων.

Το 2009, από τα 3,8 εκατομμύρια **ταξινομήσεις νέων αυτοκινήτων** στη Γερμανία, μόνο 162 ήταν ηλεκτρικά οχήματα (EV). Παρ' όλα αυτά, σχεδόν όλοι οι μεγάλοι κατασκευαστές επιδεικνύουν ενδιαφέρον γι' αυτά και αναπτύσσονται μικρά, μικρομεσαία και αυτοκίνητα πόλης. Εκτός από τις τεχνικές εκτιμήσεις, ιδίως όσον αφορά την αποθήκευση ενέργειας, η έλλειψη γνώσης σχετικά με τις μελλοντικές ευκαιρίες της αγοράς εμποδίζει πολλούς κατασκευαστές. Το παρόν έγγραφο συμβάλλει στην αποσαφήνιση της κατάστασης και, στο πλαίσιο μιας έρευνας μεταξύ Γερμανών καταναλωτών, ιεραρχούνται και ενοποιούνται επαναληπτικά κριτήρια σχετικά με την αγορά οχημάτων δύο κατηγοριών (τύπος και χρήση), προκειμένου να εντοπιστούν τα εμπόδια της πρόθεσης αγοράς των καταναλωτών στην αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων και, με τη χρήση αυτών των πληροφοριών, να εντοπιστούν κατηγορίες οχημάτων που ενδέχεται να παρουσιάζουν υποσχόμενο δυναμικό αγοράς για τα ηλεκτρικά οχήματα.

Οι **μέθοδοι δηλωμένης προτίμησης** χρησιμοποιούνται ευρέως στο μάρκετινγκ και έχουν εφαρμοστεί εκτενώς σε προβλήματα επιλογής των καταναλωτών και πρόβλεψης της αγοράς, όταν τα δεδομένα προτίμησης είτε δεν είναι διαθέσιμα είτε δεν είναι εύκολο να αποκτηθούν, όπως στην περίπτωση των ηλεκτρικών οχημάτων (Yi-Chang Chiu, 1999). Για το σχεδιασμό ενός πειράματος δηλωμένης προτίμησης, αρχικά προσδιορίζονται και επιλέγονται οι υποθετικοί τύποι προϊόντων και τα κριτήρια που περιλαμβάνονται

Όσον αφορά την **κατηγορία χρήσης**, για 387 συμμετέχοντες τα εμπόδια τιμής και εμβέλειας ήταν κάτω από τη μέση τιμή, και από αυτούς, 14 αρνήθηκαν να αγοράσουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Από τα υπόλοιπα 373 άτομα, 97 δεν ανέφεραν την τιμή ή την εμβέλεια ως σημαντικά για τη συγκεκριμένη χρήση τους. Επιπλέον, οι 59 συμμετέχοντες με προτεραιότητα τιμής κάτω από έξι και προτεραιότητα εμβέλειας κάτω από πέντε παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερα εμπόδια για την τιμή (62 έναντι 83) και την εμβέλεια (27 έναντι 43) από τους συμμετέχοντες που δεν επιλέχθηκαν.

The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries?

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901114001208>

(Bjart Holtmark, 2014)

Ως αποτέλεσμα των γενναιόδωρων πολιτικών για την αύξηση της χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων (EV), οι **πωλήσεις EV στη Νορβηγία** αυξάνονται ραγδαία. Αυτό έρχεται σε έντονη αντίθεση με τις περισσότερες άλλες πλούσιες χώρες που δεν διαθέτουν τέτοιες γενναιόδωρες πολιτικές. Λόγω των επιδοτήσεων, η οδήγηση ενός ηλεκτρικού οχήματος συνεπάγεται πολύ χαμηλό κόστος για τον ιδιοκτήτη στο περιθώριο, οδηγώντας πιθανώς σε περισσότερη οδήγηση εις βάρος των δημόσιων μεταφορών και του ποδηλάτου. Επιπλέον, επειδή η αυτονομία των περισσότερων EV είναι μικρή, η πολιτική δίνει στα νορβηγικά νοικοκυριά κίνητρα για την αγορά δεύτερου αυτοκινήτου, ενθαρρύνοντας και πάλι τη χρήση ιδιωτικών αυτοκινήτων αντί των δημόσιων μεταφορών και του ποδηλάτου. Οι επιπτώσεις αυτές αναλύονται υπό το πρίσμα των πιθανών οφελών από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG), καθώς

και άλλων πιθανών οφελών από τη χρήση των EV έναντι των συμβατικών αυτοκινήτων. Συζητάμε κατά πόσον η πολιτική για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορεί να δικαιολογηθεί, καθώς και κατά πόσον η πολιτική αυτή θα πρέπει να εφαρμοστεί και από άλλες χώρες.

Propensity to Choose Electric Vehicles in Cross-Border Alpine Regions

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4583/htm>

(Silvia Tomasi, 2021)

Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) είναι καινοτομίες **χαμηλών εκπομπών άνθρακα** που μειώνουν τις εκπομπές στις μεταφορές. Η κατανόηση των λόγων που οδηγούν την ατομική ροπή προς την επιλογή των ηλεκτροκίνητων οχημάτων υποστηρίζει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στη διαμόρφωση αποτελεσματικών πολιτικών κινητικότητας χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Στο πλαίσιο του έργου MOBSTER Interreg, τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση έρευνας που χορηγήθηκε σε κατοίκους τριών διασυνοριακών περιοχών των Άλπεων - Canton Ticino (Ελβετία), Νότιο Τιρόλο (Ιταλία) και Verbano-Cusio-Ossola (Ιταλία) - και αναλύθηκαν με λογιστική παλινδρόμηση. Η παρούσα μελέτη αναφέρει τους σχετικούς παράγοντες της υιοθέτησης των ηλεκτρικών οχημάτων, δείχνοντας (i) ότι ορισμένα κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν θετικά την τάση επιλογής ενός ηλεκτρικού οχήματος (π.χ. νεαρή ηλικία και παιδιά στην εφηβεία), (ii) ότι η παρουσία και η ορατότητα των υποδομών φόρτισης είναι σημαντικές και (iii) ότι ο ρόλος του τουρισμού δεν αποτελεί παράγοντα υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων. Η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει ότι οι πολιτικές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα κοινωνικοδημογραφικά στοιχεία, τις κοινωνικές πρακτικές και τις φυσικές υποδομές που διαδραματίζουν ρόλο στην υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να ασχοληθεί με το ζήτημα της πρόσβασης σε καινοτομίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα για όλους.

Barriers to the adoption of electric cars: Evidence from an Italian survey

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520305309>

(Marco Giansoldati, 2020)

Η Ιταλία έχει ένα πολύ χαμηλό **επίπεδο υιοθέτησης** ηλεκτρικών αυτοκινήτων (EV), ίσο με 0,6% για το έτος 2019, παρά τις σημαντικές προσπάθειες που καταβάλλουν οι φορείς χάραξης πολιτικής για την τόνωση της χρήσης τους. Το παρόν έγγραφο διερευνά τα εμπόδια για την ευρύτερη διάδοση των EV μέσω μιας έρευνας που χορηγήθηκε το 2019 σε αντιπροσωπευτικό δείγμα (N = 870) του ιταλικού πληθυσμού. Συζητούνται και κατατάσσονται τα εμπόδια, και συγκεντρώνονται μέσω της ανάλυσης κύριων συνιστωσών (PCA) με βάση τον πολυχωρικό πίνακα συσχέτισης, πραγματοποιούμε ανάλυση κατά συστάδες και αναλύουμε τους κοινωνικοοικονομικούς προσδιοριστικούς παράγοντες των ερωτηθέντων. Τα ευρήματα του παρόντος εγγράφου υποδεικνύουν μια σειρά βελτιώσεων που θα μπορούσαν να γίνουν από διάφορους φορείς. Για να ξεπεραστούν τα οικονομικά εμπόδια στην υιοθέτηση των EV, οι ιταλικοί φορείς χάραξης πολιτικής θα πρέπει να ενισχύσουν τα κίνητρα σε εθνικό και τοπικό επίπεδο και οι κατασκευαστές αυτοκινήτων θα πρέπει να φέρουν στην αγορά φθηνότερα EV που ανήκουν στα τμήματα A και B. Τα εμπόδια που σχετίζονται με τη φόρτιση απαιτούν επενδύσεις σε



σταθμούς ταχείας φόρτισης κατά μήκος των κύριων αυτοκινητοδρόμων με δίοδια και έναν νέο κανονισμό σχετικά με τις πολυκατοικίες. Τέλος, απαιτούνται αξιόπιστες και πλήρεις πληροφορίες για την ενίσχυση της γνώσης σχετικά με τα τεχνολογικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των EV.

Factors affecting consumers' preferences for electric vehicle: A Korean case  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210539521000493>  
(Jihyeok Jung, χ.χ.)

Το παρόν έγγραφο παρουσιάζει μια **μελέτη δηλωμένης προτίμησης** των ηλεκτρικών οχημάτων (EVs) στην κορεατική αγορά αυτοκινήτων με βάση τα δεδομένα της έρευνας, η οποία διεξήχθη τον Φεβρουάριο του 2018 στην Κορέα. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εμπειρική ανάλυση των παραγόντων που σχετίζονται με τη στάση των καταναλωτών απέναντι σε περιβαλλοντικά ζητήματα και τα χαρακτηριστικά του οχήματος που επηρεάζουν σημαντικά τις προτιμήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων των δυνητικών Κορεατών καταναλωτών. Κατηγοριοποιήθηκε η έρευνα σε δύο μέρη: ερωτηματολόγιο διακριτής επιλογής αυτοκινήτου και ερωτηματολόγιο στάσεων των καταναλωτών. Συνολικά 1251 ερωτηθέντες κλήθηκαν να επιλέξουν τον προτιμώμενο τύπο οχήματος μεταξύ οχήματος με κινητήρα εσωτερικής καύσης και ηλεκτρικού οχήματος στο διακριτό ερωτηματολόγιο επιλογής αυτοκινήτου. Η στάση τους απέναντι σε περιβαλλοντικά ζητήματα και χαρακτηριστικά του οχήματος αποκαλύφθηκε στο ερωτηματολόγιο στάσεων. Χρησιμοποιείται ένα υβριδικό μοντέλο επιλογής για την από κοινού ενσωμάτωση των στάσεων των Κορεατών καταναλωτών και των αποφάσεων επιλογής τους. Ως αποτέλεσμα, καταλάβαμε ότι οι καταναλωτές που προτιμούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ευαίσθητοι σε θέματα περιβαλλοντικής ρύπανσης, ιδίως στη ρύπανση του οχήματος, και δίνουν μεγάλη σημασία στη μελλοντική αξία των αυτοκινήτων και λιγότερη σημασία στην αισθητική του οχήματος κατά την αγορά ενός αυτοκινήτου. Επίσης, οικονομικοί παράγοντες, όπως η επιδότηση της τιμής αγοράς και του φορτιστή και η υποδομή φόρτισης είναι απαραίτητοι για την επιτυχή υιοθέτηση των EV στην Κορέα, με την πιθανότητα θετικής εξωτερικής επίδρασης από τη χρήση των EV.

Understanding user representations, a new development path for supporting Smart City policy: Evaluation of the electric car use in Lorraine Region  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162518308795>  
(Laurent Dupont, 2019)

Σήμερα, το ηλεκτρικό αυτοκίνητο και το έξυπνο δίκτυο αποτελούν δυνητικά στοιχεία κάθε πρωτοβουλίας "**έξυπνης πόλης**". Σύμφωνα με διάφορες πρόσφατες μελέτες, οι Γάλλοι πολίτες είναι έτοιμοι να αγοράσουν ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Παρά τα θετικά αυτά στοιχεία, οι πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων δεν απογειώνονται πραγματικά, αλλά αυξάνονται ελαφρώς. Παρόλο που προηγούμενες μελέτες έχουν εντοπίσει κίνητρα και εμπόδια για τη διάδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, υποθέτουμε ότι η ανάλυση των εκ των προτέρων γνώσεων των φορέων, ιδίως των χρηστών, μπορεί να εμπλουτιστεί και να προσφέρει μια νέα κατανόηση της εξάπλωσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες που να εξηγούν τα είδη των αναπαραστάσεων που έχουν οι άνθρωποι για το EV, ιδίως για τους μη χρήστες, ώστε να εξετάζονται καλύτερα τα άτομα, όχι τόσο ως καταναλωτές ή χρήστες, αλλά

μάλλον ως πολίτες. Έτσι, το παρόν έγγραφο διερευνά τους καθοριστικούς παράγοντες που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι κοινωνικές ομάδες αντιλαμβάνονται την αναδυόμενη τεχνολογία της ηλεκτροκίνησης και, ως εκ τούτου, παρέχουν στοιχεία σχετικά με μια πιθανή αποδοχή που επιτρέπει τη διάδοσή της. Για να επιτευχθεί αυτό, η παρούσα εργασία προτείνει μια νέα προσέγγιση που βασίζεται στη χρήση του ερωτηματολογίου AttrakDiff-2, μιας ειδικής μεθόδου User eXperience (UX). Η μέθοδος αυτή αξιολογεί τέσσερις διαφορετικές αλλά συμπληρωματικές πτυχές της κοινωνικής αναπαράστασης: τη δυνατότητα δράσης του υποκειμένου στο σύστημα, τη διέγερση που προκαλεί το σύστημα, τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης θα ταυτιστεί με το σύστημα και τη συνολική έλξη. Συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα σχετικά με τις κοινωνικές αναπαραστάσεις του ηλεκτρικού αυτοκινήτου για 131 δυνητικούς χρήστες στην περιοχή της Λωρραίνης στη Γαλλία. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχουν διαφορές στις αναπαραστάσεις των χρηστών όσον αφορά τις κοινωνικές και δημογραφικές μεταβλητές. Η προτεινόμενη προσέγγιση θα παράσχει σχετικές εισροές για το σχεδιασμό του δικτύου υποδομών και τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων για την πολιτική έξυπνων πόλεων.

An exploration of electric-car mobility in Greece: A stakeholders' perspective

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213624X21000638>

(Ilias Geronikolos, 2021)

Ακολουθώντας τις **οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης**, η Ελλάδα εισέρχεται σε μια μεταβατική φάση προς την ηλεκτροκίνηση. Η παρουσία των ηλεκτρικών οχημάτων στην ελληνική αγορά είναι προς το παρόν χαμηλή σε σχέση με άλλες χώρες. Η ελληνική κυβέρνηση θέσπισε πρόσφατα νέα νομοθεσία που εισάγει οικονομικά και φορολογικά κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων τόσο για τους ιδιώτες όσο και για τις επιχειρήσεις. Το παρόν έγγραφο διερευνά τις προοπτικές μιας ομάδας ενδιαφερομένων μερών σε απάντηση αυτής της κυβερνητικής πρωτοβουλίας. Τα ευρήματα έδειξαν ότι τα οικονομικά και φορολογικά κίνητρα που θέσπισε η ελληνική κυβέρνηση ήταν ένα καλό πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση της προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Ωστόσο, η στόχευση σε ένα αυξημένο ποσοστό διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων στην ελληνική αγορά απαιτεί τη στρατηγική κατανομή των δημόσιων υποδομών φόρτισης και την εθνική κάλυψη, ώστε τα ηλεκτρικά οχήματα να μπορούν να κυκλοφορούν εντός και εκτός του αστικού πυρήνα. Τα κίνητρα θα πρέπει επίσης να λαμβάνουν υπόψη τα διάφορα κοινωνικοοικονομικά τμήματα του πληθυσμού, ώστε να αποτρέπονται οι ανισότητες και να ανταποκρίνονται στις προτιμήσεις τους. Επίσης, ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να διασφαλίσει ότι το δίκτυο θα είναι σε θέση να αντέξει την αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας που θα απαιτήσουν τα δημόσια σημεία φόρτισης και τα ηλεκτρικά οχήματα. Τέλος, η επιτυχής μετάβαση προς την ηλεκτροκίνηση θα απαιτούσε την προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων ως πράξη περιβαλλοντικής συνείδησης.

Factors influencing the intention to use electric cars in Brazil

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856421003037>

(Marina Buranelli de Oliveira, 2022)

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα κερδίζουν **έδαφος στην παγκόσμια** αγορά τα τελευταία χρόνια. Στη Βραζιλία, η παρουσία αυτής της νέας τεχνολογίας είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο και στη βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες μελέτες για το θέμα, ιδίως όσον αφορά τις προοπτικές των καταναλωτών. Η παρούσα έρευνα αποσκοπούσε στον προσδιορισμό των καθοριστικών παραγόντων για την Πρόθεση Χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων στη Βραζιλία, υιοθετώντας ένα ερευνητικό μοντέλο που βασίζεται στην Αποσυνθετική Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς και στην επίδραση των συναισθημάτων των καταναλωτών. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από μια διαδικτυακή έρευνα σε 488 ερωτηθέντες από τη Βραζιλία και αναλύθηκαν με την τεχνική της δομικής μοντελοποίησης εξισώσεων (Structural Equation Modeling). Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι το αντιλαμβανόμενο σχετικό πλεονέκτημα και η αντιλαμβανόμενη συμβατότητα που συνδέονται με τη χρήση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου έχουν θετική επίδραση στις στάσεις των ερωτηθέντων και ότι οι θετικές στάσεις απέναντι στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο έχουν, με τη σειρά τους, θετική επίδραση στην Πρόθεση χρήσης του ίδιου. Οι στάσεις απέναντι στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο και η επιρροή των συναισθημάτων προσδιορίστηκαν ως οι μεγαλύτεροι προγνωστικοί παράγοντες της Πρόθεσης χρήσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ότι, παρά τη θετική προδιάθεση των ερωτηθέντων σε σχέση με τη χρήση και ακόμη και την αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη ανησυχία σχετικά με την υποδομή φόρτισης, το χρόνο φόρτισης και την αυτονομία του οχήματος, εκτός από άλλα εμπόδια, όπως η τιμή αγοράς. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών του ίδιου πεδίου, που πραγματοποιήθηκαν σε άλλες χώρες. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορούν να ρίξουν φως στη συζήτηση του θέματος στη Βραζιλία, εκτός από το να παρέχουν στους ενδιαφερόμενους για την ηλεκτροκίνηση στη χώρα πληροφορίες που ωφελούν την ανάπτυξη πολιτικών και κατευθυντήριων γραμμών για την εξάπλωση της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων στη Βραζιλία.

The datasets of factors influencing adoption of electric Cars in Malaysia: A structural equation modelling (SEM) analysis

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340919309990>

(Khazaei, 2019)

Τα σύνολα δεδομένων που αναφέρονται στο παρόν άρθρο προέκυψαν ως αποτέλεσμα 10 μηνών συλλογής δεδομένων, που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ Αυγούστου 2017 και Μαΐου 2018 στο Kuala Lumpur της Μαλαισίας. **Σκοπός της μελέτης** ήταν η αξιολόγηση των παραγόντων που επηρεάζουν την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων με μπαταρία (BEV) στη Μαλαισία. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από το Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας της Μαλαισίας (Kuala Lumpur campus) και πέντε διαφορετικές εταιρείες στην Κουάλα Λουμπούρ. Διανεμήθηκαν συνολικά 500 ερωτηματολόγια και ελήφθησαν 322 ερωτηματολόγια. Μετά τον έλεγχο των δεδομένων, αναλύθηκαν 312 σύνολα δεδομένων. Οι ερωτηθέντες της μελέτης ήταν μεταπτυχιακοί φοιτητές, καθηγητές πανεπιστημίου και ανώτερα έως κατώτερα στελέχη.

Transitional behavioral intention to use autonomous electric car-sharing services: Evidence from four European countries

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X2100499X>

(Riccardo Curtale, 2022)

Οι υπηρεσίες κοινής χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων (Electric car-sharing services - ECS) έχουν προωθηθεί ως λύση για την καταπολέμηση των αρνητικών εξωτερικών επιπτώσεων της αστικής κινητικότητας και αναμένεται να διευκολυνθούν από στόλους αυτόνομων οχημάτων. Υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία σχετικά με την πρόθεση συμπεριφοράς για χρήση αυτόνομων ECS (Autonomous Electric car-sharing services - AECS), ιδίως όσον αφορά τη μετάβαση από τη χρήση ECS. Το παρόν έγγραφο διερευνά τη συμπεριφορική πρόθεση χρήσης AECS χρησιμοποιώντας ψυχολογικές δομές εν μέρει από την εκτεταμένη ενοποιημένη θεωρία αποδοχής και χρήσης της τεχνολογίας και μια πρόσθετη που εκφράζει την ανησυχία για την ασφάλεια. Παρουσιάζεται ένα νέο μοντέλο πρόθεσης συμπεριφοράς για την αποτύπωση της μεταβατικής πρόθεσης συμπεριφοράς για τη χρήση δύο γειτονικών γενεών υπηρεσιών κινητικότητας κοινής χρήσης. Τα αποτελέσματα των μοντέλων δομικών εξισώσεων που εφαρμόστηκαν σε δείγμα έρευνας 2154 ερωτηθέντων από τη Γαλλία, την Ιταλία, τις Κάτω Χώρες και την Ισπανία δείχνουν ότι η εισαγωγή των AECS είναι πολύ πιθανό να γίνει αποδεκτή από τους χρήστες ECS. Το ηδονικό κίνητρο βρέθηκε να είναι πολύ ισχυρότερος παράγοντας πρόβλεψης της πρόθεσης συμπεριφοράς για χρήση AECS σε αντίθεση με την ανησυχία για την ασφάλεια, ενώ το προσδόκιμο απόδοσης και η κοινωνική επιρροή είναι ισχυροί παράγοντες της πρόθεσης χρήσης ECS και έχουν έμμεσες επιδράσεις στην πρόθεση χρήσης AECS. Η πολυωνυμική ανάλυση υποδεικνύει ετερογενή πρόθεση συμπεριφοράς μεταξύ των χωρών. Τα πολύπλευρα εμπειρικά αποτελέσματα δημιουργούν ιδέες για την ανάπτυξη και τη διαχείριση των AECS σε διάφορα πλαίσια.

## 2.5 Σύνοψη Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

α/α	Τίτλος Έρευνας	Συγγραφείς	Έτος	Μέθοδος ανάλυσης	Είδος έρευνας	Στατιστική ανάλυση	Τύπος οχήματος	Δείγμα
1	Using the PVM-VSI (Preference Vector Method - Vector Space of Increments) method in supporting the decision related to the purchase of an electric family car	MarekKannchen	2021	Ερωτηματολόγιο	Ποσοτική	PVM-VSI	Ηλεκτρικά	-
2	Buying an electric car: A rational choice or a norm-directed behavior?	Sebastian Bobeth & Ingo Kastner	2020	Ερωτηματολόγιο	Μικτή προσέγγιση	SEM	Ηλεκτρικά	220
3	Drivers' preferences for electric cars in Italy. Evidence from a country with limited but growing electric car uptake	Romeo Danielis, Lucia Rotaris, Marco Giansoldati & Mariange laScorrano	2020	Ερωτηματολόγιο	Ποσοτική	δηλωμένων προτιμήσεων	Ηλεκτρικά	-
4	What do people think about electric vehicles? An initial study of the opinions of car purchasers in Poland	K.Bienias, A.Kowalska-Pyzalska & D.Ramsey	2020	Ερωτηματολόγιο	Ποιοτική	-	Ηλεκτρικά & Υβριδικά	-
5	Car ownership policies in China: Preferences of residents and influence on the choice of electric cars	Xiaofang Yang, Wen Jin, Hai Jiang, Qianyan Xie, Wei Shen & Weijian Han	2017	Πείραμα - Ερωτηματολόγιο	Μικτή προσέγγιση	Παλινδρόμηση	Ηλεκτρικά	-
6	How to choose the optimal single-track vehicle to move in the city? Electric scooters study case	Bartłomiej Kizielewicz & Larisa Dobryakova	2020	Ερωτηματολόγιο	Μικτή προσέγγιση	COMET	Ηλεκτρικά σκούτερ	-

<b>a/a</b>	<b>Τίτλος Έρευνας</b>	<b>Συγγραφείς</b>	<b>Έτος</b>	<b>Μέθοδος ανάλυσης</b>	<b>Είδος έρευνας</b>	<b>Στατιστική ανάλυση</b>	<b>Τύπος οχήματος</b>	<b>Δείγμα</b>
7	Who will buy electric cars? An empirical study in Germany	Theo Lieven, Silke Mühlmeier, Sven Henkel & Johann F.Waller	2011	Ερωτηματολόγιο	Ποσοτική	δηλωμένων προτιμήσεων	Ηλεκτρικά	387
8	The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries?	Bjart Holtsmark & Anders Skonhoft	2014	Βιβλιογραφία - Πείραμα	-	-	Ηλεκτρικά	-
9	Propensity to Choose Electric Vehicles in Cross-Border Alpine Regions	Silvia Tomasi, Alyona Zubaryeva, Cesare Pizzirani, Margherita Dal Col & Jessica Balest	2021	Πείραμα - Ερωτηματολόγιο	Ποιοτική	Λογιστική παλινδρόμηση	Ηλεκτρικά	1000
10	Barriers to the adoption of electric cars: Evidence from an Italian survey	Marco Giansoldati, Adriana Monte & Mariangela Scorrano	2020	Ερωτηματολόγιο	Ποσοτική	PCA	Ηλεκτρικά	870
11	Factors affecting consumers' preferences for electric vehicle: A Korean case	Jihyeok Junga, Sangmin Yeo, Yeonjeong Lee, Saedaseul Moon & Deok-Joo Lee	2021	Ερωτηματολόγιο	Μικτή προσέγγιση	-	Ηλεκτρικά - Συμβατικά	1251

α/α	Τίτλος Έρευνας	Συγγραφείς	Έτος	Μέθοδος ανάλυσης	Είδος έρευνας	Στατιστική ανάλυση	Τύπος οχήματος	Δείγμα
12	Understanding user representations, a new development path for supporting Smart City policy: Evaluation of the electric car use in Lorraine Region	Laurent Dupont, Julien Hubert, Claudine Guidat & Mauricio Camargo	2019	Ερωτηματολόγιο	Ποιοτική	UX	Ηλεκτρικά	131
13	An exploration of electric-car mobility in Greece: A stakeholders' perspective	Ilias Geronikolos & Dimitris Potoglou	2021	Βιβλιογραφία - Ερωτηματολόγιο	Μικτή προσέγγιση	-	Ηλεκτρικά	-
14	Factors influencing the intention to use electric cars in Brazil	Marina Buranelli de Oliveira, Hermes Moretti Ribeiro da Silva, Daniel Jugend, Paul De Camargo Fiorini & Carlos Eduardo Paro	2022	Ερωτηματολόγιο	Ποιοτική	SEM	Ηλεκτρικά	448
15	The datasets of factors influencing adoption of electric Cars in Malaysia: A structural equation modelling (SEM) analysis	Hamed Khazaei	2019	Ερωτηματολόγιο	Ποσοτική	SEM	Ηλεκτρικά	312
16	Transitional behavioral intention to use autonomous electric car-sharing services: Evidence from four European countries	Riccardo Curtale, Feixiong Liao & Ella Rebalski	2022	Ερωτηματολόγιο	Μικτή προσέγγιση	-	Αυτόνομα ηλεκτρικά	2154

Πίνακας 2.1 Σύνοψη Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

### 2.5.1 Ανάλυση είδους έρευνας

#### ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Σκοπός της ποσοτικής έρευνας είναι η **εύρεση σχέσεων** μεταξύ διαφόρων παραγόντων. Η ποσοτική έρευνα αναφέρεται στη συστηματική διερεύνηση φαινομένων με στατιστικές μεθόδους, μαθηματικά μοντέλα και αριθμητικά δεδομένα. Χρησιμοποιείται συνήθως αντιπροσωπευτικό δείγμα παρατηρήσεων και επιδιώκεται γενίκευση σε ένα ευρύτερο πληθυσμό. Η συλλογή δεδομένων γίνεται με δομημένα πρωτόκολλα, όπως ερωτηματολόγια, κλίμακες και δοκίμια επιτευγμάτων.

#### ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Αυτοτελώς ή συμπληρωματικά προς τις ποσοτικές τεχνικές, η ποιοτική προσέγγιση στην έρευνα στοχεύει στην διερεύνηση και κατανόηση σε βάθος των κοινωνικών φαινομένων. Παρέχοντας τη δυνατότητα στον ερευνητή να αντλήσει πλούσιες πληροφορίες για το υπό εξέταση θέμα, η ποιοτική έρευνα αποτελεί την ενδεδειγμένη μεθοδολογία για να **απαντηθούν τα ερωτήματα** που σχετίζονται με το "Γιατί;" και το "Πώς;" των φαινομένων. Η ποιοτική προσέγγιση αποτελεί μια κατά βάση διερευνητική (exploratory) μέθοδο. Στοχεύει περισσότερο στην ανάδυση νέων τυποποιήσεων και θεωρητικών μοντέλων παρά στην επαλήθευση υποθέσεων ή στη γενίκευση σε ένα μεγαλύτερο πληθυσμό. Το βασικό πλεονέκτημα των ποιοτικών μεθόδων που εξυπηρετεί αυτή την στόχευση είναι η ευελιξία που χαρακτηρίζει την ερευνητική διαδικασία.

Η ποιοτική έρευνα αποτελεί την **κατάλληλη μεθοδολογική** επιλογή για να διερευνηθούν σε βάθος οι αναπαραστάσεις, οι στάσεις, οι αντιλήψεις, τα κίνητρα, καθώς και τα συναισθηματικά και συμβολικά/ φαντασιακά δεδομένα και δεδομένα της συμπεριφοράς των ατόμων. Στόχος της ποιοτικής διερεύνησης δεν αποτελεί απλά η περιγραφή μιας στάσης ή μιας συμπεριφοράς αλλά η ολιστική κατανόηση. Η ποιοτική έρευνα διερευνά την εμπειρία των ατόμων και τα υποκειμενικά νοήματα που τη συγκροτούν, εστιάζοντας πάντα στο ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό (αξιακό και ιδεολογικό) πλαίσιο (context) στο οποίο εγγράφεται. Χαρακτηριστικά της ποιοτικής προσέγγισης είναι το μικρό δείγμα συμμετεχόντων, η ανάλυση λόγου ή/και κειμένων.

#### ΜΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Οι Μικτές προσεγγίσεις **συνδυάζουν** ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους κατά το μεθοδολογικό τους σχεδιασμό για να αξιοποιούν καλύτερα τα πλεονεκτήματα της κάθε μεθόδου και αντιμετωπίζουν αποτελεσματικότερα τις αδυναμίες της κάθε μιας.



### 2.5.2 Σύνοψη βιβλιογραφίας

Με βάση την ανώτερο βιβλιογραφία μπορούμε να **συμπεράνουμε την** έμφαση που δίνεται στην ηλεκτροκίνηση σε διάφορες πτυχές της. Είναι ένας τομέας τόσο νέος και ραγδαία εξελισσόμενος στον οποίο μελετητές και ερευνητές μέσα από έρευνες προσπαθούν να καταλάβουν τα προβλήματα τα οποία καρτούν ακόμα την αγορά σε χαμηλά επίπεδα ή αντίθετα τους λογούς για τους όποιους γίνεται τόσο αγαπητή από τους χρήστες της.

Έχοντας κάλυψη η αυτοκινητοβιομηχανία τόσα χρονιά με τα **συμβατικά αυτοκίνητα** και μόλις τα τελευταία χρονιά να έχουν μπει στην ζωή των ανθρώπων τα υβριδικά και τα ηλεκτρικά οχήματα στις περισσότερες έρευνες υπαρχή η τάση να γίνεται σύγκριση των οχημάτων αυτών. Από την σύγκριση αυτή αποσκοπείτε η εύρεση των χαρακτηριστικών αυτών των οποίων οι χρήστες προτιμούν σε μια κατηγορία αλλά ταυτόχρονα και των στοιχείων αυτών που κατατάσσονται στα ελαττώματα, θέλοντας έτσι να αναπτύξουν τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων.

Σε κάθε μια από τις χώρες που γίνονται οι παραπάνω έρευνες γίνονται με **διαφορετική προσέγγιση** του θέματος, αλλά και με διαφορετικό χειρισμό των δεδομένων αλλά σε γενικό επίπεδο όλες οι έρευνες αποσκοπούν τελικά σε ένα ερώτημα, πως εντάσσονται τα ηλεκτρικά οχήματα στις ζωές των ανθρώπων. Σε κάθε μια από τις περιοχές και τις χώρες που πραγματοποιούνται οι έρευνες υπάρχουν διαφορετικές ανάγκες μετακίνησης, και διαφορετικές υποδομές που όμως σε όλες αυτές ταιριάζουν τα ηλεκτρικά οχήματα σαν τον ποιο βέλτιστο τρόπο μετακίνησης και σαν τον ποιο οικολογικό.

## Κεφάλαιο 3. Θεωρητικό Υπόβαθρο-Μεθοδολογία

---

### 3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια **σύνθετη αναφορά** στο θεωρητικό υπόβαθρο στον τομέα της στατιστικής στον οποίο βασίστηκε η μεθοδολογική ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επιπλέον παρουσιάζεται η Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, η οποία είναι η μέθοδος με την οποία έγινε η ανάλυση και η επεξεργασία των δεδομένων.

### 3.2 Βασικές Στατιστικής Έννοιες

**Με τον όρο πληθυσμός** νοείται το σύνολο των παρατηρήσεων ενός χαρακτηριστικού που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τη στατιστική έρευνα. Ο πληθυσμός ενδέχεται να είναι πραγματικός ή θεωρητικός.

**Με τον όρο δείγμα** νοείται ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Το μεγαλύτερο μέρος της στατιστικής έρευνας βασίζεται σε δείγματα, δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να αποτυπωθούν. Το σύνολο των στοιχείων που υπάγονται στο υπό εξέταση δείγμα ανήκουν στον πληθυσμό, αλλά όχι το αντίστροφο.

**Τα συμπεράσματα** που εξάγονται από τη δειγματοληπτική μελέτη θα είναι έγκυρα με εύλογη ακρίβεια για το σύνολο του πληθυσμού εφόσον το δείγμα αποτελεί αντιπροσωπευτικό μέρος του πληθυσμού. Συνηθίζεται να δηλώνεται ο αριθμός των στοιχείων σε ένα δείγμα με το γράμμα N.

**Ο όρος μεταβλητές** αναφέρεται στα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος που πρέπει να μετρηθούν και να καταγραφούν για ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ποιοτικές μεταβλητές:** εφόσον πρόκειται για μεταβλητές των οποίων οι πιθανές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Συνεπώς, η χρήση αριθμών προκειμένου να αναπαρασταθούν οι τιμές μιας τέτοιας μεταβλητής έχει καθαρά συμβολικό χαρακτήρα και δεν διαθέτει καμία έννοια μέτρησης.
- **Ποσοτικές μεταβλητές:** πρόκειται για μεταβλητές με τιμές που είναι αριθμοί, αλλά έχουν την έννοια της μέτρησης. Οι ποσοτικές μεταβλητές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, συγκεκριμένα σε **διακριτές** και **συνεχείς** μεταβλητές.

Σε μια **διακριτή μεταβλητή**, το ελάχιστο ποσοστό μη μηδενικής διαφοράς που μπορούν να παρουσιάσουν δύο από τις τιμές της είναι μια σταθερή ποσότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο αριθμός των μελών μιας οικογένειας.

Στις **συνεχείς μεταβλητές**, μεταξύ δύο τιμών μπορεί να υπάρχει οποιαδήποτε μικρή διαφορά. Ενδεικτικά, θεωρούμε την ηλικία για την οποία η διαφορά μεταξύ δύο τιμών μπορεί να είναι έτη, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά και δευτερόλεπτα. Ωστόσο, πρακτικά,

μια μεταβλητή μπορεί να θεωρηθεί συνεχής εφόσον μπορεί να λάβει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, ειδάλως θεωρείται διακριτή.

**Μέτρα κεντρικής τάσης:** κατά την ανάλυση ενός δείγματος  $x_1, x_2, \dots, x_n$  υπολογίζεται η μέση τιμή σύμφωνα με τη σχέση:

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

**Μέτρα διακύμανσης και μεταβλητότητας:** για την περίπτωση όπου τα δεδομένα αποτελούν δείγμα. Η διακύμανση συμβολίζεται με  $s^2$  και διαιρείται με  $(n-1)$ :

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

Όπου  $\bar{x}$  (μέσος όρος) είναι το δειγματικό μέσο, είναι δηλαδή η μέση τιμή όλων των παρατηρήσεων του δείγματος. Το μαθηματικό σχήμα που προσδιορίζει την τυπική απόκλιση του δείγματος είναι:

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

Στην περίπτωση συμμετρικά κατανεμημένου δείγματος. Με βάση τον εμπειρικό κανόνα προκύπτει ότι το διάστημα:

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

**Συνδιακύμανση** δύο μεταβλητών: μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων.

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

Τα μέτρα αξιοπιστίας:

- Επίπεδο εμπιστοσύνης: το ποσοστό των περιπτώσεων που μια εκτίμηση είναι σωστή
- Επίπεδο σημαντικότητας: το ποσοστό των φορών που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

### 3.3 Βασικές Κατανομές

Για τη μελέτη των **στατιστικών μεγεθών**, στην επιστήμη της στατιστικής αναφέρεται η μορφή της κατανομής ως ένα μέσο μελέτης. Εν συνεχεία, αναφέρονται οι κυριότερες στατιστικές κατανομές, όπως:

#### Κανονική Κατανομή

Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες κατανομές πιθανοτήτων που αφορά κυρίως συνεχείς μεταβλητές όπως είναι αυτή της κανονικής κατανομής αλλιώς η κατανομή του Γκάους. Θεωρείται ότι μια συνεχής τυχαία μεταβλητή  $X$  ακολουθεί την κανονική κατανομή που έχει παραμέτρους  $\mu, \sigma$  οι οποίες είναι από το  $-\infty, +\infty$  και έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας ως εξής:

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

### Κατανομή Poisson

Αυτή η κατανομή εφαρμόζεται συχνότερα σε διακριτές μεταβλητές. Αντίστοιχα μια τυχαία μεταβλητή  $X$  θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο  $\lambda$  θετική και με τη συνάρτηση:

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

Όπου  $\chi=0,1,2,3,\dots$  Και  $\chi!=\chi(\chi-1)*\dots*3*2*1$

**Η μέση τιμή** καθώς και η διασπορά Poisson είναι  $E\{x\}=\mu$  και  $\sigma^2\{x\}=\mu$  και ισούνται μεταξύ τους. Η κατανομή αυτή αναφέρεται σε γεγονότα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ή χωρικό διάστημα. Γενικώς, ένας αριθμός  $X$  (τυχαία μεταβλητή) στο χρονικό ή χωρικό διάστημα  $t$  υπακούει στην κατανομή Poisson αν:

- Ο συντελεστής  $\lambda$  είναι σταθερός στο χρόνο
- Οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα είναι ανεξάρτητα ενδεχόμενα.

### Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Μια αρκετά σημαντική κατανομή που εφαρμόζεται ιδιαίτερα στον τομέα της οδικής ασφάλειας είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η εφαρμογή της είναι κατάλληλη για περιπτώσεις όπου η διακύμανση των δεδομένων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή.

Το φαινόμενο αυτό εντοπίζεται σε φαινόμενα με **περιοδικές διακυμάνσεις**, όπως, για παράδειγμα, ο αριθμός των αφίξεων οχημάτων ανά μικρά χρονικά διαστήματα μετά από έναν φωτεινό σηματοδότη.

Θεωρείται ότι μια τυχαία μεταβλητή  $X$  ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους  $k, p$  όπου  $k$ : θετικός ακέραιος αριθμός και  $0 < p < 1$  και έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας ως εξής:

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

Όπου  $\chi = 0,1,2,3,\dots$

### 3.4 Μαθηματικά Πρότυπα

Πρόκειται για τη διαδικασία με την οποία στη στατιστική αναλύεται η σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, προκειμένου να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις άλλες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis analysis). Οι μεταβλητές διακρίνονται σε δύο τύπους, η **εξαρτημένη μεταβλητή** αποτελεί εκείνη της οποίας η τιμή επιδιώκεται να προβλεφθεί και η **ανεξάρτητη μεταβλητή** μεταβλητή είναι αυτή που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της της εξαρτημένης μεταβλητής. Το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών δεν έχει επιλεγεί αυθαίρετα, αλλά συνδέονται με την εξαρτημένη μεταβλητή. Ο απώτερος στόχος είναι η δημιουργία εξισώσεις μέσα από τα μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν τη σχέση της ανεξάρτητης μεταβλητής με την εξαρτημένη μεταβλητή.

#### 3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η γραμμική παλινδρόμηση **χρησιμοποιείται** για τον υπολογισμό τη συνάρτηση χρησιμότητας ενός γεγονότος ως προς τους παράγοντες που το επηρεάζουν, καταλήγοντας σε μια γραμμική τελική εξίσωση. Κατόπιν είναι δυνατός ο υπολογισμός της πιθανότητας εμφάνισης ενός συγκεκριμένου γεγονότος.

Στο παρόν μαθηματικό μοντέλο, η **εκτίμηση των παραμέτρων** γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, στην οποία είναι το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών ανάμεσα στις υπολογιζόμενες και τις παρατηρούμενες τιμές θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες.

**Απαραίτητος όρος** για να λειτουργήσει το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι ότι η εξαρτημένη μεταβλητή πρέπει να είναι συνεχής και ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία νοείτε σαν **εξαρτημένη μεταβλητή** τα χαρακτηριστικά επιλογής ενός αυτοκίνητου, λαμβάνοντας με αυτόν τον τρόπο διακριτές τιμές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να καθιστάτε αδύνατος ο υπολογισμός της εξαρτημένης μεταβλητής με το μαθηματικό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

#### 3.4.2 Πιθανοτική Ανάλυση

Χρησιμοποιείται το **μοντέλο Probit analysis** - πιθανοτικής ανάλυσης στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Όπως επίσης, με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, το μοντέλο της γραμμικής σχέση της συνάρτησης χρησιμότητας και της συνάρτησης πιθανότητας υπολογίζεται με παρόμοιο τρόπο.

**Για να εφαρμοστεί** το παραπάνω μοντέλο, πρέπει να πραγματοποιηθούν τα επόμενα: Μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών ως πιθανότητες με τιμές από το 0 έως το 1, ενώ παράλληλα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τη διατήρηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή.

Λόγω της πολυπλοκότητας της χρήσης του πιθανοτικού μοντέλου ανάλυσης, αποφασίστηκε να μην εφαρμοστεί στην παρούσα διπλωματική εργασία.

### 3.4.3 Λογιστική Παλινδρόμηση - logistic regression

Το στατιστικό μοντέλο της **λογιστικής παλινδρόμησης** (logistic regression) εφαρμόζεται σε περιπτώσεις στις οποίες η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές τιμές, όπως στην προκειμένη έρευνα. Εντοπίζεται σε Συγκοινωνιακές έρευνες στις οποίες ο στόχος είναι να προβλεφθεί η επίδραση ορισμένων ανεξάρτητων μεταβλητών ενός γεγονότος, μέσω ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης.

Ο **στόχος** του μοντέλου στην παρούσα Διπλωματική Εργασία είναι να υπολογιστεί η πιθανότητα επιλογής ενός από τα τριών διαθέσιμων τύπων οχήματος (συμβατικό, υβριδικό ή ηλεκτρικό) και να παρουσιάσει πώς και σε τι βαθμό οι ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές

Στη λογιστική παλινδρόμηση η **εξαρτημένη μεταβλητή** είναι κατηγορική και δίτιμη. Για αυτήν εξετάζουμε την πιθανότητα (τα ποσοστά) εμφάνισης των δύο κατηγοριών σε σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές -παράγοντες. Επειδή σκοπός είναι να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος, συνεπάγεται ότι οι τιμές που θα πρέπει να προκύπτουν από το γραμμικό υπόδειγμα περιέχονται στο διάστημα  $[0,1]$ .

Για τον λόγο αυτό **υποθέτουμε ότι** η μεταβλητή ακολουθεί διωνυμική κατανομή και ότι η σύνδεση της πιθανότητας εμφάνισης του γεγονότος  $p_i$  συνδέεται με το γραμμικό υπόδειγμα μέσω της link function:

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Όπου:

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$$

Ο **λογάριθμος** του λόγου σχετικής πιθανότητας. Απολογαριθμίζοντας προκύπτει ότι η πιθανότητα της κατηγορίας της εξαρτημένης μεταβλητής θα είναι:

$$p_i = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}$$

Στο μοντέλο της **λογιστικής παλινδρόμησης** η εκτίμηση των συντελεστών πραγματοποιείται με τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method) αντί της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων.

Η ερμηνεία τους, όμως, δεν προκύπτει με τον ίδιο τρόπο όπως στη γραμμική παλινδρόμηση, και θα πρέπει να γίνει **τροποποίηση**, ώστε να εκφραστούν με την κατάλληλη μορφή, δηλ.  $e^\beta$ . Τα περισσότερα προγράμματα στον πίνακα των συντελεστών εμφανίζουν και την σχέση  $e^\beta$ . Κάθε συντελεστής εκφράζει τη μεταβολή του λογαρίθμου της σχετικής πιθανότητας για μια μονάδα αύξησης της ανεξάρτητης μεταβλητής

Το στατιστικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης **εφαρμόζεται** στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν δύο εναλλακτικές επιλογές με την ανάπτυξη διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary model), αλλά και στην περίπτωση όπου υπάρχουν περισσότερες από δύο ενδεχόμενες επιλογές γίνεται με το πολυωνυμικό μοντέλο πρόβλεψης (multinomial model). Σε αυτή τη διπλωματική εργασία βάσει του πολυωνυμικού προτύπου αναλύονται τα σενάρια του ερωτηματολογίου στα οποία εξετάζονται οι εξής επιλογές "Συμβατικό αυτοκίνητο", "Υβριδικό αυτοκίνητο", "Ηλεκτρικό αυτοκίνητο". Από την άλλη πλευρά, το διωνυμικό μοντέλο θα χρησιμοποιηθεί για να απαντηθεί το ερώτημα 'Με βάση ποια χαρακτηριστικά θα επιλέγατε ένα ηλεκτρικό επιβατικό όχημα'

Ως συνάρτηση χρησιμότητας για τη λογιστική παλινδρόμηση ορίζεται η σχέση :

$$U_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

Όπου

- $U_i$  : η συνάρτηση χρησιμότητας του συμβάντος  $i$
- $x_1 \dots x_n$  : οι αυτόνομες μεταβλητές του προβλήματος
- $a_0$  : ο σταθερός όρος που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν περιλαμβάνονται στο μαθηματικό μοντέλο
- $a_1 \dots a_n$  : οι συντελεστές των μεταβλητών

Η σχέση με την οποία υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος  $i$  είναι :

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}}$$

Συνεπώς, η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το ενδεχόμενο  $i$  είναι από το αποτέλεσμα  $1 - P_i$ .

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας συναντάται **η έννοια του λόγου των πιθανοτήτων**. Πρόκειται για ένα κλάσμα που στον αριθμητή είναι η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός ενώ στον παρονομαστή είναι η η πιθανότητα να μην συμβεί. Όπως προαναφέρθηκε, εάν  $P$  είναι η πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός και  $1-P$  είναι η πιθανότητα να μην συμβεί τότε ο λόγος των πιθανοτήτων δίνεται ως εξής :  $\frac{P}{1-P}$

Η λογαριθμική μορφή του λόγου αυτού που χρησιμοποιείται συχνότερα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1-P} = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_nx_n$$

- Όταν οι πιθανότητες  $> 1$ , τότε οι πιθανότητες αυξάνονται.
- Όταν οι πιθανότητες είναι  $< 1$ , τότε οι πιθανότητες μειώνονται.

### 3.5 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης

**Με δύο τρόπους** μπορεί να γίνει καταγραφή της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών ενός δείγματος του πλυσίματος που επιλέγεται για να λάβει μέρος σε μια έρευνα.

Μια από τις πιο συνηθισμένες **μεθόδους συλλογής δεδομένων**, χάρη στην απλότητά του, είναι αυτή του ερωτηματολογίου. Αυτό μπορεί να αποτελείται από διάφορους τύπους. Για παράδειγμα μπορεί να είναι σε ηλεκτρονική μορφή ή έντυπη, να περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ερωτήσεων και κατάλληλων διατυπώσεων σε συνάρτηση με τους σκοπούς που έχει θέσει ο ερευνητής.

Ως **πρώτη τεχνική καταγραφής** των απόψεων του κοινού χρησιμοποιείται η **μέθοδος των δηλωμένων προτιμήσεων**. Μέσω αυτής της μεθόδου, καταγράφονται οι προτιμήσεις από ένα δείγμα του πληθυσμού για κάποιο θέμα που ενδιαφέρει τον ερευνητή. Προκειμένου να αναλυθούν οι προτιμήσεις του δείγματος, χρησιμοποιούνται κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα. Η μέθοδος είναι καταλληλότερη για καταστάσεις που δεν αποτελούν παρόν θέμα, αλλά είναι πιθανό να αποτελέσουν προκύψουν στο μέλλον.

Η **δεύτερη τεχνική** για τη συγκέντρωση στοιχείων σχετικά με ένα θέμα που έχει τεθεί ονομάζεται **μέθοδος της αποκαλυπτόμενης προτίμησης**. Η ειδοποιός διαφορά αυτής της μεθόδου είναι το γεγονός ότι καταγράφονται οι συμπεριφορές των στάσεων του κοινού απέναντι σε εναλλακτικές επιλογές που έχουν ήδη εφαρμοστεί και για το λόγο αυτό προτιμάται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου στόχος είναι η εξαγωγή μοντέλων της ζήτησης.

Ωστόσο, η μέθοδος αυτή σε ορισμένες περιπτώσεις βρίσκεται σε μειονεκτική θέση.

- Είναι δυνατόν να υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις κύριες μεταβλητές καθιστώντας τη συνέχιση της ανάλυσης ανενεργή
- Δυσκολία εξέτασης όλων των μεταβλητών που εισάγονται στην έρευνα εξαιτίας της περιορισμένης ευελιξίας των δεδομένων
- Επίσης, δεν ισχύει για καταστάσεις που δεν βρίσκονται στο προσκήνιο στο παρόντα χρόνο

Από την άλλη πλευρά, η Μέθοδος της **δεδηλωμένης προτίμησης** μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποιο συχνά διότι:

- Επιτρέπει την τοποθέτηση ενός ευρέος φάσματος μεταβλητών στο πεδίο της έρευνας
- Ο μελετητής καθορίζει τη βάση και τα στοιχεία με τα οποία θα αντιμετωπιστεί το κοινό, με αποτέλεσμα η μέθοδος αυτή να είναι πιο ελεγχόμενη
- Παρουσιάζει χαμηλότερο κόστος, καθώς μέσω της κατάλληλης οργάνωσης των περιεχόμενων, ο ερευνητής εξασφαλίζει καλύτερη κατανόηση για το προφίλ των ερωτηθέντων από τις πολλαπλές απαντήσεις τους

Ωστόσο, χρειάζεται να δοθεί **ιδιαίτερη προσοχή** στις έρευνες που εφαρμόζουν μόνο αυτή την μέθοδο, καθώς είναι πιθανό οι απαντήσεις των ερωτηθέντων να μην αντιστοιχούν στις πραγματικές τους συνήθειες



### 3.6 Σύνοψη

Στο πλαίσιο και τους στόχους που περιγράφονται στην παρούσα διπλωματική εργασία διατυπώνονται τα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τα μαθηματικά μοντέλα ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων:

- Στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης θεωρείται ότι η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει συνεχείς τιμές. Για τον λόγο αυτό δεν θα χρησιμοποιηθεί καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή στην παρούσα διπλωματική εργασία
- Η Πιθανοτική
- ανάλυση απορρίπτεται λόγω της πολυπλοκότητάς της, αν και γενικά πληροί τους ζητούμενους όρους.
- Ως εκ τούτου, για την επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η λογιστική παλινδρόμηση με τη βοήθεια της οποίας θα γίνει η πρόβλεψη της επιλογή του κοινού όσον αφορά τους τρεις διαθέσιμους τύπους οχημάτων.

## Κεφάλαιο 4. Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

---

### 4.1 Εισαγωγή

Όπως είδαμε και από τις προηγούμενες ενότητες στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να βρεθούν και να αναλυθούν τα χαρακτηριστικά επιλογής ενός ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος σε σχέση με ένα συμβατικό και με ένα υβριδικό όχημα. Όπως προαναφέρθηκε οι παράγοντες αυτοί μπορεί να ποικίλουν. Η ανάλυση της παρούσας μελέτης εξετάζει

- το κόστος αγοράς (σε ευρώ)
- το κόστος λειτουργίας ανά 400 χιλιόμετρα (σε ευρώ)
- την αυτονομία σε χιλιόμετρα.

Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα **ερωτηματολόγιο** το οποίο προσεκτικά σε ένα κομμάτι πληθυσμού το οποίο αποτελεί ένα αξιόπιστο δείγμα περιλαμβάνοντας πολλές ηλικιακές ομάδες, διάφορον ειδικοτήτων, ποικίλων χαρακτηριστικών, διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου και εισοδήματος. Το ερωτηματολόγιο βασίζεται σε σενάρια προτίμησης δεδηλωμένων απαντήσεων. Το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο και τα δεδομένα που συλλέχτηκαν τηρούσαν τις προδιαγραφές GTPR περί προσωπικών δεδομένων.

Μέσα από την σχετική επεξεργασία των απαντήσεων που έγινε στο λογισμικό πρόγραμμα R-Studio μπορούμε να προσδιορίσουμε καλύτερα τον στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δηλαδή τα χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος.

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων και θα παρατεθούν συγκεντρωτικοί πίνακες και διαγράμματα που προέκυψαν μέσα από την στατιστική ανάλυση

### 4.2 Συλλογή στοιχείων

#### 4.2.1 Το ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τις υπηρεσίες της Google (Google Forms). Στο σύνολο του **αποτελείται από 4** μέρη – ενότητες και 38 ερωτήσεις όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο **Παράρτημα Α**. Για την συμπλήρωση του κατά μέσο ορό για κάθε ερωτώμενο χρειάστηκαν 12 λεπτά. Συνολικά συμπληρώθηκαν 143 απαντήσεις όπου και χρησιμοποιήθηκαν για την στατιστική ανάλυση. Το ερωτηματολόγιο είχε την δυνατότητα να απαντηθεί τόσο στα Ελληνικά όσο και στα Αγγλικά, αν και οι στατιστικά σημαντικές απαντήσεις είναι αυτές που αφορούν την εγχωρία αγορά, παρόλα αυτά δόθηκε η δυνατότητα και σε ξένους που διαμένουν στην Ελλάδα να συμμετέχουν στην έρευνα.

#### 4.2.2 Τα μέρη του ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Χαρακτηριστικά κινητικότητας
- Προτιμήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων
- Σενάρια προτιμήσεων
- Δημογραφικά χαρακτηριστικά.

Αναλυτικότερα:

**Στο Πρώτο μέρος** αναλύονται τα **χαρακτηριστικά μετακινήσεις**. Εκείνοι οι οποίοι επιλέχθηκαν να λάβουν μέρος στην έρευνα εισάγονται στην ενορία της ηλεκτροκινήσεις μέσα από γενικές ερωτήσεις οι οποίες στην πορεία της μελέτης θα αποδειχθούν εξαιρετικά χρήσιμες στην επεξεργασία των δεδομένων. Μέσα από την ενότητα αυτή γίνεται η σκιαγράφηση του προφίλ του κάθε ερωτώμενου όσο αφορά τα χαρακτηριστικά κινητικότητας, την εμπειρία τους στην οδήγηση, τον βασικό σκοπό των μετακινήσεων τους αλλά και τους χρόνους μετακίνησης τους.

**Στο Δεύτερο μέρος** αφορά τις **απόψεις του κοινού** σχετικά με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Μέσα από μια σειρά ερωτήσεων εντοπίζονται οι θετικοί αλλά και οι αρνητικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αγορά ενός ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος, αλλά ταυτόχρονα εντοπίζεται και η στάση του κοινού σχετικά με κάποια μείζονα ερωτήματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.

**Το τρίτο μέρος** περιείχε τον πυρήνα του ερωτηματολογίου. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν έξι σενάρια σχετικά με την προτίμηση μεταξύ ενός συμβατικού οχήματος, ενός υβριδικού οχήματος και ενός ηλεκτρικού οχήματος. Η επιλογή τους εξαρτιόταν άμεσα από τρία χαρακτηριστικά, το κόστος αγοράς (σε €), το κόστος καυσίμου ανά 400 km (σε €) και την αυτονομία (σε km), όπου σε κάθε σενάριο οι τιμές ήταν διαφορετικές. Τα χαρακτηριστικά και τα επίπεδα του πειράματος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Χαρακτηριστικά	Επίπεδα		
	Συμβατικό όχημα	Υβριδικό όχημα	Ηλεκτρικό όχημα
Κόστος αγοράς (€)	10.000 20.000 30.000	20.000 30.000 40.000	30.000 40.000 50.000
Κόστος καυσίμου ανά 400 km (€)	60 80 100	40 60 80	20 40 60
Αυτονομία (σε km)	400 600 800	400 600 800	300 500 700

Πίνακας 4.1 Πίνακας με τις τιμές των σεναρίων για κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες

Προκειμένου να ολοκληρωθούν τα σενάρια, δόθηκε στους ερωτηθέντες το **ακόλουθο κείμενο**: "Ακολουθούν 6 υποθετικά σενάρια στα οποία καλείστε να επιλέξετε τον τύπο επιβατικού αυτοκινήτου που θα προτιμούσατε να αγοράσετε μεταξύ τριών τύπων επιβατικών οχημάτων: Συμβατικά, υβριδικά και ηλεκτρικά"

Οι **διακυμάνσεις** που γίνονται στις τιμές αυτές έχουν μελετηθεί προσεκτικά έτσι ώστε οι απαντήσεις που δίνονται να μην θεωρούνται δεδομένες ως προς έναν παράγοντα αλλά ταυτόχρονα να μπορούν να δείξουν την σημαντικότητα που έχουν αυτές οι τρεις μεταβλητές για τον κάθε ερωτώμενο.

**Στο τέταρτο** και τελευταίο μέρος ζητείτε από το κοινό να συμπληρώσει τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά**. Σε μια μελέτη είναι απαραίτητο να υπάρχουν δημογραφικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε μέσα από την στατιστική μελέτη να προκύψει ο βαθμός σημαντικότητας και να αναλυθεί το κατά ποσό εύρη είναι το κοινό που έχει ερωτηθεί. Τα στοιχεί αυτά βοηθούν στο έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος αλλά και στην χρήση του μαθηματικού μοντέλου που θα αναπτυχθεί κατά την ολοκλήρωση του ερωτηματολογίου. Στην παρούσα έρευνα επιδιώχτηκε το κοινό να έχει όσο το μεγαλύτερο εύρος μπορούσε, να περιλαμβάνει ανθρώπους διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, μορφωτικού επιπέδου, φίλου, διαφορετικού ετήσιου εισοδήματος, επάγγελμα αλλά και οικογενειακής κατάστασης. Τέλος σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ερωτήσεις βοηθούν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

#### 4.2.3 Ανάλυση των σεναρίων

Όπως αναλύθηκε και στην προηγούμενη ενότητα τα σενάρια βασίζονται σε τρεις **παραμέτρους**, το Κόστος αγοράς (σε €), το κόστος λειτουργίας ανά 400km (σε €) και την Αυτονομία (σε km) για τους τρεις τύπους επιβατικού οχήματος. Όλες οι τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί στα σενάρια έχουν υπολογιστεί για οχήματα που ανήκουν στη μικρομεσαία κατηγορία η οποία είναι και η δημοφιλέστερη στην Ελλάδα. Παρόλα αυτά με βάση την σημερινή αγορά όταν προσαρμόζεται μια τιμή, ένα κόστος λειτουργίας ή μια αυτονομία ενός μικρομεσαίου αυτοκινήτου σε ένα ηλεκτρικό η υβριδικό φαίνεται κάπως παραλογή, αλλά με τα άλματα που κάνει η τεχνολογία και η ανάπτυξη της αυτοκινητοβιομηχανίας δεν θα είναι παράλογο σε μερικά χρόνια να βλέπουμε τις τιμές αυτές και στα ηλεκτρικά ή υβριδικά αυτοκίνητα. Για παράδειγμα δεν θα είναι παράλογο σε λίγα χρόνια από τώρα να δούμε ηλεκτρικό όχημα με μεγαλύτερη αυτονομία από ότι ένα συμβατικό ή ένα υβριδικό ή ένα ηλεκτρικό με ίδιο κόστος αγοράς σε σχέση με ένα συμβατικό.

Αναλογιζόμενοι την παραπάνω εισαγωγή οι τιμές των **έξι σεναρίων** έχουν επιλεγεί καταλληλά και στοχεύοντας στον προβληματισμό των ερωτώμενων που έχουν λάβει μέρος στην έρευνα αυτή. Στοχεύει σε μια προσεκτική αξιολόγηση των σεναρίων για την κάθε μια επιλογή ξεχωριστά, με σκοπό να αποφευχθούν πιθανά λάθη απροσεξίας και ταχείας συμπλήρωσης. Για τον λόγο αυτό τα σενάρια δεν έχουν μια πιθανή απάντηση και ούτε ένα σύστημα βαθμονόμησης τιμών. Σαν αποτέλεσμα αυτού στις απαντήσεις που δόθηκαν φαίνεται ποικίλα απαντήσεων σε κάθε ένα από τα σενάρια.

Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται ενδεικτικά ένα σενάριο όπως ακριβώς παρουσιαζόταν στους ερωτώμενους κατά την διάρκεια συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου.

Σενάριο 1ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	10.000	20.000	30.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	100	80	60
Αυτονομία (km)	400	400	300

Συμβατικό                      Υβριδικό                      Ηλεκτρικό

Όχημα                                                                 

Εικόνα 4-1 Από την ενότητα 3 του ερωτηματολογίου το 1<sup>ο</sup> σενάριο όπως ακριβώς εμφανιζόταν στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε

Το σύνολο των σεναρίων καθώς και το σύνολο του ερωτηματολογίου παραθέτετε στο **Παράρτημα Α**.

#### 4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων

Η παρούσα διπλωματική εργασία **βασίζεται** άμεσα στην επιστήμη της στατιστικής. Μέσα από το σύνολο των ανθρώπων επιλέγετε προσεκτικά ένα μικρό ποσοστό αυτών το οποίο αποτελεί και το δείγμα της ερευνάς. Σκοπός αυτού είναι ότι τα συμπεράσματα της ερευνάς που θα προκύψουν από αυτό το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικά για το σύνολο του πληθυσμού που αφορά η μελέτη και ταυτόχρονα θα πρέπει να είναι αρκετά αξιόπιστα και ακριβή.

Με τα παραπάνω σαν δεδομένα **σκοπός του ερευνητή** είναι να επιλέξει ορθά το δείγμα που θα λάβει μέρος στην έρευνα έτσι ώστε τα συμπεράσματα και τα αποτελέσματα αυτής να αντιπροσωπεύουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο κομμάτι πληθυσμού. Με αυτόν τον τρόπο τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την έρευνα θα μπορούν να περιγράψουν καλύτερα την συμπεριφορά του πληθυσμού και θα πλησιάζουν περισσότερο την πραγματικότητα.

Για την ακαταλληλότητα του δείγματος θα πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις και **σύμφωνα με τον P.Kotler** οι οποίες είναι οι εξής:

Το υπό εξέταση δείγμα θα πρέπει κάθε φορά να συλλέγεται από τον **κατάλληλο πληθυσμό**. Παραδείγματος χάριν, στην παρούσα έρευνα όπου ερευνώνται τα χαρακτηριστικά επιλογής ενός ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος το δείγμα στην γενική του μορφή θα πρέπει να είναι σχετικό με τον χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας και στα ειδικά χαρακτηριστικά να έχει σαν σκοπό την αγορά ενός καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Με βάση αυτό προκύπτει ότι η επιλογή του πληθυσμού – δείγματος καθίσταται λιγότερο ευέλικτη σε σχέση με μια άλλη έρευνα η οποία δεν έχει σαν σκοπό

την αγορά ενός καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου και έτσι δεν περιορίζεται μόνο στους υποψήφιους αγοραστές αυτοκινήτου.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία το δείγμα ήταν 143 άτομα το οποίο κρίθηκε ικανοποιητικό για την ολοκλήρωση της μελέτης, την αξιοπιστία και την αντιπροσωπευτικότητά των αποτελεσμάτων αυτής. Σε γενική μορφή με βάση τον P.Kotler όσο μεγαλύτερο είναι το δείγμα τόσο πιο αξιόπιστα και αντιπροσωπευτικά είναι τα αποτελέσματα της έρευνας σε σχέση με τον εύρη πληθυσμό.

Το υπό εξέταση δείγμα θα πρέπει να έχει **χαρακτηριστικά** όμοια με αυτά του πληθυσμού από τον οποίο έχει προκύψει έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος. Ο πληθυσμός στην παρούσα έρευνα αφορούσε τους οδηγούς στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα αυτούς που έχουν σκοπό να αγοράσουν κάποιο όχημα στο εγγύς μέλλον. Έτσι θέλοντας να μελετήσουμε το σύνολο του πληθυσμού αλλά ταυτόχρονα παίρνοντας μόνο ένα μικρό κομμάτι αυτού, θα πρέπει να προσέξουμε το κομμάτι αυτό να ποικίλει σε χαρακτηριστικά. Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά δηλαδή η τέταρτη ενότητα του ερωτηματολογίου είχε τον ρόλο αυτό. Μέσα από αυτήν φροντίζουμε τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού να ποικίλουν τόσο σε οικονομική κατάσταση, σε μορφωτικό επίπεδο, σε φίλο, σε επάγγελμα, σε οικογενειακή κατάσταση αλλά και σε ηλικία.

«η (κάθε) ερώτηση πρέπει να διατυπώνεται ώστε ο ερωτώμενος να καταλαβαίνει αυτό ακριβώς που θέλει ο ερευνητής, και η απάντηση που δίνεται από τον ερωτώμενο πρέπει να διατυπώνεται ώστε ο ερευνητής να καταλαβαίνει αυτό ακριβώς που θέλει να πει ο ερωτώμενος» (Foddy, 1994).

## Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

✕
⋮

Μέρος 4ο

---

**Φύλο \***

Άνδρας

Γυναίκα

**Ηλικιακή Ομάδα \***

<30

30 - 44

45-60

>60

**Ετήσιο Εισόδημα \***

Έως 15.000

Από 15.000 έως 30.000

Άνω των 30.000

Εικόνα 4-2 Κομμάτι από το ερωτηματολόγιο, μέρος 4<sup>ο</sup>, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά

### 4.3. Συλλογή ερωτηματολογίων

#### 4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων

Με στόχο την **στατιστική ανάλυση** με πολυωνυμική και διωνυμική παλινδρόμηση μέσα από το λογισμικό πρόγραμμα R-Studio πραγματοποιήθηκε η κωδικοποίηση των δεδομένων έτσι ώστε να μπορέσουν να εισαχθούν στο πρόγραμμα. Με την βοήθεια του Excel τα πρωτόγεννοι αρχεία που δημιουργήθηκαν από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου μετα δημιουργήθηκαν και σχηματίστηκε ένας Master Table, ο οποίος στις στήλες του περιλαμβάνει όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ενώ στις γραμμές του περιλαμβάνει τις απαντήσεις του δείγματος. Το ιδιαίτερο με αυτόν τον πίνακα είναι ότι μετασχηματίστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι απαντήσεις να έχουν την μορφή 0 και 1 και σε οποίες ερωτήσεις περιλαμβάνουν περισσότερες από μια επιλογές απαντήσεις μετασχηματίζονται από 1 έως n όπου n το σύνολο των ερωτήσεων.

Ο πίνακας αυτός έχει την μορφή:

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA			
2	Nr	ID	Choice	Purchase_cost_1	Purchase_cost_2	Purchase_cost_3	Cost_of_operation_1	Cost_of_operation_2	Cost_of_operation_3	Autonomy_1	Autonomy_2	Autonomy_3	Use_car	What_fuel	Whow_many_years	purpose_of_movement...														
3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	0	1	4	2	3	1	3	2	1	3	3	4	3			
4	1	4	1	3	3	1	3	2	1	2	3	3	3	1	0	1	4	2	3	1	3	2	1	3	3	4	3			
5	1	4	1	3	3	1	3	2	1	2	3	3	3	1	0	1	4	2	3	1	3	2	1	3	3	4	3			
6	1	6	1	2	3	2	3	2	3	1	1	3	2	1	0	1	4	2	3	1	3	2	1	3	3	4	3			
7	1	6	1	2	3	2	3	2	3	1	1	3	2	1	0	1	4	2	3	1	3	2	1	3	3	4	3			
8	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	0	2	18	1	2	4	4	1	2	2	1	4	5	4	4	
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	18	1	2	4	4	1	2	2	1	4	5	4	4	
10	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	18	1	2	4	4	1	2	2	1	4	5	4	4		
11	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	18	1	2	4	4	1	2	2	1	4	5	4	4		
12	2	5	1	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	0	2	18	1	2	4	4	1	2	2	1	4	5	4	4		
13	2	6	2	1	2	3	2	3	2	2	2	3	2	0	2	18	1	2	4	4	1	2	2	1	4	5	4	4		
14	3	1	3	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5	
15	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5		
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5		
17	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5		
18	3	5	1	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5		
19	3	6	2	1	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5	
20	4	1	2	3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	45	4	2	3	4	1	2	2	1	4	5	4	5	
21	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	0	1	2	1	2	1	3	2	1	3	5	5	5	5	
22	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	0	1	2	1	2	1	3	2	1	3	5	5	5	5	
23	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	2	1	2	1	3	2	1	3	5	5	5	5	5	
24	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	1	2	1	2	1	3	2	1	3	5	5	5	5	5	
25	4	6	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	0	1	2	1	2	1	3	2	1	3	5	5	5	5	5	
26	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	1	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	1	3	
27	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	1	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	1	3	
28	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	1	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	1	3	
29	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	1	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	1	3	
30	5	5	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	0	1	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	3	1	3	
31	5	6	1	1	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	1	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	1	3	
32	6	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	
33	6	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4	
34	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4	
35	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4	
36	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4	
37	6	5	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4
38	7	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	44	4	2	2	3	3	2	1	3	3	4	5	4	4
39	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	0	1	25	4	2	3	3	1	2	1	1	3	5	5	5	5
40	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	0	1	25	4	2	3	3	1	2	1	1	3	5	5	5	5
41	7	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	0	1	25	4	2	3	3	1	2	1	1	3	5	5	5	5
42	7	5	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	0	1	25	4	2	3	3	1	2	1	1	3	5	5	5	5
43	7	6	2	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	25	4	2	3	3	1	2	1	1	3	5	5	5	5
44	8	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	0	1	18	1	2	3	3	1	1	1	1	3	4	3	2	2
45	8	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	0	1	18	1	2	3	3	1	1	1	1	3	4	3	2	2
46	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	18	1	2	3	3	1	1	1	1	1	3	4	3	2	2
47	8	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	18	1	2	3	3	1	1	1	1	1	3	4	3	2	2
48	8	5	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	0	1	18	1	2	3	3	1	1	1	1	1	3	4	3	2	2

Πίνακας 4.2 Ο τελικός πίνακας με όλα τα δεδομένα όπως καταχωρήθηκε στο λογισμικό πρόγραμμα R-Studio

Στην **πρώτη στήλη** με ονομασία “Nr” περιλαμβάνεται ο αριθμός της κάθε απάντησης. Για παράδειγμα το νούμερο 1 αντιστοιχεί στην απάντηση του πρώτου ερωτώμενου, το νούμερο 2 αντιστοιχεί στην απάντηση του δευτέρου ερωτώμενου και ούτω κάθε εξής μέχρι και τις 143 απαντήσεις που έχει συλλέξει το ερωτηματολόγιο.

Το ιδιαίτερο με αυτόν τον πίνακα είναι ότι η απάντηση του κάθε ερωτώμενου είναι **ανοιγμένη σε έξι σειρές**. Αυτές οι έξι σειρές για κάθε ερωτώμενο αντιπροσωπεύουν τα έξι σενάρια τα οποία κλήθηκαν να απαντήσουν κατά την διάρκεια του ερωτηματολογίου. Για κάθε ερωτηθέντα αυτές οι έξι σειρές έχουν τις ίδιες απαντήσεις με εξαίρεση τα σενάρια στα οποία η κάθε σειρά αναλύει και ένα σενάριο. Στην σειρά με Nr=1 και ID=1 αναλύεται το 1<sup>ο</sup> σενάριο, στην σειρά με Nr=3 και ID=3 αναλύεται το 3<sup>ο</sup> σενάριο, στην σειρά με Nr=6 και ID=6 αναλύεται το 6<sup>ο</sup> σενάριο, ομοίως συνεχίζεται και για τους υπολοίπους ερωτώμενους.

Με αυτόν τον τρόπο από τα 143 άτομα που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο προκύπτει οι τελικές απαντήσεις του Master Table να είναι 858.

### 4.3.2 Ανάλυση πίνακα

Στην πρώτη γραμμή περιέχονται διαδοχικά οι παρακάτω στήλες:

- **Nr:** ο αύξων αριθμός των ερωτηθέντων
- **ID:** ο αριθμός του κάθε σεναρίου από την ενότητα 3α του ερωτηματολογίου
- **Choice:** η απάντηση στα σεναρια μεταξύ των 3<sup>ων</sup> τύπων αυτοκίνητου Συμβατικό όχημα=1, Υβριδικό όχημα=2, Ηλεκτρικό όχημα=3
- **Purchase\_cost\_1, Purchase\_cost\_2, Purchase\_cost\_3:** οι τιμές της μεταβλητής του κόστους αγοράς από τα σενάρια, όπου τα νούμερα αντιστοιχούν στους τρεις τύπους οχημάτων
- **Cost\_of\_operation\_1, Cost\_of\_operation\_2, Cost\_of\_operation\_3:** οι τιμές της μεταβλητής του κόστους λειτουργεία ανά 400km για τους τρεις τύπους οχημάτων
- **Autonomy\_1, Autonomy\_2, Autonomy\_3:** οι τιμές της μεταβλητής της αυτονομίας για τους τρεις τύπους οχημάτων
- **Use\_car, What\_fuel, Whow\_many\_years,purpose\_of\_movement...:** η κωδικοποίηση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου

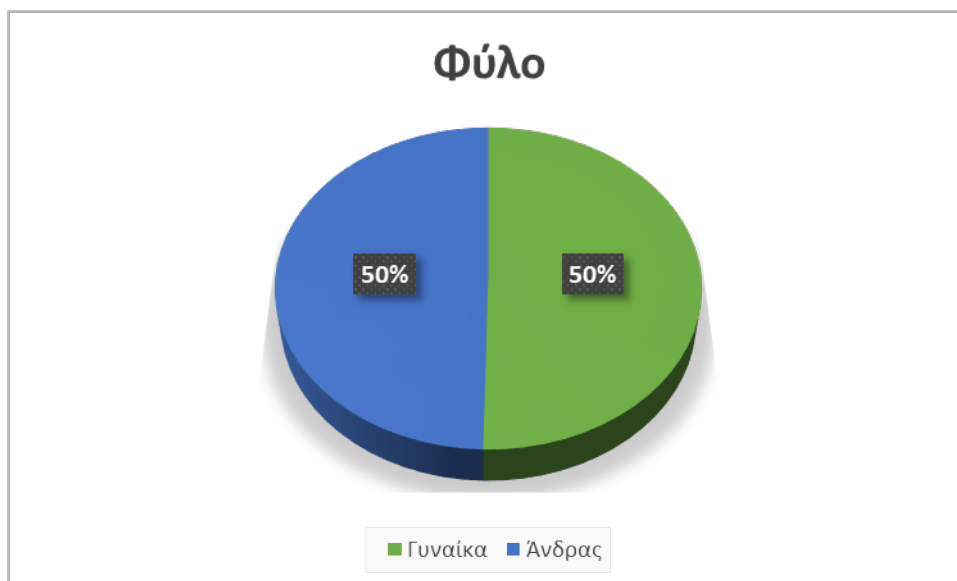


Σχετικά με την **κωδικοποίηση** των απαντήσεων έχουν ακολουθηθεί οι επόμενοι κανόνες:

- Στις ερωτήσεις όπου οι πιθανές απαντήσεις ήταν Ναι ή Όχι, στο Excel εμφανίζονται ως 1=Ναι και 0= Όχι.
- Στις ερωτήσεις όπου οι πιθανές απαντήσεις ήταν πάνω από δύο, τότε η πρώτη απάντηση αντιστοιχεί στον αριθμό 1, η δεύτερη στον αριθμό 2, κ.ο.κ.

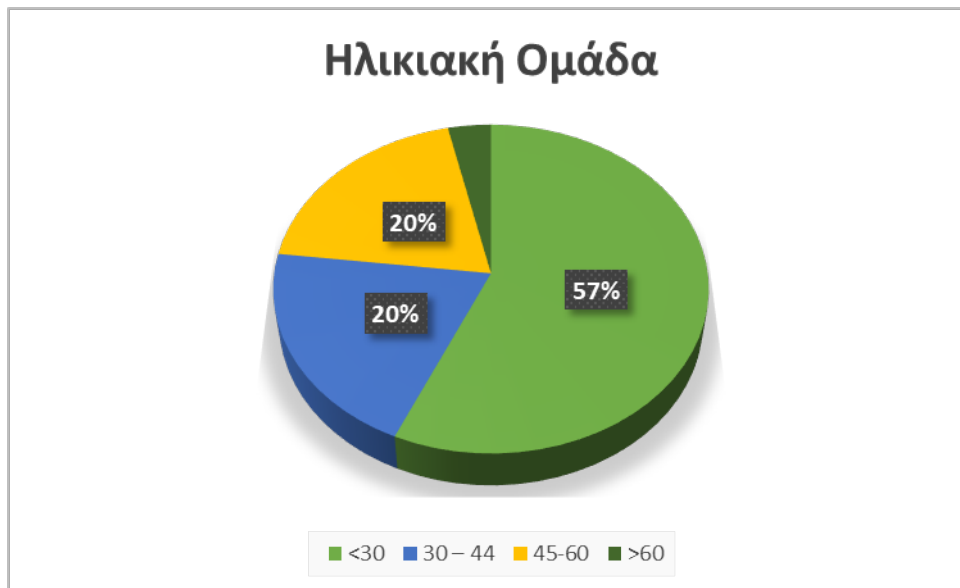
#### 4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σημαντικότερα **στατιστικά στοιχεία** που προέκυψαν μέσα από την έρευνα του ερωτηματολογίου. Για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων.



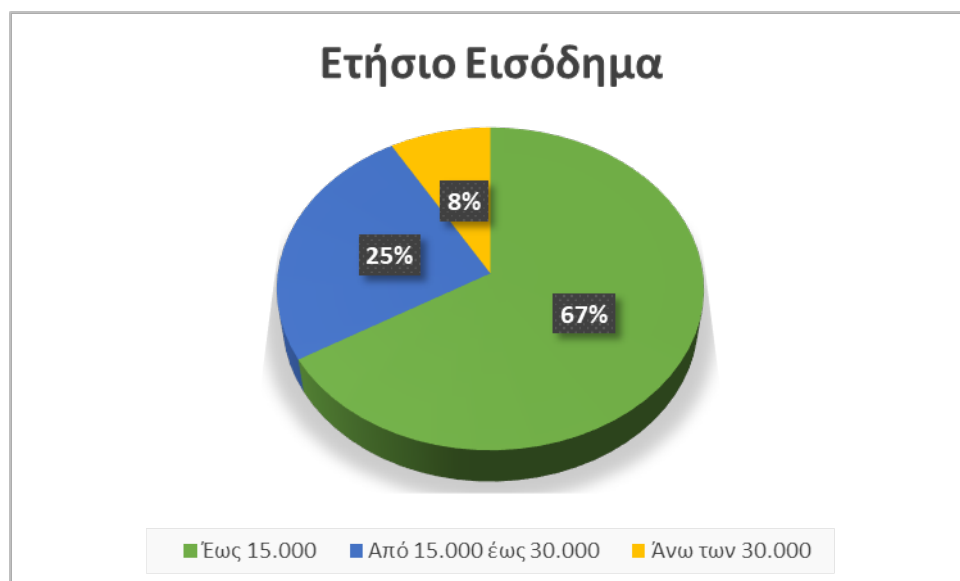
Γράφημα 4.1 το φύλο

Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε την **κατανομή του φύλου** από το δείγμα του ερωτηματολογίου. Παρατηρούμε ότι είναι ισάξιο ποσοστό πράγμα το οποίο σημαίνει ότι το δείγμα είναι άρτια κατανομημένο.



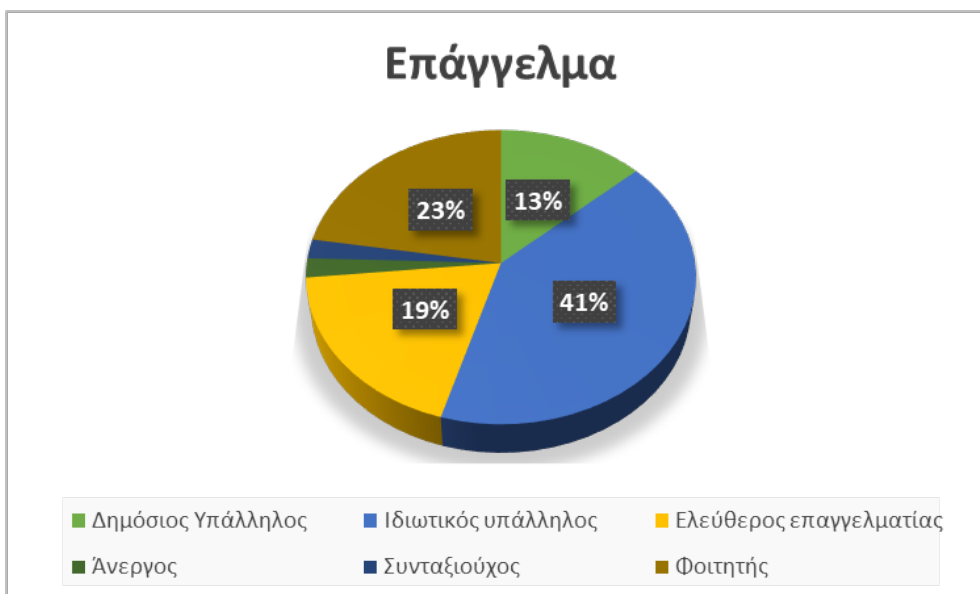
Γράφημα 4.2 Η ηλικιακή ομάδα

Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε την **κατανομή των ηλικιακών ομάδων**, όπως αυτές δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο. Σε αυτό παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος είναι άτομα τα οποία ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα “μικρότεροι από 30 ετών”, ενώ στις ηλικιακές ομάδες “από 30 έως 44 ετών” και “από 45 έως 60 ετών” έχουν την δεύτερη μεγαλύτερη συμμετοχή στην έρευνα.



Γράφημα 4.3 Ετήσιο εισόδημα

Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε τα αποτελέσματα με βάση το **ετήσιο οικογενειακό εισόδημα**. Φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό έχει η κατηγορία “έως 15.000€” ενώ λίγοι είναι αυτοί που έχουν μεγαλύτερο ετήσιο εισόδημα από 30.000€.



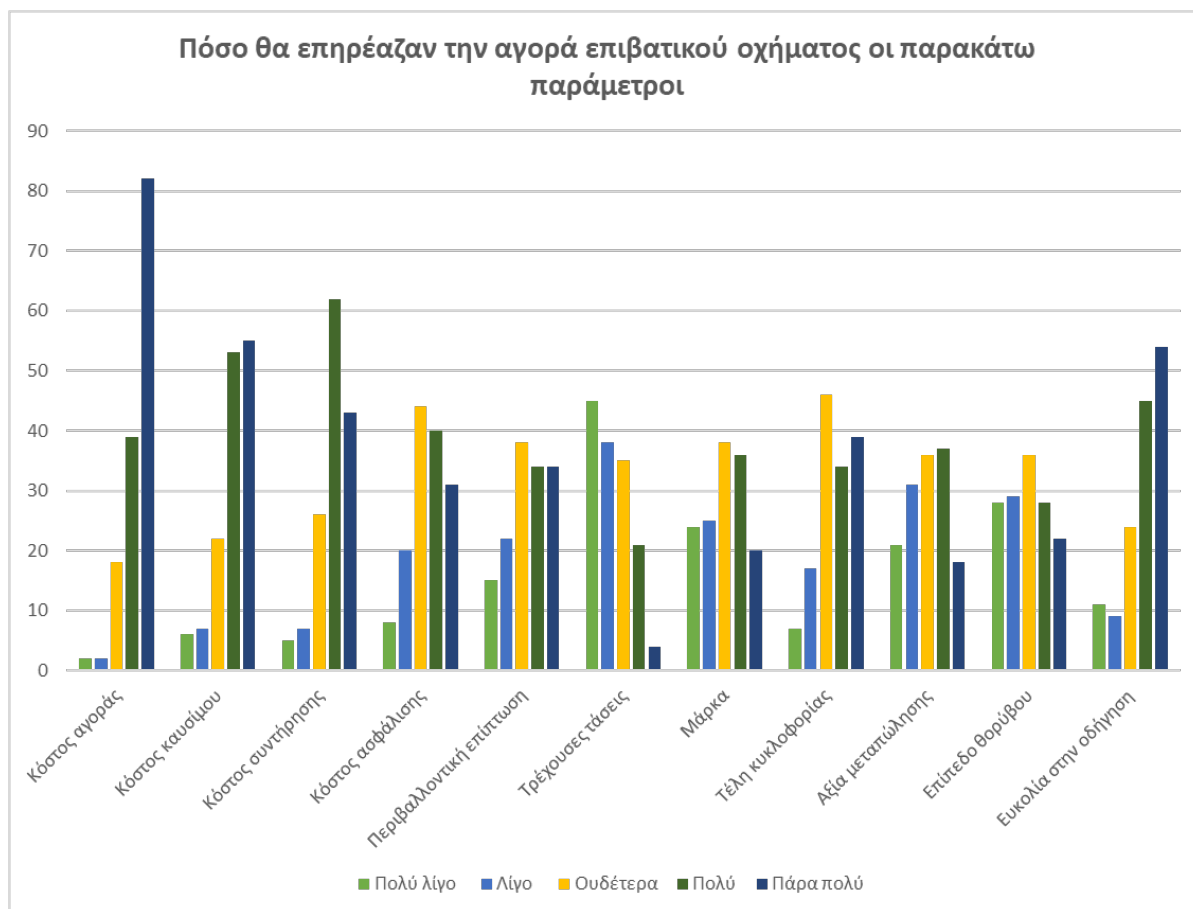
Γράφημα 4.4 Επάγγελμα

Στο παραπάνω γράφημα φαίνονται τα αποτελέσματα για την **επαγγελματική κατάσταση** του καθενός. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό εργάζεται ως ‘ιδιωτικός υπάλληλος’ ενώ πολύ λίγοι είναι αυτοί που είναι ‘συνταξιούχοι’ και ‘άνεργοι’.

Με βάση τα παραπάνω και αναλογιζόμενοι το θέμα της ερευνάς το **δείγμα** είναι αρκετά ικανοποιητικό καθώς ο υπό εξέταση πληθυσμός αποτελεί ικανοποιητικό δείγμα του συνόλου του πληθυσμού για την άποψη του σχετικά με τα χαρακτηριστικά επιλογής ενός ηλεκτρικού αυτοκίνητου.

Ακολουθούν μερικά επιπλέον σημαντικά στατιστικά στοιχεία τα οποία προέκυψαν από το σύνολο του ερωτηματολογίου.

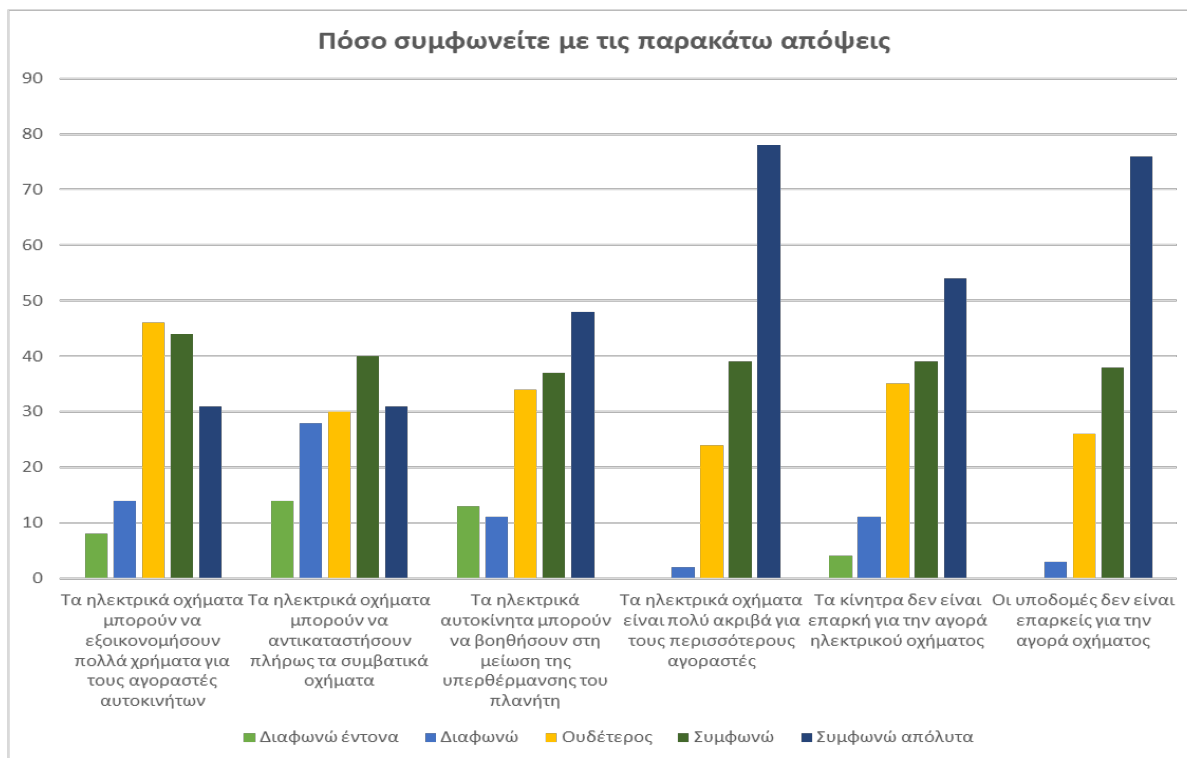
Το ακόλουθο γράφημα δείχνει την **επίδραση διαφόρων παραμέτρων** στην αγορά ενός ηλεκτρικού επιβατικού αυτοκινήτου..



Γράφημα 4.5 Πόσο θα επηρέαζαν την αγορά επιβατικού οχήματος οι παρακάτω παράμετροι

Τα **αποτελέσματα δείχνουν**, όπως αναμενόταν, ότι η μεγαλύτερη επίδραση αναφέρεται στο κόστος αγοράς των οχημάτων, ενώ από την άλλη πλευρά είναι ενδιαφέρον ότι η μάρκα των οχημάτων δεν φαίνεται να παίζει κρίσιμο ρόλο.. Το κόστος καυσίμου, το κόστος συντήρησης, οι φόροι και η ευκολία οδήγησης παραμένουν βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αγορά ενός επιβατικού οχήματος. Είναι επίσης ενδιαφέρον ότι ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος του οχήματος έχει επίσης μικρή επίδραση στους χρήστες.

Στο επόμενο σχήμα πραγματοποιείται η εκτίμηση των συμμετεχόντων σε διάφορες δηλώσεις σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα.



Γράφημα 4.6 Ποσό συμφωνείτε με τις παρακάτω απόψεις

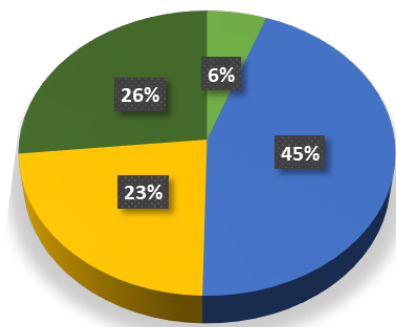
Τα **αποτελέσματα δείχνουν** ότι οι περισσότεροι ερωτηθέντες συμφωνούν απόλυτα ότι τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πολύ ακριβά για να αγοραστούν, καθώς και ότι τα κίνητρα δεν είναι ακόμη επαρκή. Είναι επίσης ενδιαφέρον ότι οι χρήστες δεν είναι πεπεισμένοι ότι θα εξοικονομήσουν χρήματα μέσω της χρήσης ενός ηλεκτρικού οχήματος.

Όταν ρωτήθηκαν σε πόσα χρόνια από τώρα πιστεύουν ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα **αποτελούν την πλειονότητα** όλων των αυτοκινήτων, οι απόψεις δεν ήταν αισιόδοξες. Οι περισσότεροι πρότειναν ότι θα είναι η πλειοψηφία των αυτοκινήτων σε έξι έως δέκα χρόνια, ενώ μόνο το 2% πιστεύει ότι θα είναι η πλειοψηφία σε λιγότερο από 5 χρόνια.



Γράφημα 4.7 Σε ποσά χρονιά πιστεύετε ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα αποτελούν την πλειοψηφία του συνόλου των αυτοκινήτων

### Σκέφτεστε να αγοράσετε καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο



- Ναι, στο άμεσο μέλλον
- Ναι, εντός των επόμενων 10 ετών
- Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω (γενικώς) αυτοκίνητο στο άμεσο μέλλον
- Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω ηλεκτρικό αυτοκίνητο στο άμεσο μέλλον

Γράφημα 4.8 Σκέφτεστε να αγοράσετε καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο

Τέλος, φαίνεται πώς το 45% του δείγματος ενδιαφέρεται να αγοράσει ένα ηλεκτρικό όχημα εντός των επόμενων 10 ετών. Παρόλα αυτά πόλι μικρό είναι το ποσοστό το οποίο ενδιαφέρεται να αγοράσει άμεσα ένα ηλεκτρικό όχημα. Πράγμα πού δείχνουν τα ποσοστά αυτά ο κόσμος δεν έχει δείξει ακόμα την εμπιστοσύνη του στα ηλεκτρικά οχήματα.

## Κεφάλαιο 5. Εφαρμογή μεθοδολογιών και αποτελέσματα

---

### 5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάλυση της **μεθοδολογίας** που εφαρμόστηκε, όπως επίσης θα αναλυθούν και τα αποτελέσματα της διατριβής.

Έχοντας συλλέξει και επεξεργαστεί τα δεδομένα σε λογισμικό excel, ακολουθήθηκε **στατιστική επεξεργασία**, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης. Όπως έχει σημειωθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο το πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει τα σεναρία του ερωτηματολογίου. Εν συνεχεία γίνεται λόγος για τη διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων που προέκυψαν μετά από πολυάριθμες δοκιμές, αποδίδοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στους στατιστικούς ελέγχους. Με την βοήθεια των δοκιμών θα καθοριστεί η αποδοχή ή η απόρριψη κάθε μοντέλου. Εν τέλει, τα αποτελέσματα που προέκυψαν μέσω της εφαρμογής των μεθοδολογιών, σχολιάζονται και ερμηνεύονται υπό το πρίσμα των στόχων που έχουν τεθεί και του συνολικότερου πλαισίου της έρευνας.

### 5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Με την βοήθεια του προγράμματος **R-Studio** και το μοντέλο **λογιστικής παλινδρόμησης** θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση των σεναρίων του ερωτηματολογίου.

Προχωρώντας στον **πυρήνα της ανάλυσης**, προκειμένου να μοντελοποιηθεί η επιλογή μεταξύ ενός συμβατικού οχήματος, ενός υβριδικού οχήματος και ενός ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος (όπως αναφέρθηκε στο τμήμα δηλωμένης προτίμησης του ερωτηματολογίου), αναπτύχθηκαν μοντέλα πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης στο R-studio.

Εν τέλει, αναπτύχθηκε ένα **μοντέλο MLR** με αποτέλεσμα να προκύψουν 2 συναρτήσεις χρησιμότητας, μία για υβριδικά και μία για ηλεκτρικά οχήματα. Οι συναρτήσεις χρησιμότητας περιλαμβάνουν τους σταθερούς όρους καθώς και τους συντελεστές των μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Η διαδικασία επιλογής των μεταβλητών περιλάμβανε ελέγχους σε βάθος, προκειμένου η σημαντικότητα των μεταβλητών στο μοντέλο να εξαρτάται από την τιμή  $P < |t|$ . Δηλαδή, εάν η τιμή αυτή για κάθε μεταβλητή κατέληγε σε απόλυτη τιμή μικρότερη του 0,05, τότε θεωρούνταν στατιστικά σημαντική για το μοντέλο. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Ανεξάρτητη Μεταβλητή	Περιγραφή
Κόστος αγοράς	Κόστος αγοράς σε €
Κόστος λειτουργίας	Κόστος καυσίμου για 400 km σε €
Αυτονομία	Αυτονομία σε km
Ηλικιακή ομάδα	Ηλικιακή ομάδα (1= <30, 2= 30-44, 3= 45-60, 4= >60)
Φύλο	Φύλο (0=Άνδρας, 1=Γυναίκα)
Εκπαιδευτικό επίπεδο	Εκπαιδευτικό επίπεδο (1= απόφοιτος λυκείου, 2= φοιτητής, 3= απόφοιτος πανεπιστημίου, 4= μεταπτυχιακός τίτλος, 5= διδακτορικό)
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά;	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά; (1= “Διαφωνώ απόλυτα”, 2= “Διαφωνώ”, 3= “Ουδέτερο” 4= “Συμφωνώ”, 5= “Συμφωνώ απόλυτα”)
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα (1= “Διαφωνώ απόλυτα”, 2= “Διαφωνώ”, 3= “Ουδέτερο” 4= “Συμφωνώ”, 5= “Συμφωνώ απόλυτα”)
Σκέφτεστε να αγοράσετε ένα νέο ηλεκτρικό αυτοκίνητο	Σκέφτεστε να αγοράσετε ένα νέο ηλεκτρικό αυτοκίνητο (1= “Ναι, στο άμεσο μέλλον”, 2= “Ναι, εντός των επόμενων 10 ετών”, 3=“Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω (γενικώς) αυτοκίνητο στο άμεσο μέλλον”, 4=“Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω ηλεκτρικό αυτοκίνητο στο άμεσο μέλλον”)
Χρησιμοποιείτε τα μέσα μαζικής μεταφοράς	Χρησιμοποιείτε τα μέσα μαζικής μεταφοράς (1= “Ποτέ”, 2= “Σπάνια”, 3= “Συχνά”, 4= “Καθημερινά”)

Πίνακας 5.1 Πίνακας με τις ανεξάρτητες μεταβλητές και τις περιγραφές τους από το MLR μοντέλο

### 5.3 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio

Το **R-Studio** σε σχέση με τα άλλα όμοια προγράμματα λειτουργεί με κώδικα και όχι με καθορισμένες εντολές. Για τον λόγο αυτό πρέπει να δημιουργηθεί το script, το περιβάλλον όπου γίνεται η συγγραφή του κώδικα. Για την ενεργοποίηση αυτού επιλέγουμε File -> New File -> R Script.

Για την **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** μέσα από την βιβλιοθήκη του προγράμματος γίνεται η εγκατάσταση της εντολής mlogit. Στην συνέχεια μέσα από την εντολή “read\_excel” εισάγεται το αρχείο excel με τα κωδικοποιημένα δεδομένα (0-1) του ερωτηματολογίου.



## 5.4 Κώδικας

Στην συνέχεια θα αναλυθούν τα **βήματα** που ακολουθήθηκαν για την δημιουργία του κώδικα ενώ ο συνολικός κώδικας παρατίθεται στο Παράρτημα Β.

Σε **πρώτο βήμα**, η εντολή `library(mlogit)` εισήχθη για να καλέσει το πακέτο `mlogit`, το οποίο συνδέεται με την εκτίμηση των πολυωνυμικών λογιστικών μοντέλων. Παρακάτω είναι η χρήση του `library(readxl)`, η οποία φορτώνει τον συγκεντρωτικό πίνακα `excel` που προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, στο πρόγραμμα R-Studio.

Η **σημαντικότερη εντολή** για την εκτέλεση της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης είναι `RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:12, sep = "", idx = list(c("Choiceid", "ID")), idnames = c("chid", "alt"), opposite = c("Purchase cost", "Cost of operation", "Autonomy"))` με την οποία γίνεται η μετατροπή των δεδομένων του πίνακα `RDATA` με μια κατάλληλη μορφή σε έναν άλλο πίνακα `RDATA2`, έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωριστούν καλύτερα από το στατιστικό πρόγραμμα και να μπορεί να προχωρήσει την επεξεργασία του.

Αναλυτικότερα:

Με την επιλογή `shape="wide"` το **αρχικό σύνολο δεδομένων** `RDATA` μετατρέπεται από μία γραμμή ανά σενάριο (1 γραμμή ανά κατάσταση επιλογής), σε μία γραμμή ανά εναλλακτική επιλογή (1 γραμμή ανά εναλλακτική επιλογή) λαμβάνοντας τον χαρακτηρισμό `TRUE` ή `FALSE` ανάλογα με την επιλογή κάθε ερωτώμενου. Αυτό σημαίνει ότι, ενώ το `RDATA` περιλάμβανε 6 σειρές για τον κάθε ερωτηθέντα, στο `RDATA2` περιλαμβάνονται 18 σειρές ( 3 επιλογές για 10 σενάρια) για την κάθε μία από αυτές.

- Το `choice="Choice"` ορίζει τη μεταβλητή (`Choice`) που εκφράζει την επιλογή των ερωτηθέντων μεταξύ των τριών διαθέσιμων επιλογών.
- Το `varying=4:12` δείχνει ότι οι μεταβλητές από την 4η έως την 12η στήλη του αρχείου `RDATA` αποτελούν τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στα σενάρια και αναφέρονται στις τιμές του κόστους αγοράς, του κόστους καυσίμου για 400 χιλιόμετρα και στην αυτονομία.
- Το `idx=list(c("Choiceid", "ID"))` προσδιορίζει την μεταβλητή που αντιπροσωπεύει κάθε απάντηση, δηλαδή κάθε ερωτώμενο

Nr	ID	Choice	Purchasecost1	Purchasecost2	Purchasecost3	Costofoperation1	Costofoperation2	Costofoperation3	Autonomy1	Autonomy2	Autonomy3	Usecar	Wh
1	1	1	2	10000	20000	30000	100	80	60	400	400	300	1
2	1	2	2	20000	30000	40000	80	60	40	800	800	700	1
3	1	3	2	30000	30000	40000	100	60	40	400	600	500	1
4	1	4	1	30000	40000	30000	100	80	20	600	800	700	1
5	1	5	1	20000	40000	40000	80	80	40	600	800	500	1
6	1	6	1	10000	30000	50000	100	40	20	400	400	700	1
7	2	1	1	10000	20000	30000	100	80	60	400	400	300	0
8	2	2	2	20000	30000	40000	80	60	40	800	800	700	0
9	2	3	3	30000	30000	40000	100	60	40	400	600	500	0
10	2	4	3	30000	40000	30000	100	80	20	600	800	700	0
11	2	5	1	20000	40000	40000	80	80	40	600	800	500	0
12	2	6	2	10000	30000	50000	100	40	20	400	400	700	0
13	3	1	3	10000	20000	30000	100	80	60	400	400	300	0
14	3	2	1	20000	30000	40000	80	60	40	800	800	700	0
15	3	3	3	30000	30000	40000	100	60	40	400	600	500	0
16	3	4	3	30000	40000	30000	100	80	20	600	800	700	0
17	3	5	1	20000	40000	40000	80	80	40	600	800	500	0
18	3	6	2	10000	30000	50000	100	40	20	400	400	700	0
19	4	1	2	10000	20000	30000	100	80	60	400	400	300	1
20	4	2	2	20000	30000	40000	80	60	40	800	800	700	1
21	4	3	2	30000	30000	40000	100	60	40	400	600	500	1
22	4	4	3	30000	40000	30000	100	80	20	600	800	700	1
23	4	5	3	20000	40000	40000	80	80	40	600	800	500	1
24	4	6	2	10000	30000	50000	100	40	20	400	400	700	1

Πίνακας 5.2 Τα δεδομένα όπως φαίνονται μέσα από το λογιστικό πρόγραμμα του R-Studio

Στη συνέχεια, αφού δημιουργηθεί το αρχείο **RDATA2**, εφαρμόζεται η ακόλουθη διαδικασία συμπύκνωσης ορισμένων απαντήσεων με την ανάθεση νέων τιμών σε εκείνες των αρχικών απαντήσεων που είχαν δώσει οι ερωτηθέντες. Η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται προκειμένου να βελτιωθεί η οπτική παρουσίαση και η κατανόηση των μεταβλητών από τον χρήστη.

Στη συνέχεια, σε κάθε μεταβλητή **αποδίδεται το είδος της**. Εάν δηλαδή δέχεται διακριτή ή συνεχή τιμή. Κατά την παρούσα διπλωματική εργασία όλες οι μεταβλητές παίρνουν διακριτές τιμές, εκτός από το κόστος αγοράς και το κόστος καυσίμων. Για τον λόγο αυτό όλες οι μεταβλητές μετατρέπονται σε διακριτές.

Τέλος για την **σύνταξη του μοντέλου MLR1** μαζί με το πακέτο `mlogit` ακολουθείτε η εξής διαδικασία.

```
MLR1 <- mlogit(Choice ~ Purchasecost + Costofoperation + Autonomy | AgeGroup + Gender + Educationallevel + ElectriccarcanreplaceSymabetic + Thinkingtobayanew electriccar + Electriccarsavemoney + Useofpublictransport, data = RDATA2)
```

Πιο συγκεκριμένα

Υπολογίζεται η **εξαρτημένη μεταβλητή** “Choice” ως συνάρτηση των μεταβλητών του κόστους αγοράς και της αυτονομίας, οι οποίες παίρνουν ποικίλες τιμές ανάλογα με τις εναλλακτικές επιλογές του ερωτηματολογίου. Η επιλογή επηρεάζεται επίσης από τις ανεξάρτητες μεταβλητές

**Purchasecost**

**Costofoperation**

**Autonomy**

**AgeGroup**

**Gender**

**Educationallevel**

**ElectriccarcanreplaceSymabetic**

**Thinkingtobayanewelectriccar**

**Electriccarsavemoney**

**Useofpublictransport**

των οποίων οι τιμές παραμένουν αμετάβλητες ανεξάρτητα από τις εναλλακτικές επιλογές που διαθέτουν. Στο να προσδιοριστεί ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων διενεργήθηκαν πολλαπλές δοκιμές με σκοπό την ικανοποίηση των κριτηρίων που έχουν τεθεί.

Το **επίπεδο αναφοράς** ορίζεται ως η πρώτη επιλογή σεναρίων, δηλαδή η επιλογή του συμβατικού οχήματος. Το συμβατικό όχημα είναι το επιθυμητό επίπεδο αναφοράς καθώς, στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία πρόκειται για μια προσπάθεια ανάλυσης των προτιμήσεων του κοινού για τα ηλεκτρικά οχήματα σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα και τα υβριδικά. Έτσι, οι 2 συναρτήσεις χρησιμότητας οι οποίες προκύπτουν βάσει του μαθηματικού μοντέλου, τόσο για τα υβριδικά όσο και για τα ηλεκτρικά οχήματα ερμηνεύονται σε σύγκριση με την επιλογή των συμβατικών οχημάτων.

### 5.5 Συναρτήσεις χρησιμότητας

Με βάση το τελικό μοντέλο MLR1 που αναλύθηκε παραπάνω, **προκύπτουν** οι ακόλουθες δυο **συναρτήσεις χρησιμότητας**, μία για το υβριδικό και μία για το ηλεκτρικό οχήματα. Στο R-Studio εμφανίζονται οι συντελεστές αυτών των συναρτήσεων με τη χρήση της εντολής `summary(MLR1)`, το αποτέλεσμα της οποίας παρουσιάζεται παρακάτω.

Οι **συναρτήσεις χρησιμότητας** περιλαμβάνουν τους σταθερούς όρους, καθώς και τους συντελεστές των μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Για την επιλογή των μεταβλητών πραγματοποιήθηκαν εκτεταμένες δοκιμές, προκειμένου να εξαρτηθεί η σημασία των μεταβλητών του μοντέλου από την τιμή  $Pr(>|t|)$ . Αυτό σημαίνει ότι εάν η τιμή αυτή για κάθε μεταβλητή λαμβανόταν κατά απόλυτη τιμή μικρότερη από 0,05, τότε θεωρούνταν στατιστικά σημαντική για το μοντέλο. Διαφορετικά, απορρίπτονταν και συνεχίσαμε στην εξέταση των υπολοίπων.

Επομένως, **οι τελικές συναρτήσεις** και μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο μοντέλο προήλθαν μετά από πολλαπλές δοκιμές προκειμένου να βρεθεί ο κατάλληλος συνδυασμός μεταβλητών που θα ικανοποιήσει τους στόχους που έχουν τεθεί παραπάνω

Με βάση τα παραπάνω, **οι τελικές συναρτήσεις χρησιμότητας** U2 και U3 για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα αντίστοιχα, με επίπεδο αναφοράς τα συμβατικά οχήματα, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

	U2			U3		
	hybrid vehicles			Electric vehicles		
	Estimate	z-value	Pr(> z )	Estimate	z-value	Pr(> z )
Intercept	1.1404e+00	2.6610	0.0077918	-1.3717e-01	-0.2234	0.8232226
Purchase cost	-1.0536e-04	-11.5720	< 2.2e-16	-1.0536e-04	-11.5720	< 2.2e-16
Cost of operation	-1.5793e-02	-4.0734	4.633e-05	-1.5793e-02	-4.0734	4.633e-05
Autonomy	2.2599e-03	4.0816	4.473e-05	2.2599e-03	4.0816	4.473e-05
Age Group2	-7.7066e-01	-2.7889	0.0052886	-6.6921e-01	-2.0472	0.0406343
Age Group3	2.8016e-01	0.9443	0.3450210	2.2804e-01	0.6690	0.5035036
Age Group4	-1.1219e+00	-2.0734	0.0381308	-9.8541e-01	-1.5670	0.1171130
Gender1	5.0136e-01	2.3748	0.0175572	1.4338e+00	3.5873	0.0003341
Educational level2	1.8931e-02	0.0503	0.9599088	1.1295e+00	2.7627	0.0057318
Educational level3	6.5760e-01	1.8805	0.0600438	1.5258e+00	3.0320	0.0024294
Educational level4	5.9825e-01	1.5278	0.1265534	1.6399e+00	3.0496	0.0022912
Educational level5	3.4399e-01	0.5329	0.5940850	1.0378e+00	1.2786	0.2010521
Electric car can replace Conventional2	5.2453e-01	1.8877	0.0590673	4.6198e-01	1.6020	0.1091468
Electric car can replace Conventional3	1.0002e-01	0.4110	0.6810510	-1.4947e+00	-4.6953	2.662e-06
Thinking to buy a new electric car2	2.0223e-01	0.9995	0.3175286	6.6706e-01	2.8797	0.0039810
Electric car can save money-2	-6.3565e-01	-2.8288	0.0046721	-3.1571e-01	-1.2648	0.2059501
Electric car can save money3	-8.5777e-01	-2.7432	0.0060848	-4.6939e-01	-1.2070	0.2274177
Use of public transport2	-6.7595e-01	2.4782	0.0132055	-4.5010e-01	-1.5974	0.1101755

Log-Likelihood: -730.82  
McFadden R<sup>2</sup>: 0.21902  
Likelihood ratio test : chisq = 409.9 (p.value = < 2.22e-16)

Πίνακας 5.3 Συναρτήσεις χρησιμότητας U2 και U3 για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα

Το μοντέλο που επιλέχθηκε και αναπτύχθηκε στο R-Studio έχει συντελεστή **R<sup>2</sup> = 0,21902**, ο οποίος είναι ελαφρώς υψηλότερος από το κατώτερο όριο που είναι 0,20, οπότε είναι αποδεκτό.

Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα μπορούν να παρουσιαστούν στις παρακάτω εξισώσεις:

➤ **Συνάρτηση επιλογής υβριδικού αυτοκινήτου**

$$U2 = 1.1404 - 1.0536 * \text{Purchase cost} - 1.5793 * \text{Cost of operation} + 2.2599 * \text{Autonomy} - 7.7066 * \text{Age Group2} - 1.1219 * \text{Age Group4} + 1.8931 * \text{Educational level2} + 6.5760 * \text{Educational level3} - 6.3565 * \text{Electric car can save money2} - 8.5777 * \text{Electric car can save money3} - 6.7595 * \text{Use of public transport2}$$

Ως αποτέλεσμα, η δυνατότητα επιλογής του υβριδικού αυτοκινήτου ορίζεται ως εξής:

$$P_2 = e^{U^2} / (1 + e^{U^2} + e^{U^3})$$

Τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται η παραπάνω συνάρτηση είναι:

- **Ο όρος 1,1404** αποτελεί τον σταθερό ορό της συνάρτησης
- **Purchase cost:** Η μεταβλητή για το κόστος αγοράς
- **Cost of operation:** Η μεταβλητή για το κόστος λειτουργίας
- **Autonomy:** Η μεταβλητή για την Αυτονομία του οχήματος
- **Age Group2:** Στην ερώτηση σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η δεύτερη επιλογή “30 έως 44”.
- **Age Group4:** Στην ερώτηση σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η τέταρτη επιλογή “>60”
- **Educational level2:** Στην ερώτηση Μορφωτικό επίπεδο, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Δεύτερη επιλογή “φοιτητής”
- **Educational level3:** Στην ερώτηση Μορφωτικό επίπεδο, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Τρίτη επιλογή “Πτυχιούχος πανεπιστήμιου”
- **Electric car can save money2:** Στην ερώτηση Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να εξοικονομήσουν πολλά χρήματα για τους αγοραστές αυτοκινήτων, στο 2<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Δεύτερη επιλογή “Διαφωνώ”
- **Electric car can save money3:** Στην ερώτηση Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να εξοικονομήσουν πολλά χρήματα για τους αγοραστές αυτοκινήτων, στο 2<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Τρίτη επιλογή “Ουδέτερος”
- **Use of public transport2:** Στην ερώτηση 7. Με ποιο μέσο μετακινείστε συνήθως – με MMM, στο 1<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Δεύτερη επιλογή “Σπάνια”

#### ➤ Συνάρτηση επιλογής ηλεκτρικού αυτοκινήτου

$$U_3 = - 1.3717 - 1.0536 * \text{Purchase cost} - 1.5793 * \text{Cost of operation} + 2.2599 * \text{Autonomy} - 6.6921 * \text{Age Group2} + 8.7242 * \text{Gender1} + 1.4338 * \text{Educational level2} + 6.5760 * \text{Educational level3} + 1.6399 * \text{Educational level4} + 6.6706 * \text{Thinking to buy a new electric car2} - 1.4947 * \text{Electric car can replace Conventional3}$$

Και η δυνατότητα επιλογής του ηλεκτρικού αυτοκινήτου ορίζεται ως εξής:

$$P_3 = e^{U^3} / (1 + e^{U^3} + e^{U^2})$$

Τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται η παραπάνω συνάρτηση είναι:

- **Ο όρος - 1.3717** αποτελεί τον σταθερό ορό της συνάρτησης
- **Purchase cost:** Η μεταβλητή για το κόστος αγοράς
- **Cost of operation:** Η μεταβλητή για το κόστος λειτουργίας
- **Autonomy:** Η μεταβλητή για την Αυτονομία του οχήματος
- **Age Group2:** Στην ερώτηση σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η δεύτερη επιλογή “30 έως 44”.
- **Gender1:** Στην ερώτηση Φύλο, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η πρώτη επιλογή “Ανδρας”.

- **Educational level2:** Στην ερώτηση Μορφωτικό επίπεδο, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Δεύτερη επιλογή “φοιτητής”
- **Educational level3:** Στην ερώτηση Μορφωτικό επίπεδο, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Τρίτη επιλογή “Πτυχιούχος πανεπιστημίου”
- **Educational level4:** Στην ερώτηση Μορφωτικό επίπεδο, στο 4<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η τέταρτη επιλογή “Πτυχιούχος Master”
- **Thinking to buy a new electric car2:** Στην ερώτηση Σκέφτεστε να αγοράσετε καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο, στο 2<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Δεύτερη επιλογή “Ναι, εντός των επομένων 10 ετών”
- **Electric car can replace Conventional3:** Στην ερώτηση Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τα συμβατικά οχήματα, στο 2<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου η Τρίτη επιλογή “Ουδέτερος”

## 5.6 Αποτελέσματα

Τα **αποτελέσματα** της μοντελοποίησης σχετικά με την επιλογή υβριδικού και ηλεκτρικού αυτοκινήτου αποκαλύπτουν ενδιαφέροντα ευρήματα λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του ερωτηματολογίου, έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στο μοντέλο. π.χ. το κόστος αγοράς και το κόστος καυσίμου συσχετίζονται αρνητικά με την επιλογή υβριδικού και ηλεκτρικού αυτοκινήτου, ενώ η αυτονομία είναι στατιστικά σημαντική και συσχετίζεται θετικά με την επιλογή υβριδικού και ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Πιο συγκεκριμένα, τα προαναφερθέντα αποτελέσματα θα μπορούσαν **να ερμηνευθούν περαιτέρω** ως εξής: με την αύξηση του κόστους αγοράς και κόστους λειτουργίας μειώνεται η πιθανότητα επιλογής ενός υβριδικού οχήματος αντί για ένα συμβατικό όχημα και αντίστοιχα για ένα ηλεκτρικό όχημα, κάτι που είναι πολύ λογικό. Φαίνεται επίσης ότι όσο πιο αυτόνομο είναι το υβριδικό ή το ηλεκτρικό όχημα τόσο πιο πιθανό είναι να επιλεγεί.

Από τη **συνάρτηση U2** σχετικά με τα υβριδικά αυτοκίνητα, συμπεραίνουμε ότι τα άτομα της ηλικιακής ομάδας 2 (30-44) και της ηλικιακής ομάδας 4 (>60) είναι πιο πιθανό να επιλέξουν ένα συμβατικό όχημα έναντι ενός υβριδικού οχήματος. Από την άλλη πλευρά όσοι ανήκουν στο μορφωτικό επίπεδο 3 (απόφοιτοι πανεπιστημίου) συσχετίζονται θετικά με την επιλογή υβριδικού οχήματος. Επιπλέον, όσοι απαντούν για το σκέφτονται να αγοράσουν ένα νέο ηλεκτρικό αυτοκίνητο: "Ναι, μέσα στα επόμενα 10 χρόνια", "Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω (γενικά) αυτοκίνητο στο εγγύς μέλλον" και "Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω ηλεκτρικό αυτοκίνητο στο εγγύς μέλλον" συσχετίζονται αρνητικά με την επιλογή υβριδικού οχήματος. Τέλος, από τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς διαπιστώνεται ότι τα άτομα που χρησιμοποιούν συχνότερα τα μέσα μαζικής μεταφοράς στην καθημερινή τους μετακίνηση, είναι πιθανότερο να επιλέξουν υβριδικό όχημα.

Από τη **συνάρτηση U3** σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα συμπεραίνουμε ότι τα άτομα της ηλικιακής ομάδας 4 (>60) είναι πιο πιθανό να επιλέξουν ένα συμβατικό όχημα έναντι ενός ηλεκτρικού οχήματος. Από την άλλη πλευρά όσοι ανήκουν στο εκπαιδευτικό επίπεδο 2 (Φοιτητές), στο εκπαιδευτικό επίπεδο 3 (Απόφοιτοι Πανεπιστημίου), στο εκπαιδευτικό επίπεδο 4 (Απόφοιτοι Master) και οι γυναίκες

συσχετίζονται θετικά με την επιλογή ηλεκτρικού οχήματος. Επιπλέον, όσοι απαντούν σχετικά με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά: "Διαφωνώ", "Ναι, μέσα στα επόμενα 10 χρόνια", "Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω (γενικά) αυτοκίνητο στο εγγύς μέλλον" και "Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω ηλεκτρικό αυτοκίνητο στο εγγύς μέλλον" συσχετίζονται θετικά με την επιλογή ηλεκτρικού οχήματος. Τέλος, από τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς διαπιστώνεται ότι τα άτομα που χρησιμοποιούν συχνότερα τα μέσα μαζικής μεταφοράς στην καθημερινή τους μετακίνηση, είναι πιθανότερο να επιλέξουν υβριδικό όχημα.

### 6.1 Σύνοψη

Στον **τομέα των μεταφορών** τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται μεγάλες αλλαγές και μεταρρυθμίσεις ιδιαίτερα στον κλάδο των επιβατικών οχημάτων. Οι μεταρρυθμίσεις αυτές έχουν σαν βασική υπόσταση την προστασία του περιβάλλοντος. Αποτελεί μια συνολικά στενευμένη δράση από όλα τα κράτη η οποία στοχεύει στην υιοθέτηση εναλλακτικών πυγών ενέργειας, και εναλλακτικών καυσίμων με ιδιαίτερη προσοχή να δίνεται στην ηλεκτροκίνηση η οποία αποτελεί έναν από τους κυριότερους τομείς αυτών των αλλαγών. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες ολοένα και ανακοινώνουν καινούρια μοντέλα ηλεκτρικών οχημάτων. Σε συνέχεια το κράτος ολοένα και βγάζει καινούριες επιχορηγήσεις για την αγορά τέτοιων οχημάτων. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να γίνει ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την αγορά ενός καινούριου ηλεκτρικού αυτοκίνητου σε σύγκριση με τα συμβατικά οχήματα τα οποία κυκλοφορούν χρονιά στους δρόμους αλλά και με τα υβριδικά.

Για την **συλλογή των δεδομένων** κατασκευαστικό και μοιραστικό σε ένα δείγμα του πληθυσμού το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος Α. Το ερωτηματολόγιο με την βοήθεια της μεθόδου των δεδηλωμένων προτιμήσεων και τον κατάλληλο σχεδιασμό ήταν διαμορφωμένο έτσι ώστε να συλλέγει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τον ερωτώμενο όπως για παράδειγμα τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του, αλλά και ταυτόχρονα μέσα από τα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης να εξάγονται οι κατάλληλες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά προτίμησης.

**Τα δεδομένα** που συλλέχθηκαν επεξεργαστήκαν με κατάλληλα υπολογιστικά προγράμματα σε διάφορους τομείς. Σε πρώτη φάση έγινε η επεξεργασία των δεδομένων όπου αντλήθηκαν πληροφορίες όπως τα συγκεντρωτικά στοιχεία. Σε δεύτερη φάση ακολουθήσε η στατιστική ανάλυση για την κατασκευή των μαθηματικών μοντέλων όπου παρουσιάζουν την προτίμηση του δείγματος. Μέσα από αυτό υπολογίστηκε τόσο η επιρροή των μεταβλητών των σεναρίων για το κόστος καυσίμου, το κόστος λειτουργίας ανά 400 km και για την αυτονομία όσο και η επιρροή των μεταβλητών διάφορων άλλων παραγόντων, όπως η ηλικία, το φύλο, το μορφωτικό επίπεδο κ.α..

Ακολουθώντας μια **σειρά δοκίμων** αναπτυχθήκαν τα δυο μαθηματικά πρότυπα πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Τα δυο αυτά μοντέλα αφορούσαν τις τρεις κατηγορίες οχημάτων που εξετάσαμε, τα ηλεκτρικά, τα υβριδικά και τα συμβατικά οχήματα. Καθώς η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τα χαρακτηριστικά επιλογής για την αγορά ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος το πρότυπο της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης αναπτύχθηκε έχοντας ως επίπεδο αναφοράς τα συμβατικά αυτοκίνητα.



## 6.2 Συμπεράσματα

Μπορούμε να **συνοψίσουμε τα συμπεράσματα** που προκύπτουν μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων στα εξής:

Ένα πρώτο **ενδιαφέρον εύρημα** αναφέρεται στο γεγονός ότι όλα τα χαρακτηριστικά που τέθηκαν στην έρευνα έχουν σημαντική επίδραση και στα δύο μοντέλα, δηλαδή το κόστος αγοράς και το κόστος καυσίμου συσχετίζονται αρνητικά με την επιλογή υβριδικών και ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ενώ η αυτονομία είναι στατιστικά σημαντική και συσχετίζεται θετικά με την επιλογή υβριδικού και ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με την αντίστοιχη βιβλιογραφία (Anon., 2020) που δείχνει ότι παρόλο που τα δείγματα αναφέρονται σε Έλληνες και Ιταλούς οδηγούς, οι προτιμήσεις των χρηστών στην ηλεκτροκίνηση είναι παρόμοιες. Αυτό μπορεί επίσης να εξηγηθεί από το γεγονός ότι και οι δύο χώρες είναι μεσογειακές χώρες με παρόμοια χαρακτηριστικά στην οικονομία και τους ανθρώπους.

Η ηλικία και το φύλο έχουν επίσης **στατιστικά σημαντική επίδραση** στο μοντέλο που δείχνει ότι οι νεότεροι και οι γυναίκες είναι πιο πιθανό να αγοράσουν και να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικό αυτοκίνητο υπό την παρούσα κατάσταση. Παρατηρήσαμε επίσης ενδιαφέρουσες διαφορές μεταξύ του επιπέδου εκπαίδευσης των φοιτητών και του επιπέδου εκπαίδευσης των πτυχιούχων πανεπιστημίου και των πτυχιούχων master. Οι φοιτητές υποστηρίζουν την αγορά ηλεκτρικού οχήματος, ενώ οι κατηγορίες των πτυχιούχων Πανεπιστημίου και των πτυχιούχων master υποστηρίζουν την αγορά υβριδικού οχήματος.

Επιπλέον, είναι **ενδιαφέρον το γεγονός** ότι οι χρήστες πιστεύουν ότι τα ηλεκτρικά οχήματα θα αποτελούν την πλειονότητα όλων των αυτοκινήτων σε περισσότερα από 10 χρόνια και ότι τα κίνητρα που έχουν θεσπιστεί στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια δεν επαρκούν για να αλλάξουν γρήγορα την κατάσταση της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα. Μέχρι στιγμής, η τεχνολογία τόσο των υβριδικών οχημάτων όσο και των ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς είναι ακόμα νέες τεχνολογίες και επειδή βρίσκονται ακόμα υπό ανάπτυξη, έχουν υψηλή τιμή. Από την ανάλυση προκύπτει ότι είναι εξίσου πιθανό ένας καταναλωτής να επιλέξει ένα υβριδικό όχημα ή ένα ηλεκτρικό όχημα έναντι ενός συμβατικού οχήματος, αν η τιμή τους είναι χαμηλή.

Το κόστος αγοράς είναι ένας από τους **σημαντικούς παράγοντες** που επηρεάζουν την απόφαση κάποιου για την αγορά ενός επιβατικού οχήματος. Με βάση τα στατιστικά μοντέλα το 85.4% των ερωτηθέντων απάντησαν ότι το κόστος αγοράς είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει άμεσα την απόφαση κάποιου για την αγορά ενός επιβατικού οχήματος. Με βάση την σημερινή κατάσταση της αγοράς και γνωρίζοντας ότι το κόστος αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι μεγαλύτερο από το κόστος αγοράς ενός συμβατικού οχήματος αποτελεί ένα μεγάλο μειονέκτημα για την ηλεκτροκίνηση.

Σημειώνεται επίσης ότι η **αυτονομία** είναι ένα μειονέκτημα για τα ηλεκτρικά οχήματα καθώς δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τα συμβατικά αλλά και τα υβριδικά. Με βάση την συνάρτηση επιλογής οπου έδειξε ότι η αυτονομία λαμβάνει σημαντικό παράγοντα στην εξίσωση συμπεράνουμε ότι οι χρήστες επιζητούν από ένα ηλεκτρικό όχημα την αυτονομία που μπορεί να πέτυχει ένα συμβατικό όχημα.

**Θετικοί προς την ηλεκτροκίνηση** είναι τα άτομα της ηλικιακής ομάδας από 30 έως 44 ετών. Ενώ ταυτόχρονα οι γυναίκες φαίνεται ότι θα αγοράζαν πιο ευκολά ένα ηλεκτρικό επιβατικό όχημα.

Ταυτόχρονα το **μορφωτικό επίπεδο** διαπιστώνεται ότι επηρεάζει την απόφαση των χρηστών για την αγορά ενός ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος. Οι φοιτητές, οι πτυχιούχοι πανεπιστήμιου και οι πτυχιούχοι Master, είναι αυτοί που ενδιαφέρονται περισσότερο.

**Συμπερασματικά**, η παρούσα μελέτη υπογραμμίζει ότι το κόστος αγοράς, η αυτονομία οδήγησης και το κόστος καυσίμου σε συνδυασμό με διάφορα δημογραφικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν σημαντικά την επιλογή ενός ηλεκτρικού ή υβριδικού οχήματος, υποδεικνύοντας ότι το επόμενο βήμα στην ενεργειακή μετάβαση βασίζεται σε διάφορες βασικές παραμέτρους, οι οποίες θα πρέπει να βελτιωθούν εξίσου τα επόμενα χρόνια και όχι σε μεμονωμένες.

### **6.3 Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων**

Βάσει των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που αναλυθήκαν παραπάνω, στην παρούσα ενότητα παρουσιάζετε μια σειρά **προτάσεων** έτσι ώστε να βοηθήσουν στην ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την ηλεκτρικής και τα οφέλη της και μια πιο ουσιαστική ένταξη των ηλεκτρικών οχημάτων στην καθημερινότητα με σκοπό μια πιο βιώσιμη κοινωνία φιλικότερη προς το περιβάλλον με περισσότερα περιβαλλοντικά οφέλη.

Αναλυτικότερα:

Το να υπάρχει **μεγάλη ποικιλία ηλεκτρικών οχημάτων** από διαφορετικούς κατασκευαστές είναι προς το συμφέρον των καταναλωτών. Αυξάνοντας την ανταγωνιστικότητα μεταξύ των εταιριών αναγκαστικά θα ξεκινήσουν να υπάρχουν περισσότερες λύσεις στα μέχρι τώρα προβλήματα των ηλεκτρικών οχημάτων και ταυτόχρονα θα αναγκαστούν να πέσουν οι υψηλές τιμές των οχημάτων. Σημαντικός παράγοντας σε αυτήν την εξίσωση είναι το κράτος καθώς με την βοήθεια του και την στήριξη του στις αυτοκινητοβιομηχανίες με σκοπό την ανάπτυξη τεχνολογιών για την ηλεκτροκίνηση και ταυτόχρονα την εξοικείωση του κοινού με τις νέες τεχνολογίες και τις ταχείς εξελίξεις που έχει η ηλεκτροκίνηση.

Η **δημιουργία καταλλήλων υποδομών φόρτισης** για τις διαφορετικές ανάγκες του κάθε ηλεκτρικού οχήματος αλλά και τις διαφορετικές απαιτήσεις του κάθε χρήστη κρίνεται αναγκαία. Η κατασκευή πυκνότερου δικτιού φόρτισης τόσο σε κεντρικές αρτηρίες και αυτοκινητοδρόμους όσο και σε πιο αστικές περιοχές και γειτονίες είναι ένας παράγοντας ο οποίος θα φέρει τους πολίτες κοντύτερα με την ηλεκτροκίνηση και ταυτόχρονα θα αποτελέσει μια άμεσα λύση τους ήδη χρηστές ηλεκτρικών οχημάτων. Ταυτόχρονα η δημιουργία νέων σταθμών φόρτισης με ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών φόρτισης για γρηγορότερη φόρτιση των ηλεκτρικών οχήματος αποτελεί έναν παράγοντα ο οποίος θα φέρει περισσότερους νέους χρήστες κοντύτερα με την ηλεκτρικής καθώς ο χρόνος φόρτισης αποτελεί ένα από τα κυριότερά προβλήματα της ηλεκτροκίνησης. Με τον τρόπο αυτό λύνετε το πρόβλημα των μακρινών μετακινήσεων και ταυτόχρονα ενισχύεται η ασφάλεια και η ευκολία στην οδήγηση.

Προτείνετε η **οικονομική ενίσχυση από την πολιτεία** προς τους πολίτες για την ηλεκτροκίνηση καθώς είδαμε μέσα από το ερωτηματολόγιο θετική απήχηση του κοινού για μετάβαση προς την ηλεκτροκίνηση και ότι ένα από τα φλέγοντα ζητήματα του ήταν οι υψηλές τιμές που κρατιούνται τα ηλεκτρικά οχήματα. Μέσα από την ενίσχυση του κράτους βοηθιέται τόσο ο καταναλωτής αλλά και το ίδιο το κράτος καθώς με την δράση αυτή αυτόματα δημιουργούνται πιο πράσινες και βιώσιμες πόλεις και φιλικές προς το περιβάλλον. Στην Ελλάδα το ρεκόρ ταξινομήσεων κατέχουν τα αυτοκίνητα της μικρής κατηγορίας (B,C) οπότε και προτείνετε να δοθεί έμφαση σε αυτές τις κατηγορίες για μεγαλύτερη ενίσχυση βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο περισσότερους οδηγούς να έρθουν σε επαφή με την ηλεκτροκίνηση.

Σε γενικό επίπεδο έχοντας ήδη απόδειξη η ηλεκτρικής πως πρόκειται για μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον με θετικές επίδρασης σε αυτό πρέπει να **τονιστούν τα πλεονεκτήματα και να εξαλειφτούν τα μειονεκτήματα** των ηλεκτρικών οχημάτων πράγμα το οποίο χρειάζεται ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης τόσο από την πολιτεία αλλά και από την μεριά της βιομηχανίας. Μεγαλουπόλεις όπως η Αθηνά αλλά και η Θεσσαλονίκη έχουν άμεση ανάγκη από δράσεις φιλικές προς το περιβάλλον και λύσεις όπου θα βελτιώσουν την ποιότητα ζωής και θα εξαλείψουν τους αστικούς ρύπους. Με καταλληλά νομοθετικά μετρά, μεταρρυθμίσεις και την δημιουργία οικονομικών κινήτρων ή αντικινήτρων θα μπορέσουν οι πόλεις να γίνουν κατά πολύ φιλικότερες προς το περιβάλλον αλλάζοντας μόνο τις κλασικές μεθόδους μετακίνησης και στρέφοντας προς οικολογικές μεθόδους μετακίνησης.

#### **6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μέσω ερωτηματολογίου όπου μοιραστικές σε ένα δείγμα ανθρώπων εξετάστηκαν τα χαρακτηριστικά επιλογής ενός ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος σε σχέση με ένα υβριδικό και ένα συμβατικό όχημα. Η κυρία πτυχή του ερωτηματολογίου ήταν τα σενάρια επιλογής αναμεσα στους τρεις τύπους οχημάτων τα οποία αποτελούνταν από Κόστος αγοράς, Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €) και Αυτονομία (σε km). Ταυτόχρονα με διάφορες άλλες ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος, τις απόψεις του σχετικά με την ηλεκτροκίνηση αλλά και τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων του κατασκευαστικέ ένα μαθηματικό μοντέλο με υψηλή αξιοπιστία ως προς τα αποτελέσματα του όπως παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα. Παρόλα αυτά υπάρχουν **περιθώρια για περεταίρω ερευνά** όσον αφορά την παγκόσμια κοινότητα στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και των συγκοινωνιακών μελετών για το εγγύς μέλλον.

Αναλυτικότερα:

Καθώς η ηλεκτροκίνηση δεν έχει διεισδύσει σε μεγάλο βαθμό ακόμα στην Ελλάδα και αποτελεί κάτι νέο ο κόσμος δεν είναι πλήρως ενημερωμένος και δεν έχει κατασταλάξει στις απόψεις του. Αποτελεί για ολόκληρο τον πλανήτη κάτι νέο αν συγκριθεί με τα συμβατικά οχήματα τα οποία κυκλοφορούν επι δεκάδες χρονιά οπότε είναι και λογικό ο κόσμος να μην έχει δημιουργήσει μια ολοκληρωμένη άποψη ακόμα. Επομένως συνίσταται η **επανάληψη του ερωτηματολογίου και της ερευνάς** σε τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να ενσωματώνεται με τις αλλαγές και τις εξελίξεις των χρονών. Ο τρόπος που αντιμετωπίζουν την ηλεκτρικής οι άνθρωποι ολοένα και αλλάζει λόγο των ραγδαίων εξελίξεων, της φύσης και της μορφής του αντικειμένου.

Η ερευνά αυτή και συγκεκριμένα το κομμάτι του ερωτηματολογίου αποτελεί κομμάτι της συνολικής διπλωματικής εργασίας επόμενος και το δείγμα το οποίο έχει παρθεί θεωρείται ικανοποιητικό για το πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας παρόλα αυτά όσο μεγαλύτερο είναι το δείγμα τόσο ποιο έγκυρα και ποιο κοντά στις προτίμησής του κόσμου βγαίνουν τα αποτελέσματα και τα μαθηματικά μοντέλα. Επωμένως κρίνεται σημαντικό η **αύξηση του δείγματος** ώστε να μεγαλώσει το εύρος του πληθυσμού στο οποίο απευθύνεται η ερευνά. Πέρα από το αριθμητικό νούμερο το οποίο μπορεί να μεγαλώσει να μπορέσει να λάβει και γνώμες ανθρώπων όπως αυτών που δεν κατέχουν απαραίτητα ένα όχημα ή που μόλις έχουν βγάλει το δίπλωμα και σκέφτονται για την αγορά κάποιου νέου οχήματος.

Η παρούσα ερευνά εστιάστηκε στην Αττική, θα ήταν ενδιαφέρον λοιπόν να γίνουν **ανάλογες έρευνες σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας** μελετώντας έτσι όχι μόνο την γνώμη των ανθρώπων για τα χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικών οχημάτων αλλά ταυτόχρονα τις μεταβολές των επιλογών αυτών ανάλογα με τις περιοχές μελέτης.

Μια ακόμα πτυχή σχετικά με την ηλεκτροκίνησή με την οποία δεν έχει ασχοληθεί η παρούσα διπλωματική 03B5ργασία είναι η ερευνά για τον ο κύκλο ζωής των ηλεκτρικών οχημάτων έτσι ώστε η πορεία του χρόνου να έχει δήξει τα προτερήματα και τα μειονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης. Όπως προαναφέρθηκε η ηλεκτροκίνηση είναι κάτι νέο οπότε δεν έχει προλάβει να σχηματιστεί ένας ολόκληρος κύκλος ζωής ενός οχήματος. Ενδιαφέρον ζήτημα λοιπόν είναι η μελέτη για την **επίδραση στο περιβάλλον όταν αυξηθεί ο στόλος των ηλεκτρικών οχημάτων** σε συνδυασμό με την μεγαλύτερη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια. Συνεπώς οι ερωτηθέντες θα έχουν μια ποιο σφαιρική εικόνα για την πορεία της ηλεκτροκίνησης.

## Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία

---

- Anon., 2006. *Woods Dual Power - Hybrid Car of 1917*, <http://hybridreview.blogspot.com/2006/04/woods-dual-power-hybrid-car-of-1917.html>: s.n.
- Anon., 2014. A stated preference analysis of smart meters, photovoltaic generation, and electric vehicles in Japan: Implications for penetration and GHG reduction, *Energy Research & Social Science*. Στο: s.l.:s.n., pp. 75-89.
- Anon., 2017. Optimal planning of electric vehicle charging station at the distribution system using hybrid optimization algorithm, *Energy Journal*, . Στο: s.l.:s.n., pp. 133, 70-78.
- Anon., 2018. CO2 emissions from fuel combustion. Στο: s.l.:s.n.
- Anon., 2019. Double stage double output dc–dc converters for high voltage loads in fuel cell vehicles, *Energies* . Στο: s.l.:s.n., p. 12.
- Anon., 2020. Buying an electric car: A rational. Στο: s.l.:s.n.
- Anon., 2020. Drivers' preferences for electric cars in Italy. Evidence from a country with limited but growing electric car uptake. Στο: s.l.:s.n.
- Bartłomiej Kizielewicz, L. D., 2020. *How to choose the optimal single-track vehicle to move in the city? Electric scooters study case*. s.l.:Elsevier.
- Bjart Holtsmark, A. S., 2014. *The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries?*. s.l.:Environmental Science & Policy.
- Foddy, W., 1994. *Constructing Questions for Interviews and Questionnaires: Theory and Practice in Social Research*. Στο: Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 17.
- Ilias Geronikolos, D. P., 2021. *An exploration of electric-car mobility in Greece: A stakeholders' perspective*. s.l.:Case Studies on Transport Policy.
- Jihyeok Jung, S. Y. L. M.-J. L., χ.χ. *Factors affecting consumers' preferences for electric vehicle: A Korean case*. s.l.:Elsevier.
- K. Bienias, A. K.-P. R., 2020. *What do people think about electric vehicles? An initial study of the opinions of car purchasers in Poland*. s.l.:Elsevier.

- Kannchen, M., 2021. *Using the PVM-VSI (Preference Vector Method - Vector Space of Increments) method in supporting the decision related to the purchase of an electric family car.* s.l.:Elsevier.
- Khazaei, H., 2019. *The datasets of factors influencing adoption of electric Cars in Malaysia: A structural equation modelling (SEM) analysis.* s.l.:Data in Brief.
- Laurent Dupont, J. H. G. C., 2019. *Understanding user representations, a new development path for supporting Smart City policy: Evaluation of the electric car use in Lorraine Region.* s.l.:Technological Forecasting and Social Change.
- Marco Giansoldati, A. M. S., 2020. *Barriers to the adoption of electric cars: Evidence from an Italian survey.* s.l.:Energy Policy.
- Marina Buranelli de Oliveira, H. M. R. d. S. J. D. C. F. E. P., 2022. *Factors influencing the intention to use electric cars in Brazil.* s.l.:Transportation Research Part A: Policy and Practice.
- Riccardo Curtale, F. L. & E. R., 2022. *Transitional behavioral intention to use autonomous electric car-sharing services: Evidence from four European countries.* s.l.:Elsevier.
- Romeo Danielis, L. R. G. S., 2020. *Drivers' preferences for electric cars in Italy. Evidence from a country with limited but growing electric car uptake.* s.l.:Elsevier.
- Schaps, K., OCTOBER 12, 2017. *Shell buys NewMotion charging network in first electric vehicle deal,* <https://www.reuters.com/article/us-newmotion-m-a-shell-idINKBN1CH1QV>: s.n.
- Sebastian Bobeth, I. K., 2020. *Buying an electric car: A rational choice or a norm-directed behavior?.* s.l.:Elsevier.
- Silvia Tomasi, A. Z. C. P. M. D. C. & J. B., 2021. *Propensity to Choose Electric Vehicles in Cross-Border Alpine Regions.* s.l.:s.n.
- Theo Lieven, S. M. H. F. W., 2011. *Who will buy electric cars? An empirical study in Germany.* s.l.:Elsevier.
- Xiaofang Yang, W. J. J. X. S. H., 2017. *Car ownership policies in China: Preferences of residents and influence on the choice of electric cars.* s.l.:Elsevier.
- Yi-Chang Chiu, G.-H. T., 1999. *The market acceptance of electric motorcycles in Taiwan experience through a stated preference*

*analysis.* s.l.:Transportation Research Part D: Transport and Environment.

## **Κεφάλαιο 8. Παραρτήματα**

---

### **Παράρτημα Α – Ερωτηματολόγιο**





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Έρευνα με τίτλο:

**Χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων**

Ερωτηματολόγιο



Η έρευνα εκτελείται στο πλαίσιο Διπλωματικής Εργασίας του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με θέμα τα Χαρακτηριστικά επιλογής ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων στην Ελλάδα.

Οι απαντήσεις θα συλλέγονται και θα επεξεργάζονται πάντα ανώνυμα και σε αθροιστική μορφή, σε πλήρη συμφωνία με τους κανόνες για τα προσωπικά δεδομένα (GDPR, EU, 2016/679).

Το ερωτηματολόγιο δεν έχει εμπορικούς σκοπούς και τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν, θα χρησιμοποιηθούν για επιστημονικές έρευνες και εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δεν διαρκεί περισσότερο από 12 λεπτά

## Χαρακτηριστικά Μετακίνησης

Μέρος 1ο

Χρησιμοποιείτε αυτοκίνητο; \*

- Ναι
- Όχι

Αν ναι, Τι καύσιμο διαθέτει το κύριο όχημα σας; \*

- Βενζίνη
- Πετρέλαιο
- Υγραέριο
- Φυσικό αέριο
- Ηλεκτρικό
- Υβριδικό

Πόσα χρόνια οδηγείτε; \*

Παρακαλώ συμπληρώστε ακέραιο αριθμό (0-100)

Η απάντησή σας \_\_\_\_\_

Ποιος είναι ο κύριος σκοπός της μετακίνησης; \*

- Εργασία
- Αναψυχή
- Εκπαίδευση
- Προσωπικές υποθέσεις

Ποιος είναι ο μέσος χρόνος μιας κύριας μετακίνησης σας; (σε λεπτά) \*

- < 15
- 16 - 30
- 31 - 60
- > 60

Πόσες μετακινήσεις κάνετε την εβδομάδα; \*

Ένα πήγαινε έλα ισούται με μία μετακίνηση

- < 2
- 3 - 5
- 6 - 9
- > 9

Με ποιο μέσο μετακινήστε συνήθως; \*

	Ποτέ	Σπάνια	Συχνά	Καθημερινά
Ι.Χ.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Μοτοσικλέτα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Μ.Μ.Μ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ταξί	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ποδήλατο/ Πατίνι	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Πεζός/ή	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Απόψεις Ηλεκτρικών αυτοκίνητων

Μέρος 2ο

Πόσο θα σας επηρέαζαν οι παρακάτω παράμετροι για την αγορά επιβατηγού οχήματος οποιουδήποτε τύπου?

Κόστος αγοράς \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Κόστος καυσίμου \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Κόστος συντήρησης \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Κόστος ασφάλισης \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Περιβαλλοντική επίπτωση \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Τρέχουσες τάσεις \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Μάρκα \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Τέλη κυκλοφορίας \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Αξία μεταπώλησης \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Επίπεδο θορύβου \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Ευκολία στην οδήγηση \*

	1	2	3	4	5	
Πολύ λίγο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Πόσο συμφωνείτε με τις παρακάτω απόψεις

Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να εξοικονομήσουν πολλά χρήματα για τους αγοραστές αυτοκινήτων \*

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ έντονα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Συμφωνώ απόλυτα

Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τα συμβατικά οχήματα \*

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ έντονα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Συμφωνώ απόλυτα

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη \*

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ έντονα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Συμφωνώ απόλυτα

Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πολύ ακριβά για τους περισσότερους αγοραστές \*

	1	2	3	4	5	
Διαφωνώ έντονα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Συμφωνώ απόλυτα



Τα κίνητρα δεν είναι επαρκή για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος \*

1 2 3 4 5  
Διαφωνώ έντονα      Συμφωνώ απόλυτα

Οι υποδομές δεν είναι επαρκείς για την αγορά οχήματος \*

1 2 3 4 5  
Διαφωνώ έντονα      Συμφωνώ απόλυτα

Σε πόσα χρόνια πιστεύετε ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα αποτελούν την πλειοψηφία του συνόλου των αυτοκινήτων; \*

- <5
- 6-10
- 11-15
- >15

Σκέφτεστε να αγοράσετε καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο \*

- Ναι, στο άμεσο μέλλον
- Ναι, εντός των επόμενων 10 ετών
- Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω (γενικώς) αυτοκίνητο στο άμεσο μέλλον
- Όχι δεν σκοπεύω να αγοράσω ηλεκτρικό αυτοκίνητο στο άμεσο μέλλον

## Σενάρια

Μέρος 3ο

Παρακάτω σας παρουσιάζουμε 6 υποθετικά σενάρια στα οποία καλείστε να επιλέξετε τον τύπο επιβατικού αυτοκινήτου που θα προτιμούσατε να αγοράσετε ανάμεσα σε τρία είδη επιβατικών οχημάτων Συμβατικό, Υβριδικό και ηλεκτρικό.

Σε κάθε ένα από τα σενάρια δίνονται διαφορετικές τιμές στο Κόστος αγοράς (€)  
στο Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)  
και στην Αυτονομία (km)

Μελετώντας προσεκτικά τις διακυμάνσεις των τιμών θα κληθείτε απαντήσετε σε κάθε σενάριο ποιο όχημα θα προτιμούσατε για αγορά.

### Σενάριο 1ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	10.000	20.000	30.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	100	80	60
Αυτονομία (km)	400	400	300

Συμβατικό

Υβριδικό

Ηλεκτρικό

Όχημα

### Σενάριο 2ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	20.000	30.000	40.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	80	60	40
Αυτονομία (km)	800	800	700

Συμβατικό

Υβριδικό

Ηλεκτρικό

Όχημα

Σενάριο 3ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	30.000	30.000	40.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	100	60	40
Αυτονομία (km)	400	600	500

Συμβατικό

Υβριδικό

Ηλεκτρικό

Όχημα




Σενάριο 4ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	30.000	40.000	30.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	100	80	20
Αυτονομία (km)	600	800	700

Συμβατικό

Υβριδικό

Ηλεκτρικό

Όχημα




Σενάριο 5ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	20.000	40.000	40.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	80	80	40
Αυτονομία (km)	600	800	500

Συμβατικό

Υβριδικό

Ηλεκτρικό

Όχημα

Σενάριο 6ο \*

	Συμβατικό	Υβριδικό	Ηλεκτρικό
Κόστος αγοράς (€)	10.000	30.000	50.000
Κόστος λειτουργίας ανά 400 km (σε €)	100	40	20
Αυτονομία (km)	400	400	700

Συμβατικό

Υβριδικό

Ηλεκτρικό

Όχημα



## Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

Μέρος 4ο

Φύλο \*

- Άνδρας
- Γυναίκα

Ηλικιακή Ομάδα \*

- <30
- 30 - 44
- 45-60
- >60

Ετήσιο Εισόδημα \*

- Έως 15.000
- Από 15.000 έως 30.000
- Άνω των 30.000

Οικογενειακή Κατάσταση \*

- Αγαμος/η
- Έγγαμος/η

Μορφωτικό επίπεδο \*

- Απόφοιτος λυκείου
- Φοιτητής
- Πτυχιούχος Πανεπιστημίου
- Πτυχιούχος Master
- Κάτοχος διδακτορικού

Επάγγελμα \*

- Δημόσιος Υπάλληλος
- Ιδιωτικός υπάλληλος
- Ελεύθερος επαγγελματίας
- Ανεργος
- Συνταξιούχος
- Φοιτητής

## **Παράρτημα Β – Ο κώδικας της ανάλυσης για το R-Studio**

```

install.packages("mlogit")
install.packages("readxl")

library(mlogit)

library(readxl)
MASTER_TABLE4_r <-
read_excel("C:/Best/Best/Academic/Pada/Diplomatikes/P/MASTER_TABLE4-
r.xlsx")
RDATA=MASTER_TABLE4_r
RDATA$Choiceid <- 1:nrow(RDATA)
View(RDATA)
str(RDATA)

#correlation test between independent variables
RDATA_numeric<-RDATA[,sapply(RDATA, is.numeric)]
cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))
cor(RDATA[,unlist(lapply(RDATA, is.numeric))])

###Multinomial Logistic Regression Analysis

install.packages("dfidx")

#transform to long format
RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:12, sep =
"", idx = list(c("Choiceid", "ID")),
             idnames = c("chid", "alt"), opposite = c("Purchasecost", "Costofoperation",
"Autonomy"))

RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:12, sep =
"", idx = list(c("Choiceid", "Nr")),
             idnames = c("chid", "alt"))

View(RDATA2)

write.csv(RDATA2, file = "RDATA2", row.names = FALSE)

#Group Answers
RDATA2$NR_MOVE[RDATA2$NR_MOVE>2]<-61 #6-10, >10 metakiniseis
RDATA2$NR_MOVE[RDATA2$NR_MOVE<=2]<-62 #0-2, 3-5 metakiniseis
RDATA2$WTIMES_TRANSP[RDATA2$WTIMES_TRANSP>2]<-63 #4-10, >10
fores
RDATA2$WTIMES_TRANSP[RDATA2$WTIMES_TRANSP<=2]<-64 #
spania/pote, 1-3 fores
RDATA2$AGE[RDATA2$AGE>2]<-65 #36-60, >60 etwn

```



```

RDATA2$AGE[RDATA2$AGE<=2]<-66 #18-25, 26-35 etwn
RDATA2$CHILDREN[RDATA2$CHILDREN>0]<-67 #1, 2, 3, panw apo 3
RDATA2$CHILDREN[RDATA2$CHILDREN<=0]<-68 #0 paidia
RDATA2$EDUCATION[RDATA2$EDUCATION>2]<-69 #
foititis,ptixio,metaptixiako,allo
RDATA2$EDUCATION[RDATA2$EDUCATION<=2]<-70 #dimotiko-
gimnasio,likeio

```

```

#Include factor variables after converting them ##### edo tha deis poies metavlites soy
prepei na metatrepseis se factor

```

```

#Include factor variables after converting them ##### edo tha deis poies metavlites soy
prepei na metatrepseis se factor
RDATA2$Usecar = as.factor(RDATA2$Usecar)
RDATA2$Whatfuel = as.factor(RDATA2$Whatfuel)
RDATA2$Whowmanyyears = as.factor(RDATA2$Whowmanyyears)
RDATA2$purposeofmovement = as.factor(RDATA2$purposeofmovement)
RDATA2$Mumeventtime = as.factor(RDATA2$Mumeventtime)
RDATA2$Movvementofweek = as.factor(RDATA2$Movvementofweek)
RDATA2$Useofcar = as.factor(RDATA2$Useofcar)
RDATA2$Useofmotosicle = as.factor(RDATA2$Useofmotosicle)
RDATA2$Useofpublictransport = as.factor(RDATA2$Useofpublictransport)
RDATA2$Useoftaxi = as.factor(RDATA2$Useoftaxi)
RDATA2$Useofscuter = as.factor(RDATA2$Useofscuter)
RDATA2$Usefoot = as.factor(RDATA2$Usefoot)
RDATA2$PurchasecostsQ = as.factor(RDATA2$PurchasecostsQ)
RDATA2$Fuelcosts = as.factor(RDATA2$Fuelcosts)
RDATA2$Maintenancecosts = as.factor(RDATA2$Maintenancecosts)
RDATA2$Insurancecost = as.factor(RDATA2$Insurancecost)
RDATA2$Environmentalimpact = as.factor(RDATA2$Environmentalimpact)
RDATA2$Currenttrends = as.factor(RDATA2$Currenttrends)
RDATA2$Brand = as.factor(RDATA2$Brand)
RDATA2$Circulationfees= as.factor(RDATA2$Circulationfees)
RDATA2$Resalevalue = as.factor(RDATA2$Resalevalue)
RDATA2$Noiselevel = as.factor(RDATA2$Noiselevel)
RDATA2$Easytodrive = as.factor(RDATA2$Easytodrive)
RDATA2$Electriccancansavemoney = as.factor(RDATA2$Electriccancansavemoney)
RDATA2$ElectriccancanreplaceSymabetic = as.factor(RDATA2$ElectriccancanreplaceSymabetic)
RDATA2$Electriccancanhalptoenviroment = as.factor(RDATA2$Electriccancanhalptoenviroment)
RDATA2$Electriccarareveryexpensive = as.factor(RDATA2$Electriccarareveryexpensive)
RDATA2$Themotivationarenotenafeenough = as.factor(RDATA2$Themotivationarenotenafeenough)
RDATA2$Theinfrastructureisnotsufficient = as.factor(RDATA2$Theinfrastructureisnotsufficient)
RDATA2$Whenwearefullofelectriccar = as.factor(RDATA2$Whenwearefullofelectriccar)

```

```

RDATA2$Thinkingtobayanewelectriccar =
as.factor(RDATA2$Thinkingtobayanewelectriccar)
RDATA2$Gender = as.factor(RDATA2$Gender)
RDATA2$AgeGroup = as.factor(RDATA2$AgeGroup)
RDATA2$AnnualIncome = as.factor(RDATA2$AnnualIncome)
RDATA2$Familysituation = as.factor(RDATA2$Familysituation)
RDATA2$Educationallevel = as.factor(RDATA2$Educationallevel)
RDATA2$Occupation = as.factor(RDATA2$Occupation)

```

```

## Afou exeis kanei tis diafores allages stis metavlites soy kane kai ena view data h
structure, oti se volevei gia na eisai sigouros oti oi metavlites einai stin morfi poy tis
theloume!!

```

```

View(RDATA2)
str(RDATA2)

```

```

#Run the model

```

```

library("Formula")

```

```

MLR1 <- mlogit(Choice ~ Purchasecost + Costofoperation + Autonomy | AgeGroup +
Gender + Educationallevel + ElectriccarcanreplaceSymabetic +
Thinkingtobayanewelectriccar + Electriccarsavemoney + Useofpublictransport,
data = RDATA2)

```

```

summary(MLR1)

```

```

MLR3 <- mlogit(Choice ~ Purchasecost + Costofoperation + Autonomy | AgeGroup +
Gender + Educationallevel + ElectriccarcanreplaceSymabetic, data = RDATA2)

```

```

summary(MLR3)

```

```

MLR2 <- mlogit(Choice ~ Purchasecost + Costofoperation + Autonomy , data =
RDATA2)
summary(MLR2)

```

```

", "", "Autonomy

```