



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

***Μελέτη σχετικά με τους προσδιοριστικούς
παράγοντες της αποδοχής εγκατάστασης οικιακών
σταθμών φόρτισης για ηλεκτροκίνητα οχήματα***

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μαργαρίτα Γιανναράκη

Επιβλέπων καθηγητής:

Άγγελος Τσακανίκας, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα,

Σεπτέμβριος 2023

Γιανναράκη Μαργαρίτα

© 2023 - 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. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική εργασία που πρόκειται να διαβάσετε, εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Βιομηχανικής και Ενεργειακής Οικονομίας (Ε.Β.Ε.Ο.), του τομέα Ανάλυσης, Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών και Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023 και σκοπός της είναι η μελέτη των προσδιοριστικών παραγόντων που συμβάλουν στην αποδοχή της εγκατάστασης οικιακών σταθμών φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων από τους σύγχρονους Έλληνες καταναλωτές. Έμπνευση του θέματος αποτέλεσε παλαιότερη εργασία στα πλαίσια του μαθήματος Τεχνολογία, Καινοτομία και Επιχειρηματικότητα κατά το έτος 2020, όπου πυροδοτήθηκε το ενδιαφέρον μου για την εναλλακτική κινητικότητα και άρχισε η ενασχόληση μου με την ηλεκτροκίνηση, που τότε έκανε τα πρώτα της βήματα στον ελληνικό χώρο.

Με αυτή την αφορμή, θα ήθελα να ξεκινήσω αποδίδοντας ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Άγγελο Τσακανίκα, για τη συμβολή του στην εκπαίδευσή μου κατά τη διάρκεια όλων των ετών φοίτησης στη σχολή, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου τη συγγραφή αυτής της εργασίας, καθώς και για την βοήθεια του στην επιλογή ενός θέματος που άπτεται των ενδιαφερόντων μου. Θέλω παράλληλα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη ΔΕΠ και ΕΔΙΠ του εργαστηρίου για την εξαιρετική συνεισφορά τους στα μαθήματα και τα εργαστήρια του τομέα.

Θα ήθελα να αναφέρω ξεχωριστά τον Πέτρο Δήμα και τον Δημήτρη Σταμόπουλο, για τον ιδιαίτερο ρόλο τους, καθώς με την ανεξάντλητη προθυμία, τις πολύτιμες συμβουλές και την κρίσιμη βοήθεια τους, έκαναν το δύσκολο έργο της μελέτης και συγγραφής, μια γεμάτη ενδιαφέρον και ενθουσιασμό εμπειρία.

Τέλος, θα ήθελα να δηλώσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένεια και τους φίλους, που με στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, και ιδιαίτερα όσους

αφιέρωσαν τον χρόνο τους για την ανάγνωση των παρακάτω σελίδων κάνοντας χρήσιμα σχόλια και διορθώσεις!

Σας ευχαριστώ,

Γιανναράκη Μαργαρίτα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε μια κοινωνία που αντιμετωπίζει σοβαρά ζητήματα βιωσιμότητας λόγω του ενεργειακού αποτυπώματος των δραστηριοτήτων της, παρατηρείται μια τάση προς έναν πιο συνειδητό και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο ζωής. Καθώς η κοινωνία επενδύει στην ανάπτυξη πράσινων τεχνολογιών, το μέλλον των μετακινήσεων συνδέεται στενά με την ηλεκτροκίνηση και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτήν. Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν πλέον κερδίσει σημαντικό μερίδιο στην αγορά, καθώς επιπλέον των περιβαλλοντικών ωφελειών τους, εξοικονομούν ταυτόχρονα καύσιμα, τα οποία γίνονται ολοένα και ακριβότερα. Η μετάβαση σε έναν στόλο ηλεκτρικών οχημάτων έχει τεθεί ως παγκόσμιος στόχος, με πρωτοβουλίες να έχουν ληφθεί, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης ώστε να επιτευχθεί η δέσμευση για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ενώ η αυτοκινητοβιομηχανία προσαρμόζεται στις νέες τάσεις και τις εξελισσόμενες απαιτήσεις, η αγορά δεν έχει δείξει την επιθυμητή απόκριση στη μετάβαση αυτή, με τους καταναλωτές, ειδικά στις πιο αδύναμες οικονομίες, να στρέφονται στα συμβατικά, κατά βάση μεταχειρισμένα, και εξαιρετικά ρυπογόνα οχήματα.

Στο κρίσιμο αυτό σημείο για την ηλεκτροκίνηση, η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί εν μέρει στο να εξετάσει αν τα οικονομικά κριτήρια επηρεάζουν τη στάση των καταναλωτών, και να διερευνήσει όσες άλλες μεταβλητές πιθανόν συνεισφέρουν. Κεντρικό θέμα ανάλυσης αποτελεί η εγκατάσταση οικιακών σταθμών φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα, καθώς αυτοί αποτελούν σημαντικό πυλώνα στην εξέλιξη της αγοράς ηλεκτροκίνητων στην Ελλάδα, με δύο σημαντικές διαστάσεις, πρώτον την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος σε σχέση με το κόστος των συμβατικών καυσίμων και δεύτερον την ευκολία της διαδικασίας φόρτισης των οχημάτων. Εστιάζοντας στη δεύτερη διάσταση, μέχρι στιγμής στη χώρα υπάρχει ένα συνεχώς επεκτεινόμενο δίκτυο με σημαντικό αριθμό φορτιστών άλλα υστερεί προς το παρόν ο αντίστοιχος σχεδιασμός για την εγκατάσταση οικιακών φορτιστών.

Η εργασία αυτή προσπαθεί να διερευνήσει αυτά τα ζητήματα μέσω της ανάπτυξης ενός Μοντέλου Τεχνολογικής Αποδοχής, υλοποιώντας μια εκτεταμένη έρευνα πεδίου με τη συμμετοχή δείγματος Ελλήνων καταναλωτών, μέσω συλλογής απαντήσεων σε δομημένο ερωτηματολόγιο. Μέσω της στατιστικής επεξεργασίας των απαντήσεων θα μπει η βάση για την ανάδειξη των παραμέτρων του μοντέλου και θα ιεραρχηθούν οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν τη στάση των καταναλωτών απέναντι στην εγκατάσταση οικιακών σταθμών φόρτισης. Τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία προτάσεων πολιτικής και την εξαγωγή συμπερασμάτων για το μελλοντικό σχεδιασμό των επόμενων ρυθμίσεων και παρεμβάσεων του κράτους και της αυτοκινητοβιομηχανίας στην ηλεκτροκίνηση και αναμένεται να τροφοδοτήσουν το ενδιαφέρον για ακόμα περισσότερη έρευνα στους προσδιοριστικούς παράγοντες αποδοχής της σχετικά πρόσφατης αλλά και τόσο ραγδαία εξελισσόμενης τεχνολογίας.

Λέξεις κλειδιά: οικιακή φόρτιση, φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων, ηλεκτροκίνηση, αυτοκινητοβιομηχανία, κινούμαι ηλεκτρικά, μοντέλο τεχνολογικής αποδοχής, έρευνα πεδίου, ερωτηματολόγιο

ABSTRACT

In a society grappling with significant sustainability challenges stemming from its energy consumption, there is a shift towards a more environmentally responsible lifestyle. As society allocates resources to the development of eco-friendly technologies, the future of transportation becomes intricately intertwined with electromobility, playing a pivotal role in shaping its trajectory. Due to their environmental advantages and their ability to negate the increasing fuel costs, electric vehicles have captured a substantial market share. The global community has firmly established the transition to an electric vehicle-dominated fleet as a paramount objective, with initiatives underway at both the national and European level to promote electromobility in pursuit of reduction goals on carbon dioxide emissions. Despite the automotive industry's efforts to adapt to emerging trends and evolving demands, the market's response to this transition has not met expectations. Consumers, especially in economically vulnerable regions, continue to gravitate towards conventional, predominantly used, and highly polluting vehicles.

At this critical juncture for electromobility, this thesis focuses on the economic factors that influence consumer behavior and investigates the factors that may contribute to consumer choices. The focal point of this analysis centers on the installation of home charging stations for electric vehicles, a pivotal element in the development of the electric vehicle market in Greece, with two key dimensions: firstly, the comparison between electricity costs and the price of conventional fuels, and secondly, the convenience of the vehicle charging process. While Greece has a steadily expanding network of publicly available charging stations, there is a notable absence of a coordinated plan for the widespread implementation of residential charging infrastructure.

These issues are addressed by formulating a comprehensive Technology Acceptance Model and conducting extensive field research involving a sample of Greek consumers through structured questionnaires. The data collected undergo rigorous

statistical analysis, forming the basis for identifying the model's parameters and prioritizing the most significant factors influencing consumers' attitudes toward installation of home charging stations.

Ultimately, the findings present the potential to shape policy recommendations and inform the strategies of government entities and the automotive industry as they navigate the evolving landscape of electromobility. Additionally, this research contributes to the investigation of the factors influencing acceptance within the framework of this technology, which is both relatively recent and undergoing rapid evolution.

Keywords: home charging, electric vehicle charger, electromobility, automotive industry, go electric, technology acceptance model, field research, questionnaire

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ	12
Εικόνες.....	12
Διαγράμματα	13
Πινάκες	14
ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ	15
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	17
1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ.....	17
1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	20
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	22
2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ.....	25
2.1.1 Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα	26
2.2 ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ	39
2.2.1 Εξέλιξη πωλήσεων	40
2.2.2 Μείγμα αυτοκινήτων.....	43

2.2.3	Καλές Πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης – Επιδοτήσεις.....	47
2.2.4	Χαρτογράφηση σημείων φόρτισης.....	51
3.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	54
3.1	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ	55
3.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ	63
3.3	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ.....	64
3.3.1	Βασικό μοντέλο TAM.....	65
3.3.2	Εξωτερικές μεταβλητές.....	67
4.	ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	73
4.1	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ.....	73
4.1.1	Ενότητα 1 – Δημογραφικά χαρακτηριστικά.....	73
4.1.2	Ενότητες 2 & 3 – Ερωτήσεις μεταβλητών	78
4.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	83
4.2.1	Ανάλυση Παραγόντων	83
4.2.2	Διαμόρφωση δομικού μοντέλου	86
4.2.3	Αποτελέσματα μοντέλου μέτρησης	87
4.2.4	Έλεγχος υποθέσεων	94
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	101
5.2	ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	102

5.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	105
5.3.1	Πολιτικής.....	105
5.3.2	Προς κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων	106
5.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	107
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ		109
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ		109
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ SPSS		113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		121

ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ

ΕΙΚΟΝΕΣ

<i>Εικόνα 1. Flocken Elektrowagen - Το πρώτο παραγωγικά επιτυχημένο ηλεκτρικό αυτοκίνητο</i>	27
<i>Εικόνα 2. Enfield 8000 - Αμιγώς ηλεκτρικό όχημα ελληνικής κατασκευής</i>	28
<i>Εικόνα 3. Αμιγώς ηλεκτρικό όχημα Tesla Model Y</i>	29
<i>Εικόνα 4. Ηλιακό φορτηγό-ψυγείο από την εταιρεία SonoMotors</i>	30
<i>Εικόνα 5. Τύπος φόρτισης Mode 1</i>	35
<i>Εικόνα 6. Τύπος φόρτισης Mode 2</i>	35
<i>Εικόνα 7. Τύπος φόρτισης Mode 3</i>	36
<i>Εικόνα 8. Τύπος φόρτισης Mode 4</i>	36
<i>Εικόνα 9. Τύποι Βυσμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση</i>	38
<i>Εικόνα 10. Ηλικία στόλου ΙΧ οχημάτων σε χώρες της Ευρώπης ανά έτος</i>	43
<i>Εικόνα 11. Μίγμα ΙΧ οχημάτων ανά τύπο καυσίμου, Ευρώπη 2021</i>	46
<i>Εικόνα 12. Δίκτυο φορτιστών στην ΕΕ</i>	51
<i>Εικόνα 13. Δίκτυο φορτιστών στην Ελλάδα</i>	53
<i>Εικόνα 14: Theory of reasoned action</i>	56
<i>Εικόνα 15: Theory of planned behaviour</i>	57
<i>Εικόνα 16: Decomposed Theory of Planned Behaviour</i>	58
<i>Εικόνα 17: Technology Acceptance Model</i>	60
<i>Εικόνα 18: Extension of TAM 2</i>	61
<i>Εικόνα 19: Unified Theory of Acceptance and Use of a Technology</i>	62
<i>Εικόνα 20. Βασικό μοντέλο TAM</i>	66
<i>Εικόνα 21. Θεωρητικό Μοντέλο με υποθέσεις</i>	72
<i>Εικόνα 22. Αρχική μορφή μοντέλου στο PLS</i>	87
<i>Εικόνα 23. Τελική μορφή μοντέλου στο PLS - Outer Loadings</i>	93
<i>Εικόνα 24. Μοντέλο Τεχνολογικής Αποδοχής Οικιακών Συσκευών Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων – Direct Effects</i>	100

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

<i>Διάγραμμα 1. Πωλήσεις επιβατικών αυτοκινήτων 2001-2018 στην Ελλάδα (σε χιλ. αυτοκίνητα).....</i>	<i>40</i>
<i>Διάγραμμα 2. Ποσοστό BEV-PHEV ανά έτος στην Ελλάδα</i>	<i>45</i>
<i>Διάγραμμα 3. Ηλικιακά χαρακτηριστικά δείγματος.....</i>	<i>74</i>
<i>Διάγραμμα 4. Επίπεδο εκπαίδευσης (Φοιτητής ή απόφοιτος) δείγματος</i>	<i>74</i>
<i>Διάγραμμα 5. Εργασιακή κατάσταση δείγματος.....</i>	<i>74</i>
<i>Διάγραμμα 6. Ετήσιο εισόδημα δείγματος</i>	<i>74</i>
<i>Διάγραμμα 7. Περιοχή κατοικίας δείγματος</i>	<i>75</i>
<i>Διάγραμμα 8. Μέση ημερήσια χιλιομετρική απόσταση που διανύει το δείγμα</i>	<i>75</i>
<i>Διάγραμμα 9. Διαφοροποίηση δείγματος σε σχέση με τον τύπος οχήματος που κατέχει</i>	<i>75</i>
<i>Διάγραμμα 10. Διαφοροποίηση δείγματος σε σχέση με την κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης</i>	<i>76</i>
<i>Διάγραμμα 11. Διαφοροποίηση δείγματος βάση του εάν έχουν χρησιμοποιήσει συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.....</i>	<i>76</i>
<i>Διάγραμμα 12. Διαφοροποίηση δείγματος ανάλογα με το εάν κατέχουν οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.....</i>	<i>76</i>

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Νέες ταξινομήσεις οχημάτων ανά κατηγορία ανά έτος.....	45
Πίνακας 2. Ερευνητικές Υποθέσεις.....	71
Πίνακας 3. Στατιστικά χαρακτηριστικά ερωτήσεων.....	79
Πίνακας 4. Μεταβλητή-Συμβολισμός-Ερμηνεία.....	84
Πίνακας 5. Ανάλυση Παραγόντων.....	85
Πίνακας 6. Κύρια περιγραφικά στατιστικά κατασκευών και εξωτερικές φορτώσεις στις λανθάνουσες μεταβλητές.....	88
Πίνακας 7. Cronbach alpha - Composite Reliability - AVE.....	92
Πίνακας 8. Cronbach alpha - Composite Reliability - AVE έπειτα από βελτίωση.....	92
Πίνακας 9. HTMT.....	94
Πίνακας 10. Συντελεστής VIF.....	95
Πίνακας 11. Συντελεστής προσδιορισμού R^2	96
Πίνακας 12. Συντελεστής f^2	96
Πίνακας 13. Εσωτερικό μοντέλο (path) – Direct effects.....	98
Πίνακας 14. Indirect effects.....	99
Πίνακας 15. Προσωπικές ερωτήσεις ερωτηματολογίου.....	109
Πίνακας 16. Ερωτήσεις σχετικά με τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων.....	110
Πίνακας 17. Ερωτήσεις σχετικά με την στάση απέναντι στις οικιακές συσκευές φόρτισης	112

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

- EV = Electric Vehicles / Ηλεκτρικά Οχήματα
BEV = Battery EV / Αμιγώς Ηλεκτρικά Οχήματα
HEV = Hybrid EV / Υβριδικά Ηλεκτρικά Οχήματα
EREV = Extended Range EV
PHEV = Plug-in Hybrid EV
FCEV = Fuel Cell EV / Κυψέλης Καυσίμου Ηλεκτρικά Οχήματα
AC = Alternating Current / Εναλλασσόμενο Ρεύμα
DC = Direct Current / Συνεχές Ρεύμα
IEC = International Electrotechnical Commission / Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή
ΣΕΑΑ = Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων & Δίκυκλων
ΑΕΠ = Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΦΠΑ = Φόρος Προστιθέμενης Αξίας
ΕΛΣΤΑΤ = Ελληνική Στατιστική Αρχή
ACEA = European Automobile Manufacturers Association
ΜΥΦΑΗ = Μητρώου Υποδομών και Φορέων Αγοράς Ηλεκτροκίνησης
ΕΕ = Ευρωπαϊκή Ένωση
IT = Information Technology / Τεχνολογία Πληροφοριών
TAM = Technology Acceptance Model / Μοντέλο Τεχνολογικής Αποδοχής
TRA = Theory of Reasoned Action / Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης
TPB = Theory of Planned Behaviour / Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς
DTPB = Decomposed Theory of Planned Behaviour
IDT = Innovation Diffusion Theory
UTAUT = Unified Theory of Acceptance and Use of a Technology
U = Usefulness / Χρησιμότητα
EU = Ease of Use / Ευκολία Χρήσης
SN = Subjective norm / Κοινωνική Επιρροή
I = Image / Κύρος
IP = Incentives policy / Πολιτικών Κινήτρων

R = Risk / Κίνδυνοι

P = Price / Τιμή

T = Charging Time / Χρόνος Φόρτισης

NET = Charging network / Δίκτυο Σταθμών Φόρτισης

PARK = Parking / Θέση Στάθμευσης

ATT = Attitude / Στάση Καταναλωτών

ACC = Acceptance / Τάση Αποδοχής

PLS = Partial Least Squares / Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων

SEM = Structural Equation Modeling / Μοντελοποίηση Διαρθρωτικών Εξισώσεων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Από τότε που κυκλοφόρησαν τα πρώτα μηχανοκίνητα οχήματα, η αυτοκινητοβιομηχανία δεν σταμάτησε να εξελίσσεται. Τα τελευταία χρόνια, με την κυκλοφορία των πρώτων ηλεκτρικών αυτοκινήτων (EVs) στην αγορά, ο ρυθμός αυτός έχει επιταχυνθεί ακόμη περισσότερο καθώς η έλευση της ηλεκτροκίνησης έχει φέρει επανάσταση στην αυτοκινητοβιομηχανία, παρέχοντας μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στα συμβατικά βενζινοκίνητα οχήματα τόσο λόγω των πολύπλευρων περιβαλλοντικών οφελών όσο και της εξοικονόμησης καυσίμων, οι τιμές των οποίων ολοένα και αυξάνονται.

Η αυτοκινητοβιομηχανία έχει επιδείξει ικανότητα προσαρμογής στις τάσεις και τις απαιτήσεις της σημερινής και μελλοντικής κοινωνίας και κατ' αντιστοιχία στις απαιτήσεις των καταναλωτών, οι οποίες με τη σειρά τους την οδηγούν σε αναζήτηση νέων μορφών και μοντέλων κινητικότητας. Ο συνδυασμός νέων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το διαδίκτυο των πραγμάτων, οδηγεί σταδιακά σε μια νέα επανάσταση στον κλάδο, με τελικό στόχο την εμφάνιση των πρώτων αυτόνομων οχημάτων. Σε αυτό το κομβικό σημείο, το μέλλον της αυτοκινητοβιομηχανίας και του τομέα των μεταφορών είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την στροφή προς την ηλεκτροκίνηση.

Η διαδικασία μετάβασης σε έναν ηλεκτρικό στόλο οχημάτων αποτελεί δεδομένο στόχο τόσο σε εθνικό όσο και Ευρωπαϊκό επίπεδο. Υπάρχει ωστόσο ουσιαστική διαφορά μεταξύ της αποδοχής μιας τεχνολογίας από του πολίτες και της αποδοχής της από τους καταναλωτές. Η μεν πρώτη αναφέρεται στη στάση και την αντίδραση των πολιτών όσο αφορά τις τεχνολογικές εξελίξεις που πρόκειται να λάβουν χώρα, ενώ η αποδοχή των καταναλωτών αντικατοπτρίζει την πρόθεση τους να τις υιοθετήσουν και να τις χρησιμοποιήσουν (Huijts et al., 2012). Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι η

αγορά δεν έχει δείξει την ανάλογη προσαρμοστικότητα στην τεχνολογική αυτή μετάβαση. Τα υψηλά κόστη και τα ελλιπή χρηματοδοτικά και φορολογικά κίνητρα έχουν οδηγήσει σε απογοητευτικά ποσοστά αποδοχής ηλεκτρικών οχημάτων στις περισσότερες χώρες, με τους καταναλωτές στις πιο αδύναμες οικονομίες να στρέφονται στην αγορά συμβατικών και κατά βάση μεταχειρισμένων οχημάτων, τα οποία σε αρκετές των περιπτώσεων είναι εξαιρετικά ρυπογόνα ακυρώνοντας τα όποια περιβαλλοντικά οφέλη από τα ηλεκτροκίνητα οχήματα που κυκλοφορούν παράλληλα.

Η φόρτιση αποτελεί ένα ακόμα μείζονος σημασίας ζήτημα για την μελλοντική εξέλιξη της αγοράς ηλεκτροκίνητων στη χώρα, με δύο σημαντικές διαστάσεις να αναδεικνύονται, αυτή της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος ανά κιλοβατώρα σε σχέση με την τιμή της βενζίνης και του ντίζελ και παράλληλα η ευκολία ολόκληρης της διαδικασίας φόρτισης του ηλεκτρικού οχήματος. Εστιάζοντας στη δεύτερη διάσταση, μέχρι στιγμής στη χώρα υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός φορτιστών σε διάφορα σημεία φόρτισης τα οποία όμως κατά κύριο λόγο βρίσκονται σε χώρους κοινής πρόσβασης όπως πλατείες, εμπορικά κέντρα, πρατήρια καυσίμων και άλλα, χωρίς να υπάρχει προς το παρόν ο αντίστοιχος σχετικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση οικιακών φορτιστών. Κρίνεται απαραίτητη επομένως η εστίαση στη μελέτη γύρω από την οικιακή φόρτιση με ένα από τα σημεία ενδιαφέροντος να είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την στάση των εν δυνάμει χρηστών, ώστε να προβλεφθεί η πρόθεση αγοράς τέτοιων συσκευών και να ληφθούν μελλοντικές αποφάσεις ως προς τον σχεδιασμό και την προώθησή τους. Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει σε μεταβλητές όπως η χρησιμότητα και η ευκολία χρήσης της συσκευής, ο απαιτούμενος χρόνος φόρτισης, το δίκτυο σταθμών φόρτισης, η κοινωνική επιρροή, η τιμή και οι υφιστάμενες επιχορηγήσεις, προκειμένου να προσδιορίσει την τάση αποδοχής της εγκατάστασης των οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και να αξιολογήσει τις κινήσεις ενίσχυσης της αγοράς τους που έχουν ήδη λάβει χώρα αλλά και να δώσει συμβουλές για τις μελλοντικές εξελίξεις. Ταυτόχρονα θα εμπλουτίσει την ελάχιστη ελληνική βιβλιογραφία γύρω από τα μοντέλα τεχνολογικής αποδοχής, τα οποία αξιοποιούνται σε πλήθος ερευνητικών πεδίων.

Προκειμένου να διερευνηθούν αυτά τα αναπτύσσεται ένα Μοντέλου Τεχνολογικής Αποδοχής, υλοποιώντας μια εκτεταμένη έρευνα πεδίου με τη συμμετοχή δείγματος Ελλήνων καταναλωτών, μέσω συλλογής απαντήσεων σε δομημένο ερωτηματολόγιο. Από τη στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων θα μπει η βάση για την ανάδειξη των παραμέτρων του μοντέλου και θα ιεραρχηθούν οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν τη στάση των καταναλωτών απέναντι στην εγκατάσταση οικιακών σταθμών φόρτισης.

Τα αποτελέσματα της εργασίας όπως εξηγήθηκε, θα αξιοποιηθούν για τη δημιουργία προτάσεων πολιτικής και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τον σχεδιασμό των επόμενων ρυθμίσεων και παρεμβάσεων του κράτους και της αυτοκινητοβιομηχανίας στην ηλεκτροκίνηση, και αναμένεται να τροφοδοτήσουν το ενδιαφέρον για ακόμα περισσότερη έρευνα στους προσδιοριστικούς παράγοντες αποδοχής της σχετικά πρόσφατης αλλά και τόσο ραγδαία εξελισσόμενης τεχνολογίας.

1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως ήδη παρουσιάστηκε η σύγχρονη κοινωνία προβληματίζεται έντονα από τη βιωσιμότητα και το ενεργειακό αποτύπωμα των κινήσεών της και στρεφόμενη σε μια πιο περιβαλλοντικά ευσυνειδητή στάση ζωής, επενδύει σε πράσινες τεχνολογίες. Το μέλλον των μετακινήσεων διαφαίνεται επομένως στενά συνδεδεμένο με την ηλεκτροκίνηση και εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από αυτήν. Η αναβάθμιση του στόλου με έναν τροφοδοτούμενο αποκλειστικά με εναλλακτικά καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί ζητούμενο και ανησυχία σε εγχώριο και διεθνές επίπεδο. Ωστόσο, όπως ήδη αναφέρθηκε, υπάρχει έντονη διαφοροποίηση στον όρο της αποδοχής μιας τεχνολογίας από τους καταναλωτές, καθώς αυτοί φαίνεται να επηρεάζονται από πλήθος παραγόντων στην πορεία προς τη λήψη μιας αγοραστικής απόφασης.

Η παρούσα εργασία εμβαθύνει στη συγκεκριμένη διάσταση, μελετώντας τη στάση των καταναλωτών. Το θεωρητικό πλαίσιο της μελέτης περιλαμβάνει δύο διακριτά μέρη. Στο πρώτο μέρος αναλύεται ο ψηφιακός μετασχηματισμός στην αγορά αυτοκινήτων και οι νέες τεχνολογίες και καινοτομίες που αναπτύσσονται και σχετίζονται με την ηλεκτροκίνηση, κάνοντας μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης από την εμφάνιση της μέχρι σήμερα και παρουσιάζοντας κάποια βασικά χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και των φορτιστών τους.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται μια λεπτομερής απεικόνιση του περιβάλλοντος της ηλεκτροκίνησης στην ελληνική και διεθνή αγορά οχημάτων όπου μεταξύ άλλων αναλύεται το μείγμα αυτοκινήτων του ελληνικού και ευρωπαϊκού στόλου, οι καταναλωτικές τάσεις και οι εξελίξή τους τα τελευταία χρόνια, χαρτογραφούνται τα σημεία και οι σταθμοί φόρτισης αλλά και οι ρυθμιστικές παρεμβάσεις που σχετίζονται με κρατικές πρωτοβουλίες στην προσπάθεια οικονομικής ενίσχυσης της ηλεκτροκίνησης, όπως το πρόγραμμα «Κινούμαι ηλεκτρικά».

Το εμπειρικό μέρος της εργασίας περιλαμβάνει δύο διακριτά μέρη. Αρχικά γίνεται η θεωρητική ανάπτυξη ενός Μοντέλου Τεχνολογικής Αποδοχής (Technology Acceptance Model – TAM) σύμφωνα με τη σχετική διεθνή βιβλιογραφία, η οποία ξεκίνησε με μια θεωρητική επισκόπηση στα μοντέλα τεχνολογικής αποδοχής όπως αυτά αναπτύχθηκαν ανά τα χρόνια με έμφαση στις εφαρμογές στις οποίες αξιοποιήθηκαν. Στη συνέχεια διατυπώθηκαν οι ερευνητικές υποθέσεις στις οποίες στηρίχθηκε το θεωρητικό μοντέλο και επεξηγήθηκε η επιλογή των προς μελέτη μεταβλητών.

Στο δεύτερο μέρος έγινε ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας εκτεταμένης έρευνας πεδίου σε ένα σημαντικό δείγμα ενήλικων Ελλήνων καταναλωτών, χωρίς άλλους ηλικιακούς, εισοδηματικούς ή γεωγραφικούς περιορισμούς, μέσω δομημένου ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε και συμπληρώθηκε ηλεκτρονικά. Η στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων αποτέλεσε τη βάση για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου, η οποία με τη σειρά της οδήγησε στην ανάδειξη των σημαντικότερων παραγόντων που καθορίζουν τη στάση των Ελλήνων καταναλωτών απέναντι στην εγκατάσταση οικιακών σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Τέλος, αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της εργασίας, τα οποία αξιοποιήθηκαν για τη δημιουργία προτάσεων πολιτικής και την εξαγωγή συμπερασμάτων για το μελλοντικό σχεδιασμό των επόμενων ρυθμίσεων και παρεμβάσεων για την ηλεκτροκίνηση, τόσο από τη πλευρά της πολιτείας όσο και των κατασκευαστών σταθμών φόρτισης και των παρόχων ηλεκτρικού ρεύματος.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Όσο το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής γιγαντώνεται, επιδιώκεται η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που αποτελούν τον κύριο υπαίτιο της υπερθέρμανσης του πλανήτη και η στροφή σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο το Κοινοβούλιο το 2021 υιοθέτησε νόμο με δέσμευση τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου κατά 55% μέχρι το 2030. Τα ηλεκτρικά οχήματα (EVs) προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη λύση για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, καθώς στις εκπομπές αερίων ρύπων και ιδιαίτερα διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλει σημαντικά ο τομέας των μεταφορών, όπου κυριαρχούν τα συμβατικά βενζινοκίνητα οχήματα (Santos, 2017).

Σε αντίθεση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης, τα ηλεκτροκίνητα παράγουν μηδενικές εκπομπές στην εξάτμιση, εξαλείφοντας την απελευθέρωση επιβλαβών ρύπων και λοιπών σωματιδίων (Nguyen et al., 2013). Με τη μετάβαση στα ηλεκτρικά οχήματα μπορούμε να μειώσουμε σημαντικά την ατμοσφαιρική ρύπανση, βελτιώνοντας τη δημόσια υγεία και μετριάζοντας τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των ηλεκτρικών οχημάτων εξαρτάται σημαντικά από την πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή, γίνονται όλο και πιο διαδεδομένες, το αποτύπωμα άνθρακα του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται όλο και πιο έντονα, κάνοντας τη συμβολή των ηλεκτρικών οχημάτων ακόμα πιο αισθητή στη σημαντική μείωση των ρυπογόνων εκπομπών.

Στα οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων προστίθενται επίσης η όλο και εξελισσόμενη ενεργειακή τους απόδοση συγκριτικά με τα παραδοσιακά οχήματα καθώς οι ηλεκτρικοί κινητήρες μετατρέπουν πολλαπλάσιο ποσό της ενέργειας που αποθηκεύεται στις μπαταρίες για να τροφοδοτούν τους τροχούς, σε σχέση με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης (Albatayneh et al., 2020), με αυτή την απόδοση να μεταφράζεται σε χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα ανά διανύουσα απόσταση. Παρόλο που τα ηλεκτρικά οχήματα

παράγουν μηδενικές εκπομπές από την εξάτμιση, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι εκπομπές που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως αναφέρθηκε, αλλά και με την παραγωγή των ιδίων και των μπαταριών τους. Ωστόσο, ακόμη και όταν υπολογίζονται αυτές οι εκπομπές του κύκλου ζωής, τα EV εξακολουθούν να εκπέμπουν σημαντικά λιγότερες εκπομπές CO₂ σε σύγκριση με τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα (Nealer, Reichmuth & Anair, 2015). Καθώς η γραμμή παραγωγής γίνεται πιο πράσινη, το περιβαλλοντικό πλεονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων αυξάνεται περαιτέρω.

Μία σημαντική ανησυχία για τα άτομα και τις οικονομίες παγκοσμίως αποτελεί και το αυξανόμενο κόστος της βενζίνης. Τα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρουν μια πιθανή λύση για την ανακούφιση της οικονομικής επιβάρυνσης καθώς οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι γενικά πιο σταθερές σε σχέση με τη μεταβλητότητα της τιμής της βενζίνης και το κόστος φόρτισης ενός EV είναι συχνά σημαντικά φθηνότερο από τον ανεφοδιασμό ενός συμβατικού οχήματος. Αυτό το πλεονέκτημα κόστους μπορεί να εξοικονομήσει στους ιδιοκτήτες οχημάτων ένα σημαντικό χρηματικό ποσό κατά τη διάρκεια ζωής του οχήματος. Επιπλέον οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο προσφέρουν διάφορα κίνητρα και επιδοτήσεις για να ενθαρρύνουν την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτά τα κίνητρα περιλαμβάνουν εκπτώσεις φόρου ή και προνομιακή μεταχείριση για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων.

Μία ακόμα πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει η ηλεκτροκίνηση είναι η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα των φορτιστών EV που διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην προώθηση της ευρείας υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων. Οι φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων δίνουν λύση στο ζήτημα αυτό, επιτρέποντας στους οδηγούς να επαναφορτίζουν τις μπαταρίες τους άνετα και αποτελεσματικά. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φορτιστών, που κυμαίνονται από οικιακούς φορτιστές που μπορούν να εγκατασταθούν σε γκαράζ κατοικιών έως δημόσιους φορτιστές που βρίσκονται σε χώρους στάθμευσης, εμπορικά κέντρα και κατά μήκος αυτοκινητοδρόμων. Σταθμοί γρήγορης φόρτισης αναπτύσσονται επίσης για να ελαχιστοποιήσουν τους χρόνους φόρτισης, καθιστώντας πιο εφικτές τις μετακινήσεις μεγάλων αποστάσεων. Επιπροσθέτως υπάρχουν εξελίξεις στην

τεχνολογία ασύρματης φόρτισης που υπόσχονται ακόμη μεγαλύτερη άνεση και ευκολία στη χρήση. Καθώς η ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα συνεχίζει να αυξάνεται, η επέκταση του δικτύου φόρτισης καλείται να συμβαδίζει με αυτή την ανάπτυξη ώστε να μετριάσει τις ανησυχίες και το άγχος της αυτονομίας και να παρέχει στους οδηγούς τη σιγουριά ότι μπορούν να βρουν εύκολα ένα σημείο φόρτισης όπου κι αν πάνε. Οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και οι πάροχοι ενέργειας επενδύουν ενεργά στην ανάπτυξη δικτύων φόρτισης για να υποστηρίξουν την ηλεκτροδότηση των μεταφορών και να δημιουργήσουν μια απρόσκοπτη εμπειρία φόρτισης. Η εξάπλωση των φορτιστών EV είναι ένα κρίσιμο βήμα προς την υλοποίηση ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών που βασίζεται στην καθαρή ενέργεια και μειώνει την εξάρτησή από τα ορυκτά καύσιμα.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται μια εκτενής μελέτη όσων αναφέρθηκαν, δίνοντας αρχικά μερικά ενδιαφέροντα ιστορικά δεδομένα για την εμφάνιση και εξέλιξη της βιομηχανίας της ηλεκτροκίνησης, και κάνοντας μία ανάλυση στην τεχνολογία της, θα παρουσιαστούν οι διάφορες κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων, μπαταριών, φορτιστών και καλωδίων φόρτισης. Επιπλέον σκιαγραφείται το διεθνές καθώς και το ελληνικό περιβάλλον της ηλεκτροκίνησης, παρουσιάζοντας τη σημερινή πραγματικότητα όπως αυτή προκύπτει μελετώντας το μείγμα του υφιστάμενου στόλου, την εξέλιξη των πωλήσεων αυτοκινήτων σε σχέση επίσης με την χορήγηση οικονομικών ενισχύσεων από τη μεριά της πολιτείας, και τέλος τη διάδοση των σημείων φόρτισης στο εγχώριο και διεθνές δίκτυο.

2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ

Η ιστορική αναδρομή στην ηλεκτροκίνηση είναι ουσιαστική για την κατανόηση της εξέλιξης της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων και τη σημασία της στην σύγχρονη κοινωνία. Καταρχάς, προσφέρει μια εικόνα των πρώτων προσπαθειών που έγιναν στον χώρο της ηλεκτροκίνησης και της εξέλιξης της από τη δεκαετία του 19ου αιώνα έως σήμερα. Αυτό ενισχύει την εκτίμηση απέναντι στην τεχνολογική πρόοδο και στις προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν ανά τα χρόνια. Η παρουσίαση επίσης των βασικών χαρακτηριστικών των ηλεκτρικών οχημάτων, των μπαταριών και των φορτιστών τους είναι μια ακόμα ουσιώδης αναφορά για την κατανόηση του λόγου που τα ηλεκτρικά οχήματα αναδύονται ως μείζον παράγοντας στις μελλοντικές μεταφορές. Δίνεται έτσι η δυνατότητα για μία πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση της συμβολής τους στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του κλάδου των μεταφορών και εξηγείται η ανάγκη για υποδομές φόρτισης προκειμένου να προωθηθεί ένα βιώσιμο και αειφόρο μέλλον.

2.1.1 Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα

2.1.1.1 Ιστορική εξέλιξη – Περιβαλλοντικό αποτύπωμα αυτοκίνησης – Ηλεκτροκίνηση ως πρόταση μείωσης αποτυπώματος

Η ηλεκτροκίνηση αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο στην ιστορία της τεχνολογίας και των μεταφορών. Αν και συχνά συνδέεται με τη σύγχρονη εποχή, οι αρχές της ηλεκτροκίνησης έχουν τις ρίζες τους σε αρχαίες ανακαλύψεις και τεχνολογικές προσπάθειες. Αυτό το κεφάλαιο θα εξερευνήσει την ιστορική εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης, από την αρχική της εφαρμογή της στην εποχή του 19ου αιώνα μέχρι τις σύγχρονες προσπάθειες για αειφόρο και κλιματικά φιλική μεταφορά.

Οι αναφορές γύρω από την ηλεκτροκίνηση ξεκινάνε χρόνια πριν, με την πρώτη εφαρμογή της τεχνολογίας να γίνεται τη δεκαετία του 1830 από τον Robert Anderson ο οποίος κατασκεύασε την πρώτη ηλεκτοκινούμενη άμαξα που κινούταν με μη επαναφορτιζόμενη μπαταρία. Παρόλα αυτά, αυτή η πρώτη προσπάθεια δεν σημείωσε εμπορική επιτυχία λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων της τότε τεχνολογίας. Ο πρώτος πραγματικά επιτυχημένος παραγωγικά κατασκευασμένος τύπος ηλεκτρικού αυτοκινήτου κατασκευάστηκε το 1888 από τον Andreas Flocken. Αυτό το ηλεκτρικό όχημα (Εικόνα 1) μπορούσε να φτάσει σε ταχύτητα περίπου 15 χιλιομέτρων ανά ώρα, ανοίγοντας έτσι τον δρόμο για τη μελλοντική ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης.



Εικόνα 1. Flocken Elektrowagen - Το πρώτο παραγωγικά επιτυχημένο ηλεκτρικό αυτοκίνητο

Ο 20ος αιώνας είδε την ηλεκτροκίνηση να γίνεται όλο και πιο δημοφιλής, με σπουδαίο σταθμό όταν το 1973 η ελληνική εταιρεία Enfield Automotive παρουσίασε το Enfield 8000 (Εικόνα 2). Αυτό το διθέσιο αμιγώς ηλεκτρικό όχημα μπορούσε να φτάσει ταχύτητες που άγγιζαν τα 80 χιλιόμετρα ανά ώρα, σημειώνοντας ένα ορόσημο στην ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης.

Έκτοτε η ηλεκτροκίνηση παρά τα πλεονεκτήματά της όπως η αθόρυβη λειτουργία και η απουσία εκπομπών και δυσάρεστων οσμών καύσης, πάντα αντιμετώπιζε προκλήσεις και συνεχώς υπερνικούταν από τα βενζινοκίνητα οχήματα υστερώντας σημαντικά σε απόδοση, αυτονομία και κόστος. Το κόστος αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων και αντικατάστασης των μπαταριών τους ήταν αρκετά υψηλό ενώ η χιλιομετρική αυτονομία τους σημαντικά περιορισμένη. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία των μπαταριών έχει κάνει σημαντικά βήματα προόδου. Οι επιστημονικές εξελίξεις στον τομέα των μπαταριών έχουν οδηγήσει σε μεγαλύτερη αυτονομία και μικρότερο κόστος, καθιστώντας την ηλεκτροκίνηση αισθητά πιο προσιτή και αποδοτική.



Εικόνα 2. Enfield 8000 - Αμιγώς ηλεκτρικό όχημα ελληνικής κατασκευής

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη της τεχνολογίας μπαταριών και η επίγνωση για την κλιματική αλλαγή έχουν εντείνει το ενδιαφέρον για την ηλεκτροκίνηση. Σήμερα, οι μεγάλοι κατασκευαστές αυτοκινήτων προσφέρουν υβριδικά και αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα ενώ η ηλεκτροκίνηση έχει αρχίσει να αναπτύσσεται ραγδαία σε όλο τον κόσμο.

Η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του 2000, αλλά η πραγματική ανάπτυξη ξεκίνησε μετά το 2010. Εισήχθησαν ηλεκτρικά αυτοκίνητα από διάφορους κατασκευαστές στην ελληνική αγορά και δημιουργήθηκαν δίκτυα φόρτισης σε μεγάλες πόλεις της χώρας, κάνοντας την ηλεκτροκίνηση πιο προσιτή και εύχρηστη για τους οδηγούς.

Η ηλεκτροκίνηση συνεχίζει να εξελίσσεται με προηγμένες τεχνολογίες και νέες καινοτομίες που καθιστούν τα ηλεκτρικά οχήματα ολοένα και πιο αποδοτικά και αειφόρα. Η μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση αποτελεί σημαντικό βήμα προς την επίτευξη των στόχων αειφορίας και μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και αναμένεται να συνεχίσει με ολοένα και ταχύτερη πρόοδο να αλλάζει το τοπίο των μεταφορών στο μέλλον.

2.1.1.2 Ηλεκτρικά οχήματα (EV)

Ως ηλεκτρικά νοούνται τα οχήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτροκινητήρα για την κίνηση τους διακρινόμενα σε υποκατηγορίες αντίστοιχες των κινητήρων και του τρόπου λειτουργίας τους. Ορισμένες από αυτές είναι:

- τα αμιγώς ηλεκτρικά (BEV), που διαθέτουν ηλεκτρικούς κινητήρες τροφοδοτούμενους αποκλειστικά από μπαταρίες μεγάλης χωρητικότητας (Εικόνα 3). Η επαναφόρτισή τους γίνεται σε πρίζα του ηλεκτρικού δικτύου, ενώ αξιοποιείται και η ενέργεια που παράγεται κατά την πέδηση για την ανατροφοδότηση της μπαταρίας,



Εικόνα 3. Αμιγώς ηλεκτρικό όχημα Tesla Model Y

- τα Extended range ηλεκτρικά (EREV), τα οποία διαθέτουν ηλεκτρικό κινητήρα που υποβοηθάτε και από κινητήρα εσωτερικής καύσης, ο οποίος χρησιμοποιείται μόνο για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την τροφοδότηση του ηλεκτροκινητήρα (Dell, Moseley & Rand, 2014),
- τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEV), τα οποία με βάση τον βαθμό υβριδοποίησης τους χαρακτηρίζονται ως μικροϋβριδικά (Micro Hybrid), στα οποία η ηλεκτροκίνηση υφίσταται μόνο υποστηρικτικά σε περιφερειακές λειτουργίες του οχήματος, ενώ η κίνηση γίνεται με κινητήρα εσωτερικής καύσης και τα ήπια υβριδικά (Mild Hybrid), στα οποία τόσο ο ηλεκτροκινητήρας όσο και

ο συμβατικός συμμετέχουν στην κίνηση, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την κατανάλωση καυσίμου (Ou et al., 2020),

- τα Plug-in υβριδικά (PHEV), στα οποία επίσης λειτουργούν συνεργατικά οι δυο κινητήρες, με τη δυνατότητα σε αυτή την περίπτωση για σύνδεση σε πρίζα για επαναφόρτιση, προσφέροντας έτσι μία πιο προσιτή λύση στην ηλεκτροκίνηση αλλά και στο πρόβλημα αυτονομίας δίνοντας την επιλογή και για βενζινοκίνηση,
- τα κυψέλης καυσίμου (FCEV), που τροφοδοτούνται με καύσιμο υδρογόνο το οποίο μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω ηλεκτροχημικών κυψελών (Kamran, 2022),
- και τα ηλιακά (Εικόνα 4), που διαθέτουν ηλιακούς συλλέκτες (πάνελ) στην οροφή του αυτοκινήτου.



Εικόνα 4. Ηλιακό φορτηγό-ψυγείο από την εταιρεία SonoMotors

2.1.1.3 Μπαταρίες EV

Οι ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες αποθήκευσης της ενέργειας των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, αποτελώντας βασικό κομμάτι της κατασκευής τους, καλούνται να ανταποκριθούν σε πολύπλευρες απαιτήσεις. Η δυνατότητα αποθήκευσης του απαραίτητου ποσού ενέργειας για την κάλυψη των χιλιομετρικών αναγκών ενός αυτοκινήτου με την απαιτούμενη επίδοση, αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό κριτήριο για τον χαρακτηρισμό μίας αποδοτικής μπαταρίας. Επιπλέον, ο κύκλος ζωής της μπαταρίας, η δυνατότητα ταχείας φόρτισης, η αντοχή στις θερμοκρασιακές μεταβολές και ο ρυθμός αυτοεκφόρτισης είναι μερικά ακόμα από τα χαρακτηριστικά που μελετώνται κατά την αξιολόγηση μίας μπαταρίας. Μερικές παράμετροι που ποσοτικοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης των μπαταριών είναι η τάση, που εξαρτάται από το είδος, τη συγκέντρωση και τη θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη στο εσωτερικό της μπαταρίας, η χωρητικότητα της, η κατάσταση και ο ρυθμός εκφόρτισης, η ειδική ενέργεια, η ισχύς, και τέλος η απόδοση, που αντανακλά την απώλεια ενέργειας που συμβαίνει κατά την φόρτιση ή την εκφόρτιση.

Το μείγμα των υλικών που χρησιμοποιείται στην κατασκευή των μπαταριών προσδίδει βασικές ιδιότητες στις μπαταρίες. Τα διαφορετικά χημικά στοιχεία και ενώσεις που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρόδια και τους ηλεκτρολύτες ορίζουν τις ιδιότητες μιας μπαταρίας και την καταλληλότητά της για μία ειδική εφαρμογή. Τόσο το ηλεκτροχημικό υπόβαθρο, όσο και το κέλυφος της μπαταρίας επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις παραμέτρους επιλογής της μπαταρίας όπως -εκτός από αυτές που αναφέρθηκαν- και η στιβαρότητα, η ασφάλεια, η στεγανότητα, η αντοχή, οι διαστάσεις, η παρακολούθηση θερμοκρασίας και φόρτισης καθώς και το κόστος.

Οι πρώτες μπαταρίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Μολύβδου-Οξέος και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται ευρέως για την εκκίνηση των υβριδικών οχημάτων καθώς αποτελούν μία αξιόπιστη και οικονομική επιλογή. Για την απόδοση της επιθυμητής τάσης που απαιτεί η κίνηση ενός ηλεκτρικού οχήματος πλήθος κελιών αποτελούμενα από

ηλεκτρόδια μόλυβδου και οξειδίων του μόλυβδου συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους, ενώ ο ηλεκτρολύτης που χρησιμοποιείται στα κελιά μπορεί να είναι είτε υγρό διάλυμα είτε τζελ, που προτιμάται στα ηλεκτρικά οχήματα καθώς παρουσιάζουν αυξημένη διάρκεια ζωής και μεγαλύτερη αντοχή σε κραδασμούς (Johnson, 2014).

Μία ακόμα οικονομική επιλογή αποτελούν οι μπαταρίες Νικελίου-Καδμίου, οι οποίες όμως απομακρύνθηκαν από τη βιομηχανία λόγω της τοξικότητας του Καδμίου. Τη θέση τους πήραν οι μπαταρίες Νικελίου – Υδριδίου μετάλλου, οι οποίες εφευρέθηκαν το 1992 και τα τελευταία χρόνια βρήκαν εφαρμογή και στα ηλεκτρικά οχήματα διαθέτοντας ακόμα υψηλότερη ειδική ενέργεια και χωρητικότητα. Οι μπαταρίες αυτού του τύπου αποτελούνται από μια κάθοδο νικελίου και χρησιμοποιούν ως άνοδο ένα κράμα απορροφητικό σε υδρογόνο (μείγμα La/Ce/Nd/Pr και Mn/Ni/Al/Co ή μείγμα Ti/V και Ni/Zr) (Fetcenko, Koch & Zelinsky, 2015).

Σημαντική θέση έχουν αρχίσει τα τελευταία χρόνια να καταλαμβάνουν οι μπαταρίες Ιόντων Λιθίου οι οποίες διαθέτουν ηλεκτρόδιο ανόδου που κατασκευάζεται κυρίως από άνθρακα και ηλεκτρόδιο καθόδου που αποτελείται από οξείδιο μετάλλου, ενώ ως ηλεκτρολύτη χρησιμοποιούν άλας λιθίου διαλυμένο σε οργανικό διαλύτη. Πρόκειται για αρκετά συμφέρουσα εναλλακτική καθώς διαθέτουν μεγάλη ειδική ενέργεια, αργό ρυθμό αυτοεκφόρτισης ενώ μπορούν να κατασκευαστούν σε διάφορα μεγέθη και σχήματα δίνοντας τη δυνατότητα για εξοικονόμηση χώρου στην καμπίνα του οχήματος. Παράλληλα έχουν σημαντικά πιο ελαφρύ βάρος σε σχέση με άλλες ισοδύναμες. Μια παραλλαγή αποτελούν και οι μπαταρίες Λιθίου-Πολυμερούς χρησιμοποιώντας ως ηλεκτρολύτη ένα λεπτό, στερεό πολυμερές, προσφέροντας βελτιωμένη ασφάλεια και ευελιξία στο σχεδιασμό. Η τεχνολογία αυτή έχει λάβει μεγάλη απήχηση τα τελευταία χρόνια προσφέροντας μια πολλά υποσχόμενη επιλογή. Σημαντικό μειονεκτήματα των μπαταριών Ιόντων Λιθίου είναι ο κύκλος ζωής τους ο οποίος ξεκινάει από την ώρα κατασκευής τους, μειώνοντας έτσι τη χωρητικότητα της μπαταρίας ανεξάρτητα των κύκλων φόρτισης και αποφόρτισης, ενώ αυτή εξαρτάται και από τη θερμοκρασία με σημαντική μείωση, της τάξης του 35%, να συμβαίνει όσο η θερμοκρασία πλησιάζει τους 40 βαθμούς. Ένα ακόμα

εξαιρετικής σημασίας φαινόμενο που εμφανίζουν οι μπαταρίες ιόντων λιθίου είναι η πλήρης αποφόρτιση (deep discharge) η οποία συμβαίνει εάν αυτές μείνουν για 2 ή περισσότερα χρόνια αχρησιμοποίητες ή αν επαναφορτίζονται πολύ συχνά, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να διατηρήσουν το φορτίο τους και να κάνουν αρκετό καιρό να επαναφορτιστούν ή και να μην επαναφορτίζονται τελικώς.

Μία ακόμα επιλογή μπαταριών είναι οι Θειούχου Νατρίου, οι οποίες ενώ εμφανίζουν υψηλή απόδοση, ο μεγάλος κίνδυνος ανάφλεξης οδήγησε σε αναστολή της χρήσης τους. Τη θέση τους πήραν οι μπαταρίες Νικελίου-Χλωριούχου Νατρίου οι οποίες απαιτούν θερμοκρασίες υψηλότερες των 275 βαθμών για την αποδοτική λειτουργία τους και χρησιμοποιούνται σήμερα σε υβριδικά οχήματα.

Η μείωση του κόστους των μπαταριών -που αυτή τη στιγμή αποτελούν από τα πιο ακριβά εξαρτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων- δίχως υποβάθμιση της ποιότητας και της απόδοσής τους, είναι θέμα μείζονος σημασίας για την αυτοκινητοβιομηχανία και προβλέπεται να μειώσει συνολικά τα έξοδα αγοράς και συντήρησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες, έχουν επενδύσει στην έρευνα για την αύξηση της χωρητικότητας και του κύκλου ζωής των μπαταριών με πρωτοστάτη την Tesla Motor Inc. να κατοχυρώνει πλήθος πατεντών στην κατασκευή των ηλεκτροδίων, καταφέρνοντας να αυξήσει τη διάρκεια ζωής των μπαταριών σε έως και 4000 κύκλους φόρτισης με στόχο την τελική μείωση του κόστους συντήρησης ενός ηλεκτρικού οχήματος που θα ευνοήσει γενικότερα την ηλεκτροκίνηση και θα ωθήσει ακόμα περισσότερους καταναλωτές σε αγορά και εταιρείες σε επενδύσεις στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης (Harlow et al., 2019).

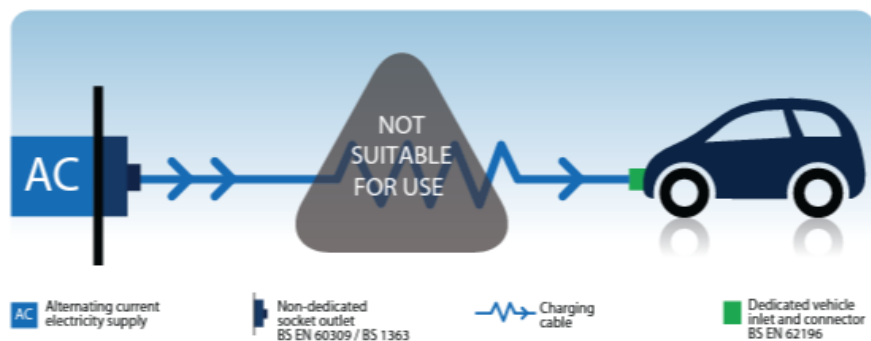
2.1.1.4 Φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων

Βασικό αντικείμενο και κομβικής σημασίας για την ανάπτυξη και αποδοτική χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων αποτελούν οι φορτιστές των μπαταριών. Η φόρτιση τους μπορεί να γίνει είτε αγώγιμα, με άμεση σύνδεση του αυτοκινήτου σε βύσμα σταθμού φόρτισης μέσω καλωδίου, είτε ασύρματα με δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου γύρω από το σταθμό φόρτισης, είτε με τη δυνατότητα απόσπασης της αποφορτισμένης μπαταρίας του αυτοκινήτου και μεταφορά της για επαναφόρτιση σε άλλο χώρο. Οι φορτιστές μπορεί να είναι είτε εναλλασσόμενου AC είτε συνεχούς ρεύματος DC, διαθέτοντας υποδοχές για διάφορα είδη βυσμάτων. Στις αρχές της μαζικής κατασκευής ηλεκτρικών οχημάτων, κάθε εταιρία πατένταρε και το δικό της βύσμα μέχρι την ύπαρξη προδιαγραφών που πλέον τα περιορίζουν.

Η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (International Electrotechnical Commission) καθιέρωσε πρότυπα τυποποίησης των χαρακτηριστικών και των προδιαγραφών ασφάλειας για τους φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων, καθιερώνοντας τέσσερις κατηγορίες φόρτισης (Mode) (BEAMA, 2012).

- Mode 1

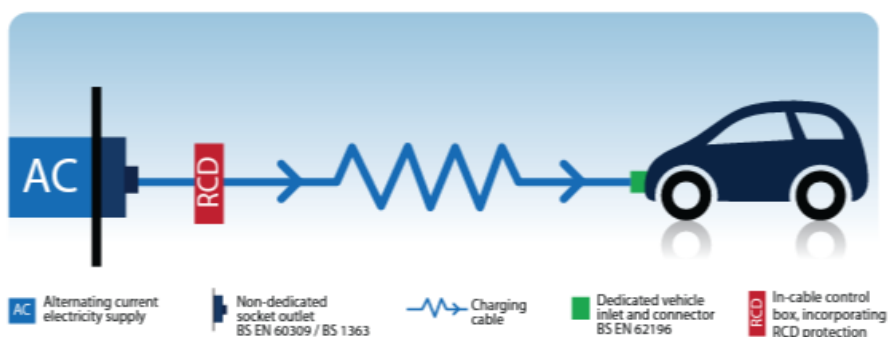
Στον πρώτο τύπο η φόρτιση επιτυγχάνεται σε κοινή πρίζα δικτύου χαμηλής τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος με μόνο απαραίτητο εξάρτημα το καλώδιο φόρτισης του οχήματος. Η κατηγορία υστερεί λόγω της απουσίας μηχανισμού ελέγχου της φόρτισης (RCD protection) σε περίπτωση υπερφόρτισης ή διαρροής ηλεκτρικού ρεύματος, με αποτέλεσμα η ασφάλεια να έγκειται μόνο στα μέτρα προστασίας του δικτύου, καθιστώντας τη την λιγότερο ενδεδειγμένη για της υψηλές απαιτήσεις ασφαλείας στην φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων.



Εικόνα 5. Τύπος φόρτισης Mode 1

- Mode 2

Στον δεύτερο τύπο φόρτισης ο μηχανισμός ελέγχου εμπεριέχεται στο καλώδιο φόρτισης μειώνοντας τον κίνδυνο υπερφόρτωσης ή βραχυκυκλώματος. Σε αυτόν τον τύπο το καλώδιο φόρτισης είναι αποσπώμενο τόσο από την πρίζα του δικτύου παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος όσο και από το όχημα, ενώ δεν υποστηρίζει ταχεία φόρτιση κάνοντας το ακατάλληλο για δημόσιους σταθμούς που παρέχονται για ολιγόλεπτη φόρτιση.

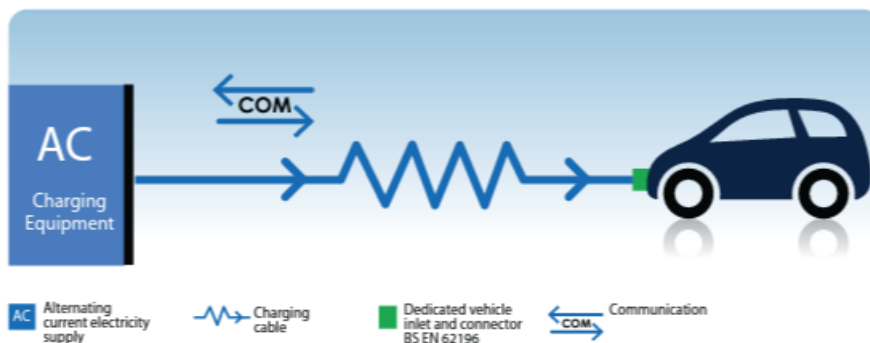


Εικόνα 6. Τύπος φόρτισης Mode 2

- Mode 3

Στον τρίτο τύπο φόρτισης χρησιμοποιείται εγκατεστημένη συσκευή φόρτισης που τροφοδοτείται από το ηλεκτρικό δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος, και διαθέτει σύστημα

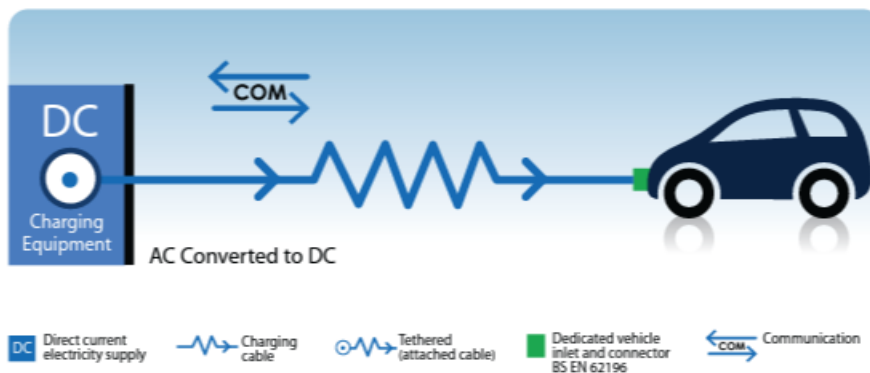
ελέγχου φόρτισης και ενσωματωμένα μέτρα ασφαλείας έναντι βραχυκυκλώματος. Οι δυνατότητες αυτού του τύπου για ταχεία φόρτιση καθώς και ταυτόχρονη φόρτιση παραπάνω του ενός οχημάτων το καθιστούν κατάλληλο τόσο για ιδιωτική όσο και για δημόσια φόρτιση.



Εικόνα 7. Τύπος φόρτισης Mode 3

- Mode 4

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί επίσης συσκευής φόρτισης συνδεδεμένης μόνιμα σε παροχή εναλλασσόμενου ή συνεχούς ρεύματος ενώ το ρεύμα τροφοδοσίας των συσσωρευτών του οχήματος είναι αποκλειστικά συνεχές. Η διαφορά σε αυτόν τον τύπο εντοπίζεται στο ότι ο μετατροπέας για τον έλεγχο του ρεύματος φόρτισης βρίσκεται εντός της συσκευής φόρτισης αντί του οχήματος, επιτυγχάνοντας ταχύτερη φόρτιση καθώς επιτρέπει την φόρτιση με συνεχές ρεύμα μεγαλύτερης ισχύος.



Εικόνα 8. Τύπος φόρτισης Mode 4















2.1.1.5 Καλώδια φόρτισης

Για να επιτευχθεί η φόρτιση ενός ηλεκτρικού οχήματος απαιτείται η σύνδεση του με το ηλεκτρικό δίκτυο, όπως ήδη αναφέρθηκε, μέσω καλωδίου. Το καλώδιο μπορεί να είναι μόνιμα προσδεμένο στο όχημα, αποτελώντας αναπόσπαστο τμήμα του (Case A), μπορεί να είναι αποσπώμενο και να παρέχεται σαν ανεξάρτητος εξοπλισμός (Case B) ή τέλος, μπορεί να είναι μόνιμα συνδεδεμένο στον σταθμό φόρτισης, αποτελώντας τμήμα αυτού του σταθμού, εξυπηρετώντας κάθε όχημα που μπορεί να προσεγγίσει για φόρτιση (Case C).

Κάθε καλώδιο μπορεί να διαθέτει διαφορετικό τύπο ακροσυνδέσμου που δημιουργεί την ανάγκη, προκειμένου να επιτευχθεί η σύνδεση, να υπάρχει συμβατότητα του εκάστοτε βύσματος με την υποδοχή φόρτισης του οχήματος. Για τη διευκόλυνση της σύνδεσης αυτής έχουν τυποποιηθεί και εγκριθεί συγκεκριμένοι τύποι βυσμάτων για συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα. Στις ΗΠΑ και την Ιαπωνία, χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ο τύπος 1 (J1772) που διαθέτει πέντε ακροδέκτες (μία φάση, ένα ουδέτερο, control pilot, proximity pilot και αγωγό προστασίας), καθώς επίσης και μηχανικό σύστημα εξασφάλισης της διατήρησης σε σύνδεση του καλωδίου στην υποδοχή. Αυτός ο τύπος βύσματος προσφέρει αποκλειστικά μονοφασική φόρτιση έντασης έως 32A, μη αξιοποιώντας πάντα στο μέγιστο τις δυνατότητες του δικτύου που στις ΗΠΑ μπορεί να φτάσει μέχρι και 80A.

Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται ευρέως ο γερμανικής κατασκευής τύπος 2 (Mennekes), που διαθέτει επτά ακροδέκτες (δύο επιπλέον φάσεις σε σχέση με τον τύπο 1). Και αυτός ο τύπος έχει μηχανικό σύστημα μανδάλωσης ώστε να μην αποσυνδέεται το καλώδιο από την υποδοχή, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε τριφασικό ρεύμα έντασης μέχρι και 70A (ή 63A για μονοφασική φόρτιση). Στην Ευρώπη πολύ διαδεδομένο είναι και το σύστημα CHAdeMO, που λειτουργεί με συνεχές ρεύμα προσφέροντας τη δυνατότητα για ταχεία φόρτιση φτάνοντας έως και 500V τάση. Ο τύπος CHAdeMO αποτελείται από δέκα ακροδέκτες (ένα θετικό και έναν αρνητικό DC αγωγούς, έναν αγωγό προστασίας, δύο

αγωγούς επικοινωνίας, έναν αγωγό αντίστοιχο του αγωγού εγγύτητας (CS), τρεις αγωγούς ελέγχου και έναν μηχανισμό για την μανδάλωση του βύσματος στην υποδοχή φόρτισης του ηλεκτρικού οχήματος). Ένας ακόμα τύπος που χρησιμοποιείται για παροχή συνεχούς ρεύματος είναι το σύστημα CCS με δύο διαφορετικά είδη ακροσυνδέσμων (Combo 1 και Combo 2) που αποτελούν ουσιαστικά συνδυασμό των βυσμάτων τύπου 1 και 2 για την AC φόρτιση με δύο επιπλέον αγωγούς, έναν θετικό και έναν αρνητικό που δίνουν την δυνατότητα και για DC ταχεία φόρτιση, φτάνοντας τάση έως και 1000 V. Από αυτούς στην Ευρώπη χρησιμοποιείται κυρίως ο Combo 2, η χρήση του οποίου μάλιστα έχει θεσπιστεί ως υποχρεωτική σε όλους τους δημόσιους σταθμούς φόρτισης (Bunsen et al., 2018).

	Πηγή	Καλώδιο		Όχημα
Επίπεδο φόρτισης				
Level 1 ≤ 2,3 kW	Schuko 	Schuko 	Τύπου 2 θηλυκό 	Τύπου 2 αρσενικό 
Level 2 (ενσωματωμένο καλώδιο)		Τύπου 2 θηλυκό 		Τύπου 2 αρσενικό 
Level 2	Τύπου 2 θηλυκό 	Τύπου 2 αρσενικό 	Τύπου 2 θηλυκό 	Τύπου 2 αρσενικό 
Level 3 (ενσωματωμένο καλώδιο)	Ενσωματωμένο καλώδιο CCS 2 θηλυκό 			CCS 2 αρσενικό 
	Ενσωματωμένο καλώδιο CHAdeMO 			CHAdeMO 

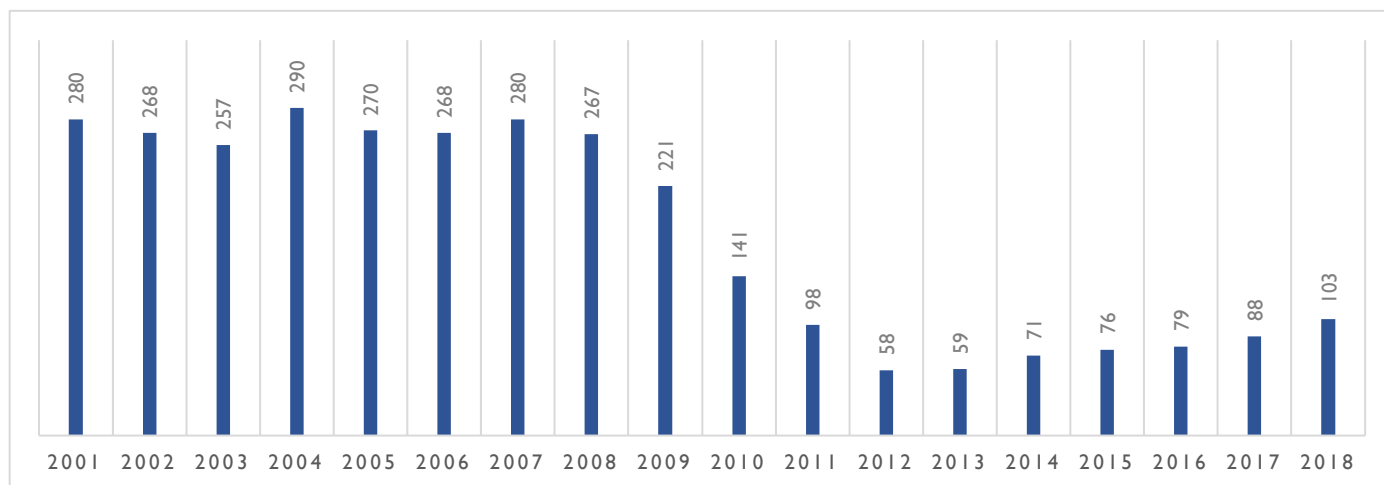
Εικόνα 9. Τύποι Βυσμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

2.2 ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ

Για να διερευνηθεί η εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης και οι τάσεις των καταναλωτών γύρω από τα οχήματα χαμηλών εκπομπών ρύπων, απαιτείται αρχικά να παρουσιαστούν τα βασικά χαρακτηριστικά της ελληνικής αγοράς αυτοκινήτων. Αυτό θα ορίσει το γενικότερο πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται τα ηλεκτρικά οχήματα και οι ηλεκτρικοί φορτιστές. Σε αυτά τα κεφάλαια θα μελετηθεί η εξέλιξη της αγοράς αυτοκινήτων, η δομή του μείγματος του υφιστάμενου στόλου αυτοκινήτων με βάση τα χαρακτηριστικά των οχημάτων στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως η μέση ηλικία τους, οι διάφορες επιμέρους κατηγορίες και το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν για την κίνησή τους. Θα παρουσιαστούν επίσης ορισμένες καλές πρακτικές προώθησης της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων που ανά διαστήματα έχουν λάβει χώρα σε εγχώριο και διεθνές επίπεδο και θα γίνει χαρτογράφηση των μέχρι στιγμής ενεργών σταθμών φόρτισης.

2.2.1 Εξέλιξη πωλήσεων

Η αγορά αυτοκινήτων στην Ελλάδα βρέθηκε αντιμέτωπη με σημαντικές προκλήσεις κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας οι οποίες προέκυψαν από την παγκόσμια κρίση στο χρηματοπιστωτικό σύστημα που οδήγησε έως την ελληνική χρεοκοπία, που εκδηλώθηκε έντονα από το 2009 και μετά. Αυτή η συγκυρία σε εγχώριο και διεθνές επίπεδο προκάλεσε σοβαρές πληγές στη γενικότερη αγορά και κατά συνέπεια και σε σημαντική μείωση των πωλήσεων επιβατικών αυτοκινήτων στην χώρα, σε σύγκριση με την περίοδο πριν το 2008. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με δεδομένα του ΣΕΑΑ (Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων & Δικύκλων) μεταξύ 2001 και 2009, οι ετήσιες πωλήσεις επιβατικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα κατέγραψαν μέσο όρο περίπου 267 χιλιάδες αυτοκίνητα, ως αναμενόμενο αποτέλεσμα της αύξησης κατά 35% μέσα σε αυτή τη δεκαετία του κατά κεφαλήν ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν σε Μονάδες Αγοραστικής Δύναμης), και της ευκολότερης και πιο ευρείας διαθεσιμότητας δανείων με χαμηλά επιτόκια στους καταναλωτές.



Διάγραμμα 1. Πωλήσεις επιβατικών αυτοκινήτων 2001-2018 στην Ελλάδα (σε χιλ. αυτοκίνητα).

Πηγή: <https://seaa.gr/>

Σε αντιδιαστολή, κατά την περίοδο της χρηματοοικονομικής κρίσης που ακολούθησε, οι πωλήσεις αυτοκινήτων περιορίστηκαν σημαντικά, με ετήσιο μέσο όρο για

την επόμενη δεκαετία τα περίπου 87 χιλιάδες αυτοκίνητα (Διάγραμμα 1). Ο συνδυασμός της μείωσης των εισοδημάτων και των μισθών με την ταυτόχρονη αύξηση των φόρων οδήγησαν σε αυτή την πτώση των πωλήσεων, κατατάσσοντας την Ελλάδα ως την 4η χώρα με τις χαμηλότερες πωλήσεις επιβατικών αυτοκινήτων το 2018 καθώς είχε μόλις 10 πωλήσεις ανά 1.000 κατοίκους, ακολουθώντας κατά φθίνουσα σειρά την Λετονία, τη Ρουμανία και τέλος τη Βουλγαρία με μόλις 6. Η αύξηση του ΦΠΑ στην Ελλάδα κατά 5 μονάδες (από 19% το 2010 σε 24%) είχε σημαντικό αντίκτυπο στο κόστος των επιβατικών αυτοκινήτων που ούτως η άλλως έχουν υψηλή τιμή αγοράς. Επιπλέον των οικονομικών δυσκολιών η πολιτική και κοινωνική αβεβαιότητα στα χρόνια της κρίσης που ακολούθησαν από το 2010 και μετά, επηρέασε σε αισθητό βαθμό τις αγορές αγαθών όπως τα αυτοκίνητα και οι κατοικίες, λόγω των συχνών αλλαγών στον φορολογικό και ρυθμιστικό τομέα, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στη φορολογία των πολυτελών αυτοκινήτων και των αυτοκινήτων μίσθωσης leasing.

Σύμφωνα με τα πρωτογενή στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ και την επεξεργασία του ΣΕΑΑ, το 2014 άρχισε ξανά να παρατηρείται σταδιακή αύξηση των πωλήσεων οχημάτων χωρίς ακόμα η αγορά αυτοκινήτου να έχει κατάφερα να πλησιάσει τον μέσο όρο πωλήσεων της δεκαετίας 2000-2009. Τα δεδομένα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι μέσα σε αυτή τη δεκαετία οι καταναλωτές στην Ελλάδα απέκτησαν το μεγαλύτερο ποσοστό από το σύνολο των επιβατηγών οχημάτων που κυκλοφορούν μέχρι και σήμερα, ενώ λίγα από αυτά αποσύρθηκαν ή αφαιρέθηκαν από την κυκλοφορία. Αυτή η διαφορά στα ποσοστά αναδεικνύει την μεγάλη ποσότητα των παλαιών επιβατηγών οχημάτων που έχουν συσσωρευτεί και συνεχίζουν να κινούνται στους δρόμους της Ελλάδας, εκπέμποντας υψηλά επίπεδα CO₂. Αυτό απαιτεί την αντικατάσταση αυτών των οχημάτων τα προσεχή χρόνια, καθώς τα παλιά αυτοκίνητα εμφανίζουν αυξημένες βλάβες και υψηλές καταναλώσεις καυσίμου, επιβαρύνοντας επιπλέον το περιβάλλον και τα νοικοκυριά.

Ακόμα πιο έντονη μείωση παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στις πωλήσεις επιβατηγών αυτοκινήτων μεγαλύτερων κατηγοριών και στροφή των καταναλωτών προς μικρότερα αυτοκίνητα, καθώς αποτελούν πιο βιώσιμες λύσεις, τόσο από άποψη αγοράς

όσο και συντήρησης λόγω επίσης της χαμηλότερης φορολογίας και των τελών κυκλοφορίας και ταξινόμησης. Όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε ολόκληρη την Ευρώπη, παρατηρείται αυτή η τάση, όπου τα μικρά και μεσαία αυτοκίνητα κατηγοριών A, B και C αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό των πωλήσεων ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται επίσης αύξηση στη ζήτηση SUV. Η ζήτηση για μεγαλύτερα αυτοκίνητα έχει μειωθεί ενώ για πολυτελή και μεγάλα αυτοκίνητα κατηγοριών E και F οι πωλήσεις παραμένουν σταθερά σε χαμηλά επίπεδα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης ότι πριν το 2009 στην αγορά αυτοκινήτων κυριαρχούσαν οι λιανικές πωλήσεις και η αγορά αυτοκινήτων για προσωπική χρήση. Μετά την κρίση η αγορά αυτοκινήτων άλλαξε αισθητά με την απότομη μείωση των λιανικών πωλήσεων και τα εταιρικά αυτοκίνητα να διεκδικούν σημαντικό ποσοστό των συνολικών πωλήσεων.

2.2.2 Μείγμα αυτοκινήτων

Ο στόλος των μηχανοκίνητων οχημάτων, αποτελούμενος από αυτοκίνητα, φορτηγά, μοτοσυκλέτες και πλήθος ακόμα μέσων μεταφοράς, περιλαμβάνει και αντανακλά το φάσμα των ανθρώπινων αναγκών, από τη χρηστικότητα έως την πολυτέλεια, και διαμορφώνεται καθώς η τεχνολογική καινοτομία προοδεύει, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες εντείνονται και οι προτιμήσεις των καταναλωτών μεταβάλλονται. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν, τα δεδομένα της ACEA (European Automobile Manufacturers Association) σχετικά με τη διαμόρφωση του μείγματος αυτοκινήτων τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εγχώριο επίπεδο.

	2021	2020	2019	2018	2017 (≤5 years)	2016	2015	2014	2013	2012 (5-10 years)	>10 years	Total	Average age (in years)
Austria	222,231	235,790	316,256	331,834	350,498	328,360	301,776	284,931	286,529	292,670	2,182,961	5,133,836	8.7
Belgium	371,754	410,607	507,790	494,432	449,744	402,609	341,255	310,960	292,251	273,132	1,997,148	5,851,682	9.5
Croatia	36,172	35,292	52,757	59,036	63,348	70,214	69,921	69,739	63,827	65,945	1,208,101	1,794,352	13.0
Cyprus	10,463	10,325	14,242	18,283	25,013	-	-	-	-	(120,911)	392,919	592,156	-
Czech Republic	-	-	-	-	(1,094,292)	-	-	-	-	(1,024,013)	4,174,820	6,293,125	15.6
Denmark	171,483	180,737	186,718	193,072	203,711	198,190	188,683	169,977	163,312	149,543	976,434	2,781,860	8.5
Estonia	21,018	17,250	25,112	26,806	27,859	26,402	25,630	25,888	25,075	26,687	578,209	825,936	16.8
Finland	95,173	97,209	117,597	128,741	135,894	137,161	126,081	118,189	114,195	119,695	1,565,414	2,755,349	12.6
France	1,623,759	1,687,573	2,287,993	2,222,020	2,166,623	1,898,854	1,829,655	1,689,299	1,692,950	1,754,096	19,885,767	38,738,590	10.5
Germany	2,476,735	2,724,713	3,450,993	3,113,056	3,016,404	2,890,347	2,686,096	2,468,360	2,327,781	2,352,542	21,033,851	48,540,878	10.1
Greece	100,329	80,063	112,102	100,719	85,524	76,688	73,683	133,032	56,426	56,133	4,533,450	5,408,149	17.0
Hungary	90,004	98,721	130,327	121,094	113,820	104,461	101,361	96,848	94,246	103,736	2,962,956	4,017,574	14.5
Ireland	102,961	89,978	124,603	148,195	174,530	199,463	178,869	151,894	126,189	128,666	841,131	2,266,479	8.8
Italy	1,600,098	1,484,385	2,030,802	1,975,889	1,998,215	1,838,536	1,565,739	1,322,246	1,234,916	1,282,856	23,489,041	39,822,723	12.2
Latvia	13,673	12,168	16,487	16,431	18,377	17,485	17,769	18,647	18,720	22,659	585,405	757,821	15.0
Lithuania	23,346	19,059	26,214	26,540	30,697	31,201	33,690	32,272	34,961	40,137	1,028,129	1,326,246	14.6
Luxembourg	43,608	44,473	50,526	42,866	36,029	30,489	24,497	23,134	18,681	17,567	111,431	443,301	7.6
Netherlands	338,677	408,906	524,950	532,083	498,577	455,088	481,752	439,264	457,365	518,121	4,487,494	9,142,277	11.4
Poland	436,514	404,869	538,098	540,725	537,633	516,138	504,183	490,891	499,363	563,260	20,838,130	25,869,804	14.5
Portugal	138,825	145,976	226,199	240,758	252,736	250,171	241,654	200,476	161,081	142,169	3,409,955	5,410,000	13.5
Romania	121,208	126,351	161,562	130,919	105,083	94,919	81,162	70,172	57,710	66,436	6,595,517	7,611,039	15.1
Slovakia	70,558	71,247	97,635	99,252	105,361	104,800	97,682	91,837	85,952	94,035	1,727,293	2,645,652	14.3
Slovenia	37,513	36,067	52,038	60,164	68,008	69,703	66,286	57,667	54,664	57,325	643,112	1,202,547	11.0
Spain	834,211	793,648	1,131,211	1,202,293	1,135,939	1,067,084	966,664	797,724	660,877	625,913	16,129,212	25,344,776	13.5
Sweden	219,652	261,102	306,201	284,802	310,025	326,997	297,458	265,988	232,619	227,715	2,254,191	4,986,750	10.4
EUROPEAN UNION													12.0
Iceland	13,989	10,359	12,553	19,552	23,803	20,540	14,813	10,283	7,815	8,265	85,779	227,751	9.1
Norway	175,989	145,840	142,788	144,189	156,245	157,995	162,142	153,044	154,489	152,018	1,257,507	2,802,246	10.7
Switzerland	176,214	235,174	319,103	299,902	308,537	311,763	315,484	290,119	286,608	296,766	1,939,634	4,779,304	9.3
United Kingdom	1,719,487	1,618,158	2,256,056	2,246,088	2,403,042	2,539,634	2,468,520	2,298,147	2,072,520	1,832,085	15,274,912	36,728,649	10.0

Εικόνα 10. Ηλικία στόλου ΙΧ οχημάτων σε χώρες της Ευρώπης ανά έτος.

Πηγή: <https://www.acea.auto/>

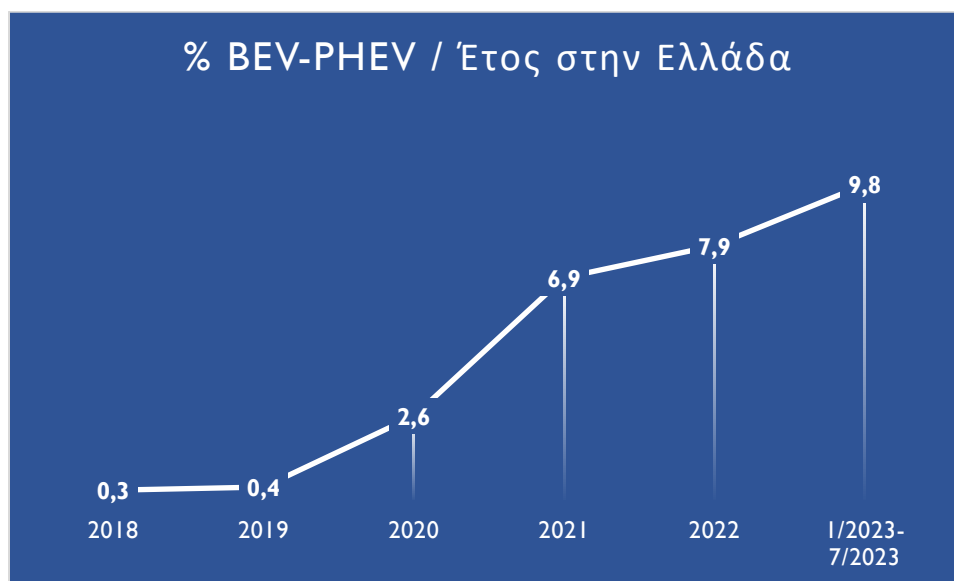
Σύμφωνα με δεδομένα για το 2023 (Εικόνα 10) συνολικά στην Ευρώπη κινείται ένα στόλος οχημάτων μέσης ηλικίας 12 ετών με την Ελλάδα να κατέχει τον γηραιότερο στόλο με μέση ηλικία οχημάτων τα 17 έτη που αναπόφευκτα συνεπάγεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των οχημάτων που κινούνται στις ελληνικές αρτηρίες είναι παρωχημένης αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, με περισσότερο από το 90% του στόλου να αφορά κινητήρες βενζίνης, ενώ στον αντίποδα τα οχήματα χαμηλών ρύπων (υβριδικά, ηλεκτρικά, υγραερίου κλπ) δεν ξεπερνούν το 1%. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να οφείλεται, όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, στα χρόνια οικονομικής ευημερίας πριν από το ξέσπασμα της κρίσης στην Ελλάδα. Αυτά συνέβαλλαν στη σημαντική αύξηση του αριθμού των οχημάτων στη χώρα, φτάνοντας περίπου τα 5,2 εκατομμύρια το 2010. Κατά τη διάρκεια των χρόνων της οικονομικής κρίσης, το αποτέλεσμα ήταν η αναμενόμενη πτώση της αγοράς, επηρεάζοντας ειδικότερα τα νεότερα οχήματα με σύγχρονη τεχνολογία. Τα νεότερα δεδομένα του 2022 δηλώνουν ότι οι νέες ταξινομήσεις επιβατικών ανήλθαν σε 105.283 καινούργια οχήματα, επιπλέον των φορτηγών και των λεωφορείων, όπου ταξινομήθηκαν άλλα 10.340 και 261 αντίστοιχα.

Καθώς τα οικονομικά δεδομένα βελτιώνονται μετά την κρίση, είναι πιθανό νοικοκυριά να αντικαταστήσουν τα παλιά οχήματα με νέα, δημιουργώντας ευκαιρία για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Έτσι δίνεται ο χώρος για να ληφθούν μέτρα και αποφάσεις τόσο στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας όσο και από την πλευρά της πολιτείας, με σκοπό να καταστήσουν τα ηλεκτροκίνητα οχήματα πιο προσιτά για τους Έλληνες καταναλωτές. Με αυτόν τον τρόπο η Ελλάδα μπορεί να ανατρέψει την δύσκολη κατάσταση που αντιμετωπίζει με τον παλαιό στόλο αυτοκινήτων και να αυξήσει σε σύντομο χρονικό διάστημα το ποσοστό που αφορά τα ηλεκτροκίνητα οχήματα, μειώνοντας δραστικά τις εκπομπές CO₂. Αυτά τα μέτρα, ορισμένα από τα οποία έχουν ολοκληρώσει ήδη τους προωθητικούς τους κύκλους όπως θα παρουσιαστεί και παρακάτω, έχουν σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα. Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και τον ΣΕΕΑ, στηριζόμενοι σε δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ, το 2022 ο συνολικός αριθμός των νέων αμιγώς ηλεκτρικών οχημάτων στη χώρα ανήλθε σε πάνω από 8 χιλ., παρουσιάζοντας αύξηση 1% επι των

συνολικών πωλήσεων, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1 σε σχέση με το 2021. Παράλληλα, ο αριθμός των σταθμών φόρτισης στην Ελλάδα αυξήθηκε σημαντικά τα τελευταία χρόνια, ενισχύοντας την υποδομή του δικτύου φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα στη χώρα.

Πίνακας 1. Νέες ταξινομήσεις οχημάτων ανά κατηγορία ανά έτος

Νέες ταξινομήσεις ανά έτος	Καινούρια επιβατικά	Υβριδικά (HEV)	Επαναφορτιζόμενα (BEV-PHEV)	Φυσικό αέριο	Υγραέριο
2018	103.431	3,80%	0,3%	1%	0%
2019	114.109	5,80%	0,4%	1,4%	0,6%
2020	80,977	14,5%	2,6%	1,7%	0,5%
2021	100,911	23,2%	6,9%	1,3%	2%
2022	105,283	27,6%	7,9%	0,6%	2,9%
1/2023-7/2023	82,752	29,3%	9,8%	0,4%	2,4%



Διάγραμμα 2. Ποσοστό BEV-PHEV ανά έτος στην Ελλάδα

Τα ελληνικά δεδομένα φαίνεται να είναι αρκετά αισιόδοξα για τον κλάδο της ηλεκτροκίνησης και των εναλλακτικών καυσίμων, με τα ποσοστά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων συνεχώς να αυξάνονται στις νέες ταξινομήσεις (Διάγραμμα 2), ωστόσο τα χιλιόμετρα που πρέπει να καλυφθούν για να πλησιάσει η Ελλάδα τα ευρωπαϊκά δεδομένα

είναι ακόμα πολλά. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 11, σε ευρωπαϊκό επίπεδο η ηλεκτροκίνηση είναι σαφέστατα πιο ανεπτυγμένη, με τον συνολικό αριθμό των ηλεκτρικών, των υβριδικών και των plug-in υβριδικών οχημάτων να προσεγγίζουν το 4%. Η Δανία, η Ολλανδία, η Σουηδία και η Ισλανδία εμφανίζουν ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 2% αποτελούμενο από ηλεκτροκίνητα οχήματα, με εντυπωσιακότερο παράδειγμα τη Νορβηγία που έχει καταφέρει να αντικαταστήσει το 16,2% το οχημάτων με ηλεκτρικά.

	Petrol	Diesel	Battery electric	Plug-in hybrid	Hybrid electric	Natural gas	LPG	Other	Unknown
Austria	42.8%	52.9%	1.5%	0.0%	2.7%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
Belgium	51.7%	42.8%	0.9%	2.0%	1.7%	0.3%	0.3%	0.0%	0.3%
Croatia	40.0%	55.5%	0.2%	0.1%	0.8%	0.0%	3.4%	0.0%	0.0%
Cyprus	75.5%	21.9%	0.1%	0.0%	2.4%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
Czech Republic	65.4%	32.3%	0.1%	0.1%	0.8%	0.3%	0.2%	0.1%	0.6%
Denmark	64.9%	28.6%	2.4%	2.8%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Estonia	56.0%	40.9%	0.3%	0.0%	2.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
Finland	68.4%	27.3%	0.8%	2.8%	0.0%	0.5%	0.0%	0.2%	0.0%
France	40.1%	55.2%	1.0%	0.8%	2.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%
Germany	63.9%	30.5%	1.3%	1.2%	2.3%	0.2%	0.7%	0.0%	0.0%
Greece	90.1%	8.6%	0.0%	0.0%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.5%
Hungary	64.2%	31.7%	0.5%	0.5%	2.4%	0.1%	0.7%	0.0%	0.0%
Ireland	36.8%	57.2%	0.9%	0.8%	4.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%
Italy	44.7%	42.9%	0.3%	0.0%	2.6%	2.5%	7.0%	0.0%	0.0%
Latvia	32.9%	65.0%	0.3%	0.0%	0.7%	0.0%	0.1%	0.1%	0.8%
Lithuania	25.2%	67.8%	0.3%	0.1%	3.0%	0.0%	0.2%	0.4%	3.0%
Luxembourg	43.4%	49.0%	1.9%	1.9%	3.7%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
Netherlands	79.5%	11.1%	2.8%	1.5%	3.9%	0.1%	1.1%	0.0%	0.0%
Poland	44.7%	39.9%	0.1%	0.1%	1.7%	0.0%	13.4%	0.0%	0.1%
Portugal	36.8%	59.1%	0.8%	0.9%	1.5%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%
Romania	48.7%	49.5%	0.2%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
Slovakia	50.5%	44.0%	0.1%	0.1%	1.3%	0.1%	1.9%	0.0%	1.9%
Slovenia	46.5%	51.1%	0.4%	0.1%	1.2%	0.0%	0.5%	0.0%	0.1%
Spain	39.5%	56.9%	0.3%	0.3%	2.7%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Sweden	51.8%	34.6%	2.2%	3.8%	3.1%	0.8%	0.0%	3.7%	0.0%
EUROPEAN UNION	51.1%	41.9%	0.8%	0.7%	2.3%	0.6%	2.5%	0.1%	0.1%
Iceland	50.0%	34.1%	4.6%	6.6%	4.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%
Norway	31.2%	41.4%	16.2%	6.3%	4.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Switzerland	64.7%	29.1%	1.5%	0.0%	4.4%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%
United Kingdom	58.5%	36.1%	1.3%	0.9%	3.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%

Εικόνα 11. Μίγμα ΙΧ οχημάτων ανά τύπο καυσίμου, Ευρώπη 2021

Πηγή: <https://www.acea.auto/>

2.2.3 Καλές Πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης – Επιδοτήσεις

Στον δρόμο προς την αναμόρφωση της κινητικότητας προς μία πιο βιώσιμη πραγματικότητα, η προσπάθεια εστιάζεται στη μείωση των επιβλαβών εκπομπών που διαρρέουν την ατμόσφαιρα, στην περιορισμένη αναπαραγωγή θορύβου και ηχορύπανσης στους δρόμους, ιδιαίτερα των πόλεων, καθώς και στην επίτευξη της αναβάθμισης της καθημερινότητας των ανθρώπων, αναδεικνύοντας ως πρωταρχικούς στόχους τις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Πρωτοβουλίες πλαισιωμένες από ευρωπαϊκά πρωτόκολλα έχουν αρχίσει να προκύπτουν σε επίπεδο εγχώριο αλλά και διακρατικό, συνδυάζοντας μέσα όπως η παροχή οικονομικών κινήτρων και δράσεις ενημέρωσης και ανάπτυξης της κουλτούρας των εναλλακτικών καυσίμων που αναμένεται να αλλάξουν ριζικά τον τρόπο σκέψης της κοινωνίας και τις ενεργειακές επιλογές των κατοίκων.

Οι ετήσιες αναφορές της ACEA για τα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης προσφέρουν αναλυτική εικόνα της στάσης τους απέναντι στο ζήτημα. Αποκαλυπτικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι από τα 27 αυτά κράτη, τα 20 έχουν προβεί σε προσεκτικά μελετημένα οικονομικά κίνητρα, με σκοπό την ενθάρρυνση της ευρύτερης διάδοσης των ηλεκτρικών οχημάτων. Σε αντίθεση, τα υπόλοιπα 7 κράτη (Βέλγιο, Βουλγαρία, Δανία, Φινλανδία, Λετονία, Σλοβακία, Σουηδία) αποκλίνουν σε μία προσέγγιση περισσότερο συγκρατημένη. Αν και δεν χορηγούν εκτεταμένες οικονομικές επιδοτήσεις, αφήνουν παράθυρο ανακούφισης μέσω φοροαπαλλαγών και ελαφρύνσεων, ενισχύοντας και πάλι έστω και πιο συγκρατημένα, την εξάπλωση των ηλεκτρικών οχημάτων στους δρόμους τους.

Ωστόσο σε επίπεδο ευρωπαϊκής πραγματικότητας, είναι σαφές ότι οι ενθαρρυντικές κινήσεις προς την ηλεκτροκίνηση έχουν δώσει εντυπωσιακά αποτελέσματα. Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες οι οικονομικές επιδοτήσεις έχουν αποτελέσει κίνητρο για πολλούς καταναλωτές να στραφούν από τα συμβατικά καύσιμα σε εναλλακτικές λύσεις με χαμηλότερες εκπομπές. Σε ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα μεγάλα ποσά των επιδοτήσεων ενίσχυσαν σημαντικά την αγορά των

ηλεκτρικών οχημάτων, με κάποιες από αυτές να ανακοινώνουν και μελλοντικό περιορισμό των οικονομικών κινήτρων, κρίνοντας τα μη απαραίτητα για την περαιτέρω ενίσχυση της ηλεκτροκίνησης που δείχνει να κινείται με μεγάλη ταχύτητα.

Αυτή η προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων έχει προκαλέσει ένα κύμα καινοτομίας στον τομέα των αυτοκινήτων. Οι κατασκευαστές αναγκάζονται να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες μπαταριών, φορτιστές και ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας. Ταυτόχρονα αυξάνεται η ζήτηση για υποδομές φόρτισης σε δημόσιους χώρους και σε οικιακό επίπεδο, ενθαρρύνοντας εταιρείες να αναπτύξουν προηγμένα συστήματα φόρτισης και τα κράτη να προωθήσουν και να υποβοηθήσουν με οικονομικές ενισχύσεις και αυτή την αγορά.

Σε αυτό το πλαίσιο ανάπτυξης και αειφορίας ξεκίνησαν και στην Ελλάδα κύκλοι επιδοτήσεων και καλές πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης προκειμένου να ανανεωθεί γενικότερα ο γερασμένος στόλος των ελληνικών οχημάτων και να γίνει πιο προσιτή η αγορά ηλεκτρικού οχήματος. Επιδοτήσεις αγοράς αμιγώς ηλεκτρικών και plug-in ηλεκτρικών οχημάτων, αύξηση εκπιπτόμενων εξόδων και εξαίρεση φορολογίας των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν επαναφορτιζόμενα εταιρικά οχήματα, είναι μερικά από τα οικονομικά κίνητρα που άρχισαν να δίνονται ήδη από το 2019 ταυτόχρονα με κυκλοφοριακά προνόμια, όπως δωρεάν στάθμευση σε δημόσιους χώρους και εμπορικά καταστήματα, ελεύθερη πρόσβαση στις λεωφορειολωρίδες για τους οδηγούς ηλεκτρικών επαναφορτιζόμενων οχημάτων και προνομιακοί χώροι αναμονής για τους ιδιοκτήτες επαναφορτιζόμενων ταξί.

Τα προγράμματα επιχορηγήσεων που έχουν δημιουργηθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, όπως τα 'Κινούμαι ηλεκτρικά', 'Κινούμαι ηλεκτρικά 2' και 'e-Astupalaia', αποτελούν κρίσιμη προσπάθεια για τη διευκόλυνση της εισόδου των ηλεκτρικών οχημάτων στην ελληνική αγορά. Ειδικότερα, το πρόγραμμα 'e-Astupalaia' αξιοποιείται για τη δωρεά ηλεκτρικών οχημάτων στο δήμο της Αστυπάλαιας, δημιουργώντας ένα πρωτοποριακό παράδειγμα προώθησης της ηλεκτροκίνησης σε τοπικό

επίπεδο. Οι προσπάθειες αυτές έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον περιορισμό της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Μέσω των προγραμμάτων επιχορηγήσεων η εισαγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων ως εναλλακτική λύση γίνεται πιο προσιτή και ελκυστική για τους καταναλωτές.

Το πρόγραμμα "Κινούμαι Ηλεκτρικά", το οποίο διαχειρίζεται η Επιτελική Δομή ΕΣΠΑ, αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη προσέγγιση προς την κινητικότητα. Μέσω αυτού παρέχεται έως 20% επιδότηση για την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων και δίκυκλων, συνοδευόμενη από επιβράβευση απόσυρσης και επιπλέον επιδότηση για την αγορά φορτιστή. Οι εν λόγω επιδοτήσεις ανέρχονται στο 40% για την αγορά ηλεκτρικών ποδηλάτων, ενθαρρύνοντας έτσι την μικροκινητικότητα και ενισχύοντας την αντίληψη για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα. Η συνολική δημόσια δαπάνη της δράσης υπολογίστηκε στο ύψος των 45,8εκατ. € και η υποβολή αιτήσεων στο πλαίσιο της σχετικής δράσης ολοκληρώθηκε την 31η Δεκεμβρίου 2021. Συνεχίζοντας αυτήν την πορεία το δεύτερο πρόγραμμα 'Κινούμαι ηλεκτρικά 2' διαχειρίζεται πλέον από το νεοσύστατο Αυτοτελές Τμήμα Ηλεκτροκίνησης του Υπουργείου. Με συνολικό προϋπολογισμό 50εκατ. €, το πρόγραμμα επεκτείνει την επιτυχημένη πορεία του προκατόχου του, με στόχο να ενθαρρύνει ακόμα περισσότερους καταναλωτές να επιλέξουν την ηλεκτροκίνηση. Η αποδοχή και η επιτυχία των προγραμμάτων αυτών αποδεικνύουν την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση του κοινού όσον αφορά τα περιβαλλοντικά ζητήματα και την ανάγκη για βιώσιμες μετακινήσεις.

Το οικονομικό κίνητρο που παρέχουν αυτά τα προγράμματα επιχορηγήσεων δεν αφορά μόνο τους φυσικούς καταναλωτές, αλλά επεκτείνεται και στις επιχειρήσεις και στους φορείς. Η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων από επιχειρήσεις και υπηρεσίες έχει δυνητικά μεγάλα οφέλη σε ότι αφορά το κόστος λειτουργίας και τη φορολογική μείωση. Επιπλέον, η συμβολή τους στον περιορισμό των ρύπων αποτελεί έναν προφανή τρόπο εκπλήρωσης των περιβαλλοντικών τους υποχρεώσεων. Εκτός από την οικονομική ενίσχυση, τα προγράμματα αυτά ενδυναμώνουν την ευαισθησία των ανθρώπων για το περιβάλλον. Μέσω της προώθησης της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων, η κοινή γνώμη

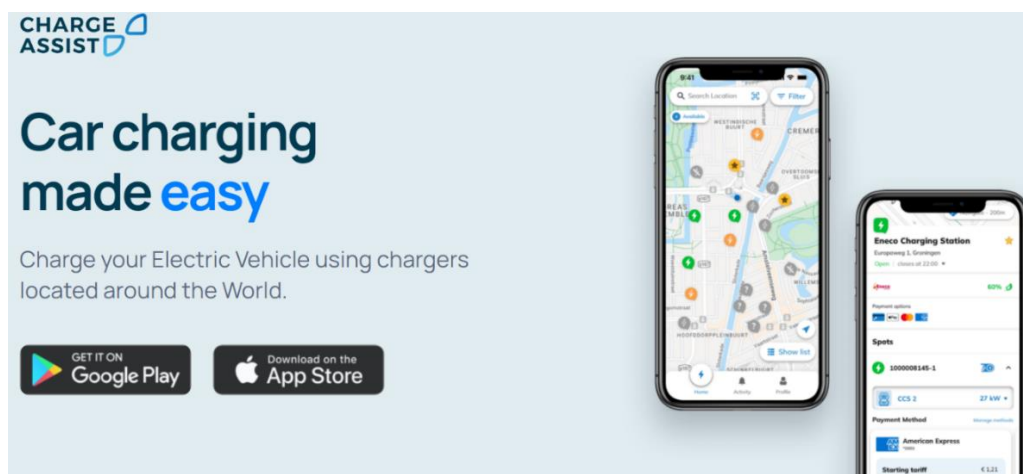
ενημερώνεται και εκπαιδεύεται σχετικά με τα οφέλη της βιώσιμης μετακίνησης. Αυτό δημιουργεί έναν πολύτιμο πολιτισμικό και κοινωνικό αντίκτυπο, ενθαρρύνοντας την αλλαγή στη συμπεριφορά και τις επιλογές των ανθρώπων προς μια πιο βιώσιμη και υπεύθυνη κατεύθυνση.

Οι πρωτοβουλίες αυτές, όπως αναλύθηκε, εντάσσονται σε ένα ευρύτερο ευρωπαϊκό πλαίσιο. Η διαμόρφωση ενός φιλικού προς το περιβάλλον οχηματικού στόλου αποτελεί μια κοινή προσπάθεια που απαιτεί συνεργασία ανάμεσα σε διάφορους φορείς, όπως τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα υπουργεία, τους τοπικούς φορείς, τις εταιρείες και τους καταναλωτές. Με τη συνεχή αύξηση της ζήτησης για ηλεκτρικά οχήματα, είναι αναγκαίο να δημιουργηθούν βιώσιμες υποδομές φόρτισης που θα υποστηρίζουν την αυξανόμενη ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης. Η δράση αυτή έχει ευρύτερες συνέπειες, ενισχύοντας την τεχνολογία, δημιουργώντας θέσεις εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών CO₂ και των λοιπών αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Είναι ένα βήμα προς την κατεύθυνση της επίτευξης των περιβαλλοντικών και κλιματικών στόχων που έχουν τεθεί σε διεθνές επίπεδο.

Συνοψίζοντας, η προώθηση της ηλεκτροκίνησης αποτελεί ζωτικής σημασίας κίνηση προς την επίτευξη μιας πιο βιώσιμης και καθαρής μελλοντικής κινητικότητας. Τα προγράμματα επιχορηγήσεων και οι καλές πρακτικές που έχουν ξεκινήσει σε διάφορες χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, αποτελούν καίριο μέσο για την επίτευξη αυτού του στόχου. Με τη συνεχή υποστήριξη και συνεργασία των ενεχόμενων φορέων, η προώθηση της ηλεκτροκίνησης μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο βιώσιμη, καθαρή και ευημερούσα μελλοντική κινητικότητα για όλους.

2.2.4 Χαρτογράφηση σημείων φόρτισης

Η ευρεία ανάπτυξη ενός εξυπηρετικού δικτύου σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων αποτελεί ένα καίριο στοιχείο της μετάβασης προς μια πιο φιλική προς τον χρήστη ηλεκτροκινητικότητα. Σε γενικές γραμμές, στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες αλλά και σε μεγάλες οδικές αρτηρίες της κεντρικής και της βόρειας κυρίως Ευρώπης, το δίκτυο αποτελείται από αρκετούς σταθμούς φόρτισης που καλύπτουν εκτενείς γεωγραφικές περιοχές, προσφέροντας τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων να ταξιδεύουν με αυτά με αυξημένη αυτονομία, και να ολοκληρώνουν μεγάλα χιλιομετρικά ταξίδια με δυνατότητα για ενδιάμεσες στάσεις επαναφόρτισης.



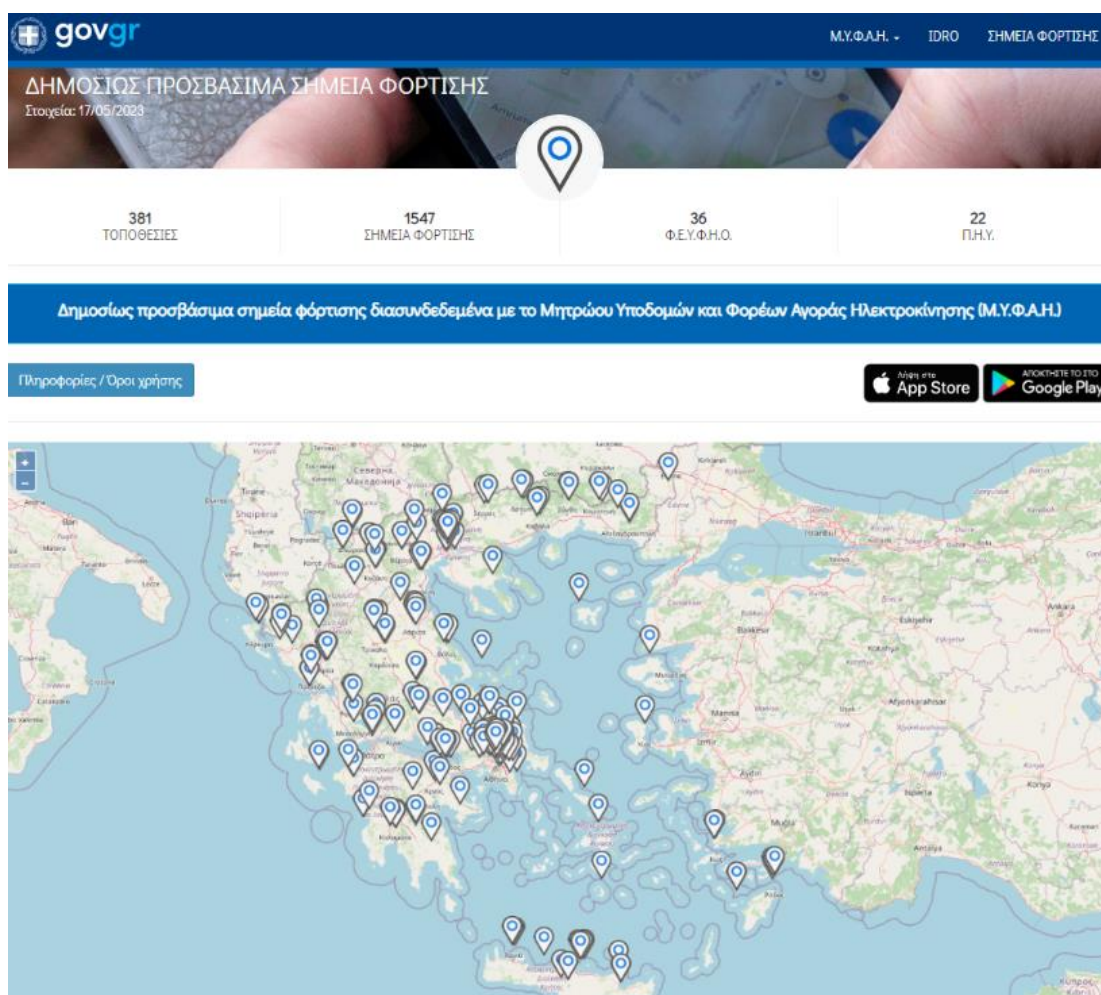
Εικόνα 12. Δίκτυο φορτιστών στην ΕΕ

Πηγή: www.chargeassist.app

Παρότι η ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα ακολουθεί βραδύτερους ρυθμούς ανάπτυξης από αυτούς της υπόλοιπης ευρωπαϊκής ένωσης, έχει ήδη αναπτυχθεί στη χώρα μας ένα αρκετά ευρύ δίκτυο σταθμών φόρτισης, που εξυπηρετεί κυρίως την πρωτεύουσα και τις μεγάλες πόλεις, δίνοντας ωστόσο τη δυνατότητα στους κατόχους ηλεκτρικών οχημάτων να ολοκληρώσουν ακόμα και πιο μακρινά ταξίδια, με ενδιάμεσους σταθμούς ανεφοδιασμού διάσπαρτους στην ελληνική επικράτεια.

Το δίκτυο αυτό αναπτύσσεται συνεχώς ενώ έχει δημιουργηθεί και πλήθος εφαρμογών για κινητές συσκευές IOS και Android (Εικόνα 12. Δίκτυο φορτιστών στην ΕΕ, στις οποίες ο χρήστης μπορεί να έχει πλήρη ενημέρωση για την ύπαρξη προσβάσιμων και ελεύθερων φορτιστών σε κοντινή ακτίνα καθώς και πληροφορίες όπως η χρέωση της κίλοβατώρας από τον πάροχο για τη δεδομένη συσκευή. Ορισμένες από τις εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί από παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας (Protergia Charge App, ΔΕΗ Blue) ενώ άλλες ακόμα και από start-up εταιρείες (Blink, ChargePlus, Charge Spot, EVziiin, Fortizo, EV Loade). Σταθμοί φόρτισης έχουν εγκατασταθεί ήδη σε πρατήρια καυσίμων (Incharge, ElpeFuture) ενώ υπάρχουν και εφαρμογές που δεν είναι συνδεδεμένες με συγκεκριμένο δίκτυο φορτιστών, αλλά προσφέρουν με μια πλατφόρμα πρόσβαση σε πολλά δίκτυα εντός και εκτός Ελλάδας (Charge app, Charge Assist App).

Πρόσφατα δημιουργήθηκε το Μητρώο Υποδομών και Φορέων Αγοράς Ηλεκτροκίνησης (Μ.Υ.Φ.Α.Η.) με πρωτοβουλία του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών στο οποίο οι κάτοχοι ηλεκτρικών οχημάτων μπορούν να βρουν όλους τους σταθμούς φόρτισης της χώρας (άρθρα 13 και 14 του ν.4710/2020) καθώς και σειρά πληροφοριών όπως η χρέωση και το αν υπάρχει αυξημένη κυκλοφορία στο σημείο (Εικόνα 13). Έτσι ο οδηγός ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου μπορεί να μάθει ανά πάσα στιγμή σε πόση απόσταση από το σημείο που βρίσκεται υπάρχει φορτιστής, το κόστος ανεφοδιασμού και το αν είναι κατειλημμένος από άλλο αυτοκίνητο. Τον Μάιο του 2023 έγινε και η εκκίνηση του προγράμματος «Φορτίζω Παντού», για την εγκατάσταση 8.900 φορτιστών ηλεκτροκίνησης σε όλη την Ελλάδα, προϋπολογισμού 80 εκ. ευρώ που θα υλοποιήσει το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας. Δικαιούχοι της δράσης θα είναι ιδιωτικές και δημόσιες εταιρείες, επιχειρήσεις και συνεταιρισμοί που θα καλύπτουν το κόστος της αρχικής επένδυσης για την ανάπτυξη των δημοσίως προσβάσιμων σταθμών φόρτισης, τη διαχείριση και τη λειτουργία τους λαμβάνοντας ποσοστό ενίσχυσης που κυμαίνεται και εξαρτάται από τον τόπο εγκατάστασης και το μέγεθος της εταιρείας.



Εικόνα 13. Δίκτυο φορτιστών στην Ελλάδα

Πηγή: <https://electrokinisi.yme.gov.gr/public/ChargingPoints/>

Παρότι τη δεδομένη στιγμή στη χώρα υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός φορτιστών, οι περισσότεροι από αυτούς βρίσκονται σε χώρους κοινής πρόσβασης όπως πλατείες, εμπορικά κέντρα, πρατήρια καυσίμων, και άλλα. Ακόμα και με την δυνατότητα της γρήγορης φόρτισης, δημιουργείται η ανάγκη για ανάλογο σχεδιασμό γύρω από την εγκατάσταση οικιακών φορτιστών, καθώς κρίνεται και πάλι απαραίτητη για τους κατόχους ηλεκτρικών οχημάτων, η δυνατότητα για οικιακή φόρτιση προκειμένου να εκμεταλλεύονται τον χρόνο ακινησίας του αυτοκινήτου στη θέση στάθμευσης της κατοικίας τους, αλλά και τις προνομιακές τιμές του νυχτερινού ρεύματος.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο δρόμο προς τη μετάβαση σε μια πιο φιλική προς το περιβάλλον κινητικότητα, το μέλλον των μετακινήσεων φαίνεται, από τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν, να πορεύεται ταυτόσημο με την ηλεκτροκίνηση. Σημαντικό κομμάτι της ηλεκτροκινητικότητας και κεντρικό σημείο ενδιαφέροντος της εργασίας, αποτελούν οι οικιακοί φορτιστές που επιτρέπουν τη φόρτιση κατά τη διάρκεια του νεκρού χρόνου ακινησίας του οχήματος στη θέση στάθμευσης του ιδιοκτήτη. Παρότι το δίκτυο σταθμών φόρτισης είναι ήδη αρκετά διευρυμένο και ολοένα και εξελίσσεται, ενώ η δυνατότητα ταχείας φόρτισης επιτρέπει πλήρες γέμισμα της μπαταρίας εντός μερικών λεπτών, η δυνατότητα επαναφόρτισης στο οικιακό περιβάλλον απελευθερώνει τους κατόχους ηλεκτρικών οχημάτων από την ανάγκη αναζήτησης διαθέσιμου σταθμού, τουλάχιστον για τις καθημερινές μετακινήσεις τους εντός πόλης και τους προσφέρει οικονομικότερο γέμισμα.

Στην αντίποδα, παρά τα πλεονεκτήματά τους, η αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης, έχει να υπερνικήσει προκλήσεις που θα μπορούσαν να αποτελέσουν τροχοπέδη για την τελική απόφαση αγοράς από τους καταναλωτές. Η ανάγκη για πρόβλεψη της απόκρισης των καταναλωτών σε κάθε νέα εξέλιξη γύρω από την οικιακή φόρτιση, είναι επομένως μέγιστης σημασίας προκειμένου να ληφθούν οι αντίστοιχες αποφάσεις για τις μελλοντικές κινήσεις των κατασκευαστών, των παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και του κράτους. Για την ανάδειξη και εκτίμηση των σημαντικότερων παραγόντων που καθορίζουν τη στάση των Ελλήνων καταναλωτών απέναντι στην εγκατάσταση οικιακών σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, θα γίνει ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας εκτεταμένης έρευνας πεδίου μέσω ερωτηματολογίου, προκειμένου να αναπτυχθεί ένα μοντέλο που θα αφουγκράζεται την τάση της αγοράς και την πρόθεση υιοθέτησης της νέας τεχνολογίας.

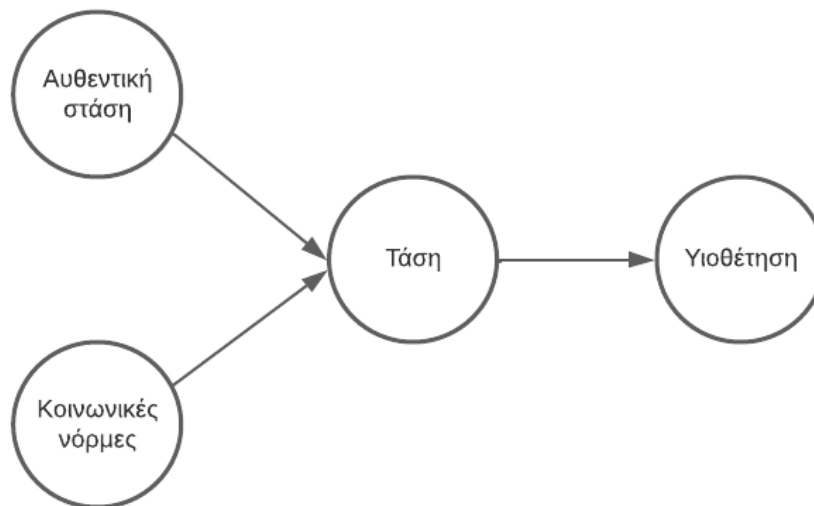
3.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ

Η διαρκής έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών φέρνει στο προσκήνιο συνεχώς καινοτόμα προϊόντα, νέα συστήματα και πρωτοπόρες εφαρμογές με στόχο να ωφελήσουν την επιχειρησιακή δραστηριότητα. Η ύπαρξη όμως καινοτόμων αγαθών και υπηρεσιών δεν είναι ικανή να αυξήσει την παραγωγικότητα μιας εταιρείας αν δεν καταφέρει να αφομοιωθεί επαρκώς και να γίνει αποδεκτή από τους εργαζομένους των τμημάτων της. Ιδιαίτερα στον τομέα του IT, έχουν συμβεί άλματα τεχνολογικών εξελίξεων που φέρνουν τις εταιρείες αντιμέτωπες με διλήμματα για την απόφαση επένδυσης σε νέα πληροφοριακά συστήματα. Η αμφιβολίες σχετικά με την ικανότητα κατανόησης και αποδοτικής εφαρμογής των καινοτομιών από τους δυνητικούς χρήστες δημιούργησε την ανάγκη μελέτης και πρόβλεψης του επενδυτικού αυτού ρίσκου.

Για την κάλυψη της ανάγκης υπολογισμού του βαθμού αποδοχής των νέων αυτών τεχνολογιών, κατασκευάστηκαν εργαλεία με στόχο την παραμετροποίηση των εξωτερικών μεταβλητών που την επηρεάζουν. Ο σχεδιασμός του γραφιστικού περιβάλλοντος ενός λογισμικού καθώς και η εμπλοκή των χρηστών στη διαμόρφωσή του, το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των εργαζομένων της εταιρείας, το επίπεδο αυτοματισμού του υπολογιστικού εργαλείου, είναι μερικά παραδείγματα μεταβλητών ικανών να καθορίσουν τη συμπεριφορική πρόθεση των ατόμων για τα οποία προορίζονται και τελικώς την ίδια τη χρήση (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003). Βασιζόμενα στη στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των εν δυνάμει χρηστών σε προκαθορισμένα σετ ερωτήσεων, που έχουν αναπτυχθεί με γνώμονα μοντέλα συμπεριφοράς και ψυχολογικές θεωρίες, κατασκευάζονται σημαντικά εργαλεία πρόβλεψης της τάσης αποδοχής, με μερικά από τα βασικότερα να παρουσιάζονται παρακάτω.

- TRA (Theory of Reasoned Action) – Fishbein & Ajzen, 1975

Το πρώτο μοντέλο της Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης αναπτύσσεται το 1975 από τους Fishbein & Ajzen. Το μοντέλο αυτό, με γνώμονα την αυθεντική στάση του καταναλωτή απέναντι σε μία πράξη καθώς και τις κοινωνικές νόρμες που την διέπουν, αναπτύσσει μια θεωρία για την σχέση των μεταβλητών αυτών με την τάση αποδοχής και κατ' επέκταση με τη υιοθέτηση μιας συμπεριφοράς. Ενώ η στάση ενός εν δυνάμει χρήστη είναι εύκολο να χαρακτηριστεί βάσει των πεποιθήσεων του και των αποτελεσμάτων που η πράξη θα επιφέρει, κατά πόσο δηλαδή αυτά είναι θετικά και πιθανά, η αποτύπωση του κοινωνικού πλαισίου γύρω από μια νέα ιδέα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τον κοινωνικό περίγυρο και την τάση του υποκειμένου να επηρεάζεται και να συμμορφώνεται με τις ηθικές του αξίες.

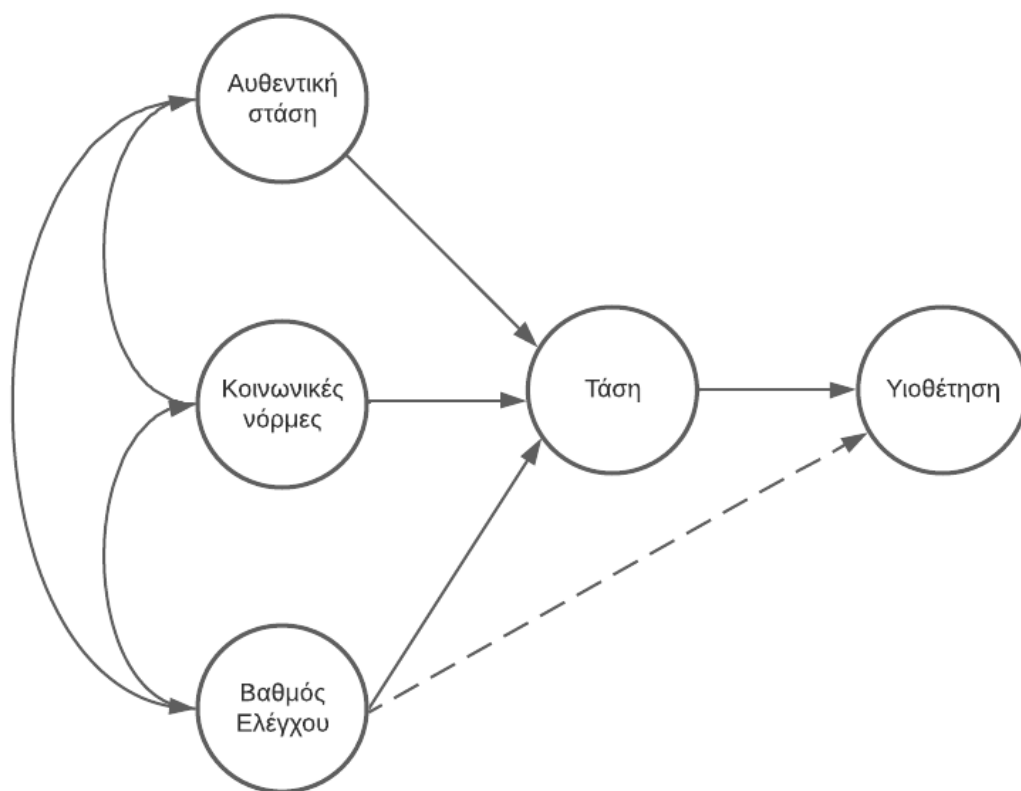


Εικόνα 14: Theory of reasoned action

- TPB (Theory of Planned Behaviour) - Ajzen, 1991

Επεκτείνοντας το μοντέλο της Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης, το 1991 αναπτύχθηκε από τον Ajzen, η Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς, υποστηρίζοντας τη σύνδεση μεταξύ της αυθεντικής γνώμης του καταναλωτή και της

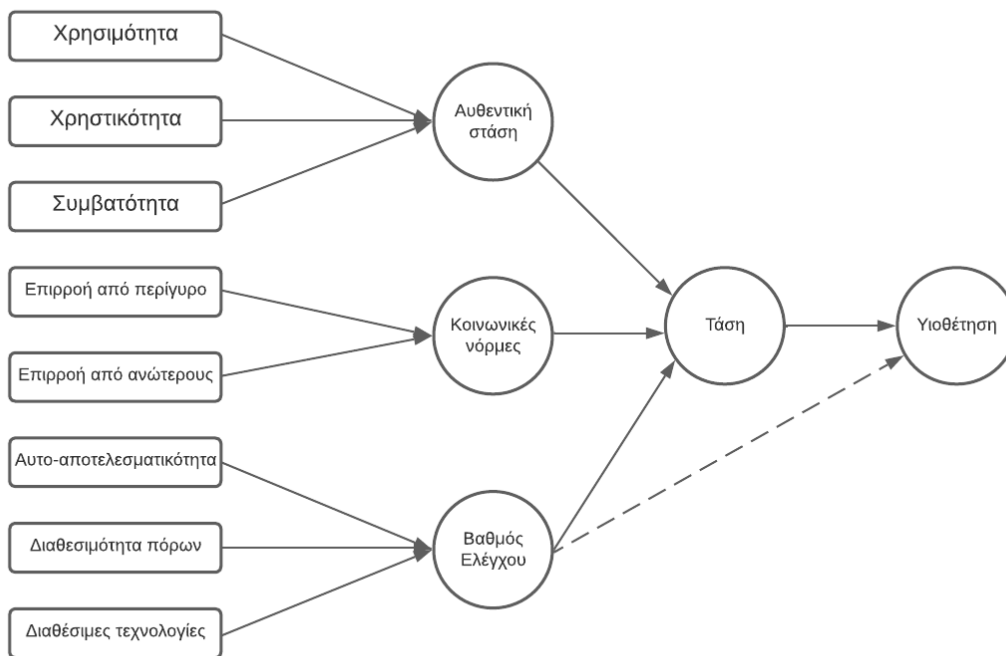
κοινωνικής επιρροής. Και εδώ, η κεντρική μεταβλητή είναι η τάση για υιοθέτηση μιας συμπεριφοράς, προβάλλοντας τα κίνητρα που ωθούν ένα άτομο στο να καταβάλλει προσπάθεια για να κατακτήσει τη συμπεριφορά αυτή. Δημιουργήθηκε έτσι το μοντέλο της παρακάτω εικόνας, σύμφωνα με το οποίο η στάση και οι κοινωνικές νόρμες συνδέονται άμεσα μεταξύ τους, καθώς και με μια ακόμα μεταβλητή, το βαθμό δυσκολίας που παρουσιάζει η συμμόρφωση με μια ενέργεια και τον ουσιαστικό έλεγχο, που τελικά διατηρεί το άτομο, ως προς την απόφαση για υιοθέτησή της. Μια νέα συνήθεια συνεπάγεται επίσης συχνά απαιτήσεις πόρων διαφόρων μορφών, όπως οικονομικών αλλά και χρονικών, που μειώνουν τελικά τον έλεγχο του ατόμου πάνω στην απόφαση υιοθέτησης της. Υπάρχει επομένως στενή σύνδεση του βαθμού ελέγχου και με την ίδια την υιοθέτηση της συμπεριφοράς.



Εικόνα 15: Theory of planned behaviour

▪ DTPB (Decomposed Theory of Planned Behaviour) – Taylor & Todd, 1995

Ενισχύοντας την προηγούμενη θεωρία, το μοντέλο των Taylor και Todd εισάγει νέες έννοιες, όπως τις έννοιες της συμβατότητας (ο βαθμός που μια καινοτομία ταυτίζεται και συμβαδίζει με παλαιές εφαρμογές, κάνοντας ευκολότερη την εξοικείωση και την αποδοχή της από τους χρήστες), της αυτό-αποτελεσματικότητας (η ικανότητα του ατόμου και η αυτοπεποίθησή του ότι μπορεί να αφομοιώσει μια νέα συνήθεια) καθώς και της διαθεσιμότητας πόρων και τεχνολογικού υπόβαθρου. Σπουδαιότερη προσθήκη αποτελούν οι έννοιες της χρησιμότητας και της χρηστικότητας στη διαμόρφωση της στάσης του καταναλωτή.



Εικόνα 16: *Decomposed Theory of Planned Behaviour*

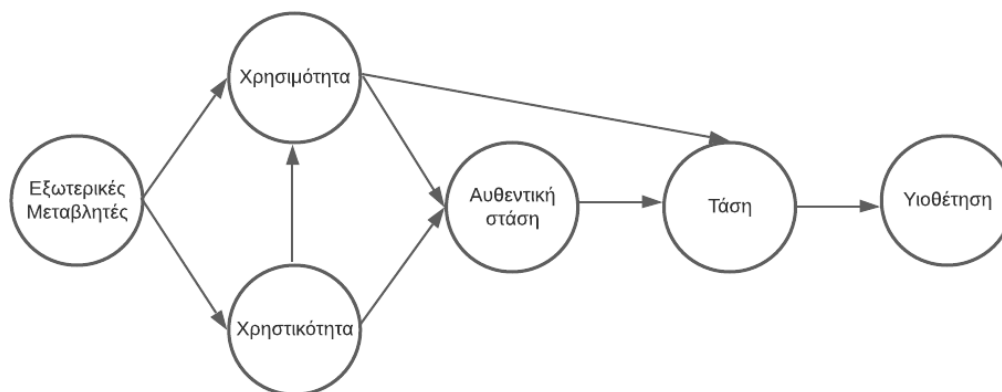
- TAM (Technology Acceptance Model) - Davis et al., 1989

Πρόκειται για μοντέλο με ευρεία εφαρμογή σε επιχειρησιακά οικοσυστήματα. Αναπτύχθηκε από τον Davis το 1989 με στόχο να προβλέψει την τάση αποδοχής νέων πληροφοριακών τεχνολογιών από τους εργαζομένους, βασιζόμενο σε δυο μεταβλητές: τη χρησιμότητα και την χρηστικότητα. Όπως ήδη αναφέρθηκε η χρησιμότητα αντικατοπτρίζει το κατά πόσο πιστεύει ο χρήστης ότι ένα προϊόν είναι χρήσιμο για τη δουλειά του, ενώ η χρηστικότητα έγκειται στο πόσο εύκολο στη χρήση θεωρεί το συγκεκριμένο εργαλείο.

Αποτελεί εξέλιξη ουσιαστικά του μοντέλου TRA, ωστόσο σε αντίθεση με αυτό, εδώ απορρίπτεται η επιρροή της τάσης αποδοχής από τις κοινωνικές νόρμες. Η τάση αποδοχής σχετίζεται άμεσα με την αυθεντική γνώμη και στάση του χρήστη η οποία προκύπτει ως συνάρτηση της χρησιμότητας και της χρηστικότητας που φαίνεται να εμφανίζει.

Επίσης θεωρήθηκε πως υφίσταται και μία σύνδεση μεταξύ χρησιμότητας και χρηστικότητας, σύμφωνα με την οποία τείνει να αυξάνεται η χρησιμότητα που θεωρεί πως έχει για τον χρήστη ένα αντικείμενο, όσο αυξάνεται η ευκολία στη χρήση του. Σε μια μεταγενέστερη εφαρμογή του μοντέλου (Davis & Venkatesh, 1996) εκτιμήθηκε ότι τόσο η χρηστικότητα όσο και η χρησιμότητα επηρεάζουν άμεσα την τάση για αποδοχή, αφαιρώντας από το προσκήνιο την πρωτογενή θετική ή αρνητική στάση του χρήστη.

Όπως και στο πρώτο μοντέλο, υπάρχει ισχυρή και άμεση σύνδεση της στάσης απέναντι σε μία συμπεριφορά με την απόφαση για υιοθέτηση της. Μελετώντας έτσι την στάση και τη γνώμη των καταναλωτών απέναντι σε μία νέα τεχνολογία όπως στην παρούσα εργασία των οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων, εξάγονται συμπεράσματα για την πρόβλεψη της τάσης για υιοθέτηση της τεχνολογίας και εν τέλη την αποδοχή και υιοθέτησή της.



Εικόνα 17: *Technology Acceptance Model*

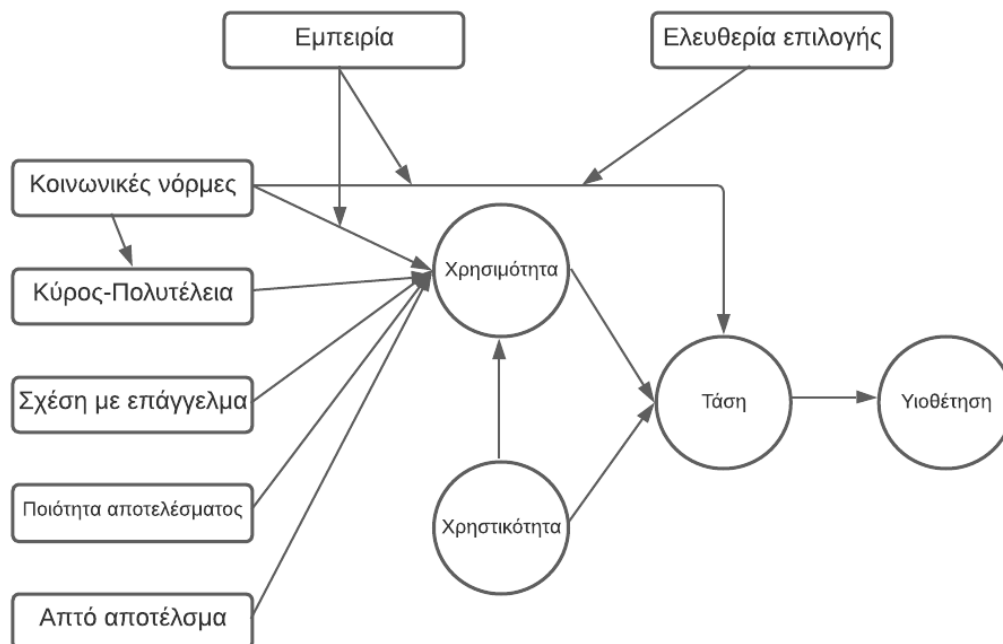
- *IDT (Innovation Diffusion Theory) – Rogers, 2003*

Σε αυτό το μοντέλο περιγράφεται ο βαθμός με τον οποίο οι καινούργιες ιδέες διαδίδονται από καταναλωτή σε καταναλωτή μέσα στα όρια μιας κοινωνίας. Το μοντέλο αυτό κατηγοριοποιεί τους καταναλωτές σε κατηγορίες σύμφωνα με τον χρόνο που χρειάζονται για να επεξεργαστούν, κατανοήσουν και εν τέλη αφομοιώσουν μία ιδέα.

- *TAM2 / TAM3 (Extensions of TAM) – Davis & Venkatesh, 2000 – 2008*

Προσπαθώντας να υπερνικηθούν προβλήματα του αρχικού μοντέλου, εισήχθησαν σε αυτό ακόμα τέσσερις σημαντικές μεταβλητές, οι δημογραφικές και προσωπικές διαφορές μεταξύ των χρηστών, που είναι ικανές να επηρεάσουν την χρηστικότητα και τη ωφέλιμη αξία που θα έχει αυτό για τους ίδιους. Συστημικά χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν την θετική ή αρνητική αντίληψη απέναντι στη χρησιμότητα και τη χρηστικότητα του αντικειμένου, η επιρροή του κοινωνικού περιγύρου και η γνώμη του ως προς την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και τέλος, οι υπάρχουσες εκπαιδευτικές υπηρεσίες που παρέχονται με στόχο την διευκόλυνση χρήσης της τεχνολογίας.

Αντλώντας στοιχεία και από το μοντέλο IDT, όπως τις μεταβλητές της κοινωνίας, του προσδιδόμενου κύρους, την σχέση με το αντικείμενο του επαγγέλματός του, το όφελος των αποτελεσμάτων, την εμπειρία του χρήστη και την ελευθερία του στη δυνατότητα επιλογής ή όχι χρήσης του αντικειμένου, κατασκευάστηκαν τα μοντέλα TAM2 και αργότερα TAM3. Το μεν πρώτο συνδέει όλες τις προαναφερθείσες μεταβλητές με την εκλαμβάνουσα χρησιμότητα του αντικειμένου ή απευθείας με την τάση αποδοχής, δεύτερο δε εισάγει επιπλέον μεταβλητές που καθορίζουν την εκλαμβάνουσα ως προς τον χρήστη ευκολία στη χρήση του αντικειμένου.

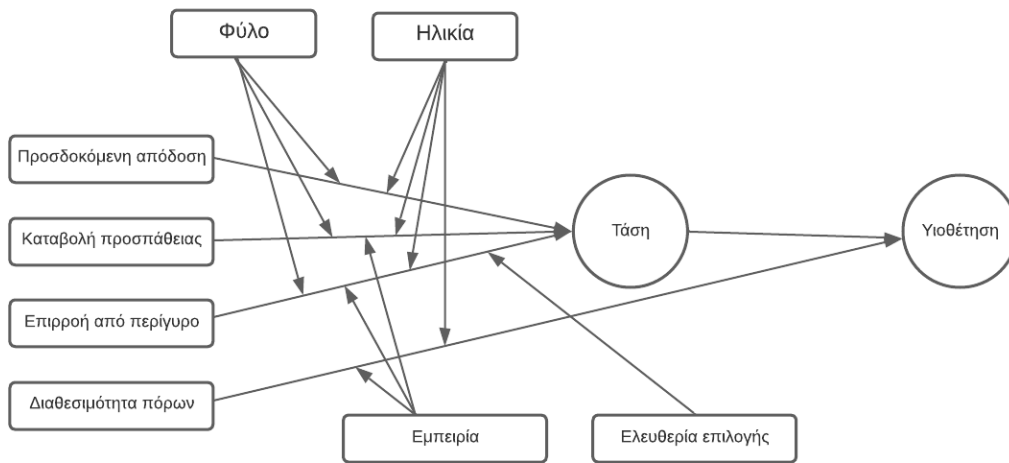


Εικόνα 18: Extension of TAM 2

- UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of a Technology) – Venkatesh, 2003

Πρόκειται για ένα μοντέλο που συνδυάζει την θεωρητική προσέγγιση όλων αυτών που ήδη αναλύθηκαν ανωτέρω και έχει στόχο την επιτυχή πρόβλεψη τόσο της τάσης αποδοχής όσο και της ρεαλιστικής χρήσης του αντικειμένου. Στο μοντέλο αυτό το επίκεντρο είναι η τάση αποδοχής ως συνάρτηση της προσδόκιμης απόδοσης του

αντικειμένου, της προσδόκιμης καταβληθείσας προσπάθειας και της κοινωνικής επιρροής, που συνδέεται άμεσα με την χρηστική συμπεριφορά του καταναλωτή όπως και οι διαθέσιμες συνθήκες διευκόλυνσης που αποτελούν την τέταρτη μεταβλητή του μοντέλου. Στο μοντέλο ταυτόχρονα εισάγονται και δημογραφικοί παράγοντες προκειμένου να προσδιοριστεί και η επιρροή από τα προσωπικά χαρακτηριστικά των υποψηφίων.



Εικόνα 19: Unified Theory of Acceptance and Use of a Technology

3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ

Το εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί για τη πρόβλεψη της τάσης αποδοχής των οικιακών φορτιστών από τους καταναλωτές, είναι το TAM, το οποίο μοντελοποιεί την πρόθεση υιοθέτησης της νέας τεχνολογίας ως συνάρτηση της χρησιμότητας και της ευκολίας χρήσης που αντιλαμβάνεται ο χρήστης. Το εργαλείο αυτό έχοντας χρησιμοποιηθεί κατ' επανάληψη σε πληθώρα εφαρμογών και ερευνητικών πεδίων, έχει αποδειχτεί αρκετά αξιόπιστο στις προβλέψεις του σε σχέση με πλήθος τεχνολογιών. Η ανάπτυξη των μοντέλων, όπως ήδη αναφέρθηκε, ξεκίνησε προκειμένου να εφαρμοστούν στην πρόβλεψη της τάσης αποδοχής πληροφοριακών συστημάτων από τους υπαλλήλους εταιρειών (Venkatesh et al., 2003; Sichel, 1997). Παρά τον αρχικό σκοπό δημιουργίας τους για τον οποίο χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα (Overby, 2002; Gross, 2005), γρήγορα γνωστοποιήθηκε και εκμεταλλεύτηκε η χρησιμότητά τους σε πλήθος εφαρμογών και ερευνών τάσεως αποδοχής νέων τεχνολογιών. Μερικά παραδείγματα είναι οι εξελίξεις της κινητής τεχνολογίας (Ooi & Tan, 2016), του ηλεκτρονικού εμπορίου και των διαδικτυακών εγγράμων συναλλαγών (Fedorko et al., 2018), της τηλεκαίτευσης (Masrom, 2007), των συστημάτων παροχής υπηρεσιών δημοσίου και υγείας (Ammenwerth, 2019).

Με τα άλματα στον τομέα της ηλεκτροκίνησης, τα μοντέλα αυτά έχουν φανεί ιδιαίτερα χρήσιμα και στην πρόβλεψη της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων (Yousif & Alsamydai, 2019) αλλά και της πρόκλησης για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας (Wang et al., 2018; Fernandes et al., 2012). Το μοντέλο στηρίζεται στην ισχυρή και άμεση σύνδεση της στάσης απέναντι σε μία συμπεριφορά και την απόφαση για υιοθέτηση της. Μελετώντας έτσι την στάση και τη γνώμη των καταναλωτών απέναντι σε μία νέα τεχνολογία όπως στην παρούσα εργασία των οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων, εξάγονται συμπεράσματα για την πρόβλεψη της τάσης για υιοθέτηση της τεχνολογίας (Ajzen & Cote, 2008; Wang et al., 2018b) και εν τέλει την αποδοχή και υιοθέτησή της (Ajzen & Fishbein, 2005).

3.3 ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Πυρήνας του μοντέλου που μελετά η παρούσα διπλωματική αποτελεί το μοντέλο TAM στο οποίο πρωταρχικοί παράγοντες καθορισμού της στάσης των καταναλωτών είναι η χρησιμότητα και η ευκολία χρήσης. Εκτός από τις δυο αυτές μεταβλητές η παρούσα μελέτη, με γνώμονα τη βιβλιογραφία και παλαιότερες έρευνες γύρω από το γενικότερο πλαίσιο της ηλεκτροκίνησης, ασχολήθηκε και με οκτώ ακόμα εξωτερικές μεταβλητές, ως μεταβλητές άμεσου ή έμμεσου καθορισμού της τάσης αποδοχής της εγκατάστασης των οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων:

1. τον απαιτούμενο χρόνο φόρτισης,
2. το δίκτυο φόρτισης,
3. την κατοχή πάρκινγκ,
4. την κοινωνική επιρροή,
5. το αποδιδόμενο κύρος/ πολυτέλεια,
6. τις υφιστάμενες επιχορηγήσεις,
7. την τιμή
8. και την επικινδυνότητα ως πρακτική ασφάλεια της συσκευής.

3.3.1 Βασικό μοντέλο TAM

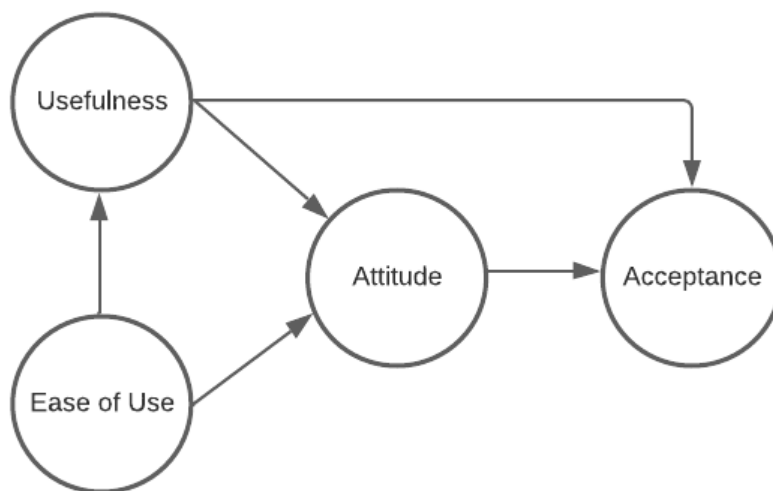
Το βασικό μοντέλο TAM, χρησιμοποιεί τις δύο μεταβλητές, χρησιμότητα (Usefulness) και ευκολία χρήσης (Ease of Use), ως άξονα για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς και τον προσδιορισμό της στάσης των καταναλωτών. Ο όρος της εκλαμβανόμενης χρησιμότητας αναφέρεται στα χρηστικά οφέλη που αντιλαμβάνεται ο χρήστης από τη χρήση μιας νέας υπηρεσίας ή προϊόντος, στο ποσοστό δηλαδή που θεωρεί ότι η υιοθέτηση μιας καινοτομίας θα φανεί χρήσιμη στην διεκπεραίωση της ρουτίνας του. Η ευκολία στη χρήση αναφέρεται στην αξιολόγηση του βαθμού δυσκολίας που αντιλαμβάνεται ο χρήστης κατά τη χρησιμοποίηση της νέας τεχνολογίας, σύμφωνα με τα υποκειμενικά του κριτήρια.

Σύμφωνα με μοντέλο αποδοχής που έχουν προταθεί (Wang et al., 2018b; Cheng et al., 2019), προκύπτει μία επιπλέον σύνδεση μεταξύ της χρησιμότητας και της ευκολίας στη χρήση κατά την οποία φαίνεται να επηρεάζεται θετικά η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα μιας καινοτομίας, όσο μειώνεται ο βαθμός δυσκολίας που χαρακτηρίζει τη χρήση της. Όσο ευκολότερο δηλαδή στη χρήση παρουσιάζεται ένα προϊόν, τόσο πιο χρήσιμο τείνουν να το χαρακτηρίζουν οι χρήστες.

Οι μεταβλητές που αναλύθηκαν παραπάνω καθώς και οι υπόλοιπες που μελετώνται μέσω του ερωτηματολογίου, καθορίζουν τη στάση των καταναλωτών απέναντι στην καινοτομία. Αν αναγνωρίζουν δηλαδή το θετικό ισοζύγιο της καινοτομίας ως προς τον εκάστοτε παράγοντα ή αν διατηρούν αρνητική στάση και αντιλαμβάνονται εντονότερα τα μειονεκτήματα του προϊόντος. Βασιζόμενοι στη στάση των καταναλωτών εξάγονται συμπεράσματα για την τάση αποδοχής των νέων τεχνολογιών (Huijts et al., 2012) και βασιζόμενοι στη θεωρία TPB συνδέεται η στάση με την τάση αποδοχής και καταλήγει στην πρόβλεψη της τελικής χρήσης και υιοθέτησης.

Με στόχο να επιβεβαιωθεί η άμεση συσχέτιση μεταξύ της τάσης αποδοχής και της στάσης του χρήστη, η οποία προκύπτει ως συνάρτηση της χρησιμότητας και της ευκολίας στη χρήση, καταστρώνονται οι εξής υποθέσεις:

- H1α. Η χρησιμότητα έχει θετικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών.
- H1β. Η χρησιμότητα έχει θετικό αντίκτυπο στην τάση για αποδοχή.
- H2α. Η ευκολία χρήσης έχει θετικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών.
- H2β. Η ευκολία χρήσης έχει θετικό αντίκτυπο στη χρησιμότητα.
- H3. Η στάση των καταναλωτών έχει θετικό αντίκτυπο στην τάση αποδοχής.



Εικόνα 20. Βασικό μοντέλο TAM

3.3.2 *Εξωτερικές μεταβλητές*

3.3.2.1 Κοινωνική επιρροή (Subjective norm)

Ο όρος της κοινωνικής επιρροής εισήχθη πρώτη φορά στο TAM 2 και δηλώνει το βαθμό που ο υποψήφιος αγοραστής επηρεάζεται από τους ανθρώπους που θεωρεί σημαντικούς και τη γνώμη που αυτοί φέρουν σχετικά με το αν το άτομο πρέπει ή όχι να υιοθετήσει την καινοτομία (Fishbein & Ajzen, 1975; Venkatesh & Davis, 2000). Τα άτομα του κοινωνικού περιγύρου έχουν την ικανότητα να διαμορφώνουν τη στάση του ατόμου απέναντι σε μία νέα ιδέα (Choi & Chung, 2013), ενώ το αποτέλεσμα της αποδοχής από άτομα με σημαντική επιρροή μπορεί να αυξάνει ακόμα και άμεσα την εκλαμβάνουσα χρησιμότητα που αντιλαμβάνεται ο χρήστης από αυτή, έως και το πόσο εύκολο στη χρήση τη θεωρεί (Teo, 2010).

- H4α. Η κοινωνική επιρροή έχει θετικό αντίκτυπο στη χρησιμότητα.
- H4β. Η κοινωνική επιρροή έχει θετικό αντίκτυπο στην ευκολία χρήσης.
- H4γ. Η κοινωνική επιρροή έχει θετικό αντίκτυπο στη στάση του καταναλωτή.

3.3.2.2 Κύρος (Image)

Ταυτόχρονα με την μελέτη της κοινωνικής επιρροής μελετάται η σχέση που μπορεί να έχει η ‘πολυτέλεια’ και το κοινωνικό κύρος που προσδίδει στον χρήστη η χρήση του νέου προϊόντος, με τη διαμόρφωση της γνώμης του κοινωνικού περιγύρου και τη στάση του ατόμου απέναντι στο προϊόν (Moore & Benbasat, 1991). Αρκετές μελέτες έχουν επίσης διερευνήσει τη επίδραση του κύρους στην αντιληπτή χρησιμότητα (Sang, Lee, & Lee, 2009; Venkatesh & Davis, 2000) ξεκλειδώνοντας μία διαφορετική οπτική ως προς την πιθανότητα ο εντυπωσιασμός του περιγύρου να ανοίξει νέες ευκαιρίες για την εξέλιξη του ατόμου.

- Η5α. Η επιρροή από τον περίγυρο έχει θετικό αντίκτυπο στο κύρος.
- Η5β. Το κύρος έχει θετικό αντίκτυπο στην στάση του καταναλωτή.

3.3.2.3 Πολιτική κινήτρων (Incentives policy)

Η ύπαρξη της μεταβλητής των κινήτρων μελετά την θετική επιρροή που ίσως έχει η ύπαρξη οικονομικών διευκολύνσεων και ενισχύσεων, όπως επιχορηγήσεων ή φοροαπαλλαγών, στην τάση των πολιτών για υιοθέτηση μιας καινοτομίας. Δεδομένου του υψηλού κόστους στροφής στην ηλεκτροκίνηση, μελέτες έχουν αποδείξει ότι η οικονομική ενίσχυση έχει ευνοήσει την αγορά της ηλεκτροκίνησης (Wang et al., 2017; Carley et al., 2013) ενώ άλλες αναφέρουν τα οικονομικά κριτήρια ως δευτερευούσης σημασίας για τους καταναλωτές οι οποίοι τείνουν να επηρεάζονται περισσότερο από άλλες μεταβλητές (Zhang et al., 2013; Li et al. 2018). Προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην παρούσα εργασία, μελετάται ο παράγοντας των οικονομικών κινήτρων μέσω ερωτήσεων για πιθανές επιδοτήσεις και φοροαπαλλαγές και το πως αυτές επηρεάζουν την στάση των καταναλωτών (Wang et al., 2017).

- Η6. Η πολιτική κινήτρων έχει θετικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών.

3.3.2.4 Κίνδυνοι (Risk)

Η μεταβλητή του κινδύνου έχει αξιοποιηθεί με πλήθος ερμηνειών σε πολλές εφαρμογές (Roselius, 1971; Li et al., 2017) αντικατοπτρίζοντας από τη σπατάλη χρόνου και χρήματος μέχρι φυσικών ή ψυχολογικών αποθεμάτων που μπορεί να συνοδεύουν την υιοθέτηση μίας νέας συνήθειας ή το προϊόν αυτό καθαυτό. Στην παρούσα έρευνα το ρίσκο συνδέεται με τους φυσικούς και υπαρκτούς κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση της συσκευής, όπως η υπερφόρτωση του δικτύου και η πιθανότητα βραχυκυκλώματος ή τραυματισμού του χρήστη (Chen & He, 2003; Flamm & Agrawal, 2012) και ορίζεται από

την ανασφάλεια και τους ενδοιασμούς που δημιουργεί στο υποκείμενο η σκέψη της χρησιμοποίησής της (Dunn et al., 1986). Μελετάται επομένως η αρνητική επίδραση του κινδύνου στη στάση του καταναλωτή (Chen & He, 2003) και ταυτόχρονα η πιθανή σύνδεση του αισθήματος ασφάλειας κατά τη χρήση της συσκευής με την χρησιμότητα (Featherman & Pavlou, 2003; Lee, 2009; Park & Ohm, 2014) καθώς οι καταναλωτές τείνουν να αμφισβητούν τη χρησιμότητα μίας συσκευής όσο αμφιβάλλουν για την ασφάλειά της.

- H7. Ο κίνδυνος έχει αρνητικό αντίκτυπο στην τάση για αποδοχή.

3.3.2.5 Τιμή (Price)

Ως οικονομικός κίνδυνος θα ληφθεί υπόψιν η τιμή, που αντικατοπτρίζει το χρηματικό αντίτιμο που είναι διατεθειμένος ο χρήστης να διαθέσει προκειμένου να χρησιμοποιήσει μία καινοτομία. Δεδομένου του υψηλού κόστους στροφής στην ηλεκτροκίνηση και της ευρείας χρηματικά γκάμας των συσκευών φόρτισης, η απόφαση επένδυσης στην αγορά τους αντιμετωπίζεται ως οικονομικό ρίσκο για τον εν δυνάμει αγοραστή.

- H8α. Η τιμή έχει αρνητικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών.
- H8β. Η τιμή έχει αρνητικό αντίκτυπο στην τάση για αποδοχή.

3.3.2.6 Χρόνος φόρτισης - Δίκτυο σταθμών φόρτισης - Σταθερή θέση στάθμευσης

Επηρεαζόμενοι από τις υφιστάμενες έρευνες που έχουν κατά περιπτώσεις εισάγει πλήθος άλλων μεταβλητών που εφάπτονται στην εκάστοτε προς μελέτη τεχνολογία, στην παρούσα εργασία εισάγονται τρεις ακόμα εξωτερικές μεταβλητές, που δεν υφίσταται παλαιότερη βιβλιογραφία για να τις υποστηρίξει. Αυτές διερευνώνται ως προς το βαθμό

που θα μπορούσαν να επηρεάζουν την χρησιμότητα και τη χρηστικότητα μιας οικιακής συσκευής φόρτισης οχημάτων και τη στάση του καταναλωτή απέναντι στην τεχνολογία της.

3.3.2.6.1 Χρόνος φόρτισης (*Charging time*)

Η συνεχής βελτίωση της ταχύτητας φόρτισης, αποτελεί βασική επιδίωξη των κατασκευαστών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και βασικό πλεονέκτημα έναντι της κοινής οικιακής πρίζας. Η ταχεία φόρτιση μπορεί να μειώσει αισθητά το χρόνο αναμονής φόρτισης και να εξυπηρετήσει τους κατόχους ηλεκτρικών οχημάτων ιδιαίτερα σε συνθήκες χρονικού περιορισμού, όπως σε ταξίδια ή σε απαιτητικές χιλιομετρικά ρουτίνες, όπου η απαίτηση ενδιάμεσων στάσεων για επαναφόρτιση είναι απαραίτητη και δυσχεραίνει τον χρονικό προγραμματισμό.

- H9. Η μείωση του χρόνου φόρτισης έχει θετικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών.

3.3.2.6.2 Δίκτυο σταθμών φόρτισης (*Charging network*)

Το δίκτυο σταθμών φόρτισης συνεχώς αναπτύσσεται ωστόσο βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο κυρίως εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων. Ένα πλήρως ανεπτυγμένο δίκτυο θα μπορούσε να μειώσει την αναγκαιότητα μιας συσκευής φόρτισης εντός της οικίας δεδομένου ότι ο κάτοχος θα έχει τη δυνατότητα να φορτίζει γρήγορα και συχνά το όχημά του στους δημόσιους σταθμούς. Μελετάται η δυναμική σχέση μεταξύ του δικτύου σταθμών φόρτισης και της χρησιμότητας καθώς και η τελική στάση του καταναλωτή όπως αυτή επηρεάζεται.

- H10. Το διευρυμένο δίκτυο σταθμών φόρτισης έχει αρνητικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών απέναντι στις οικιακές συσκευές.

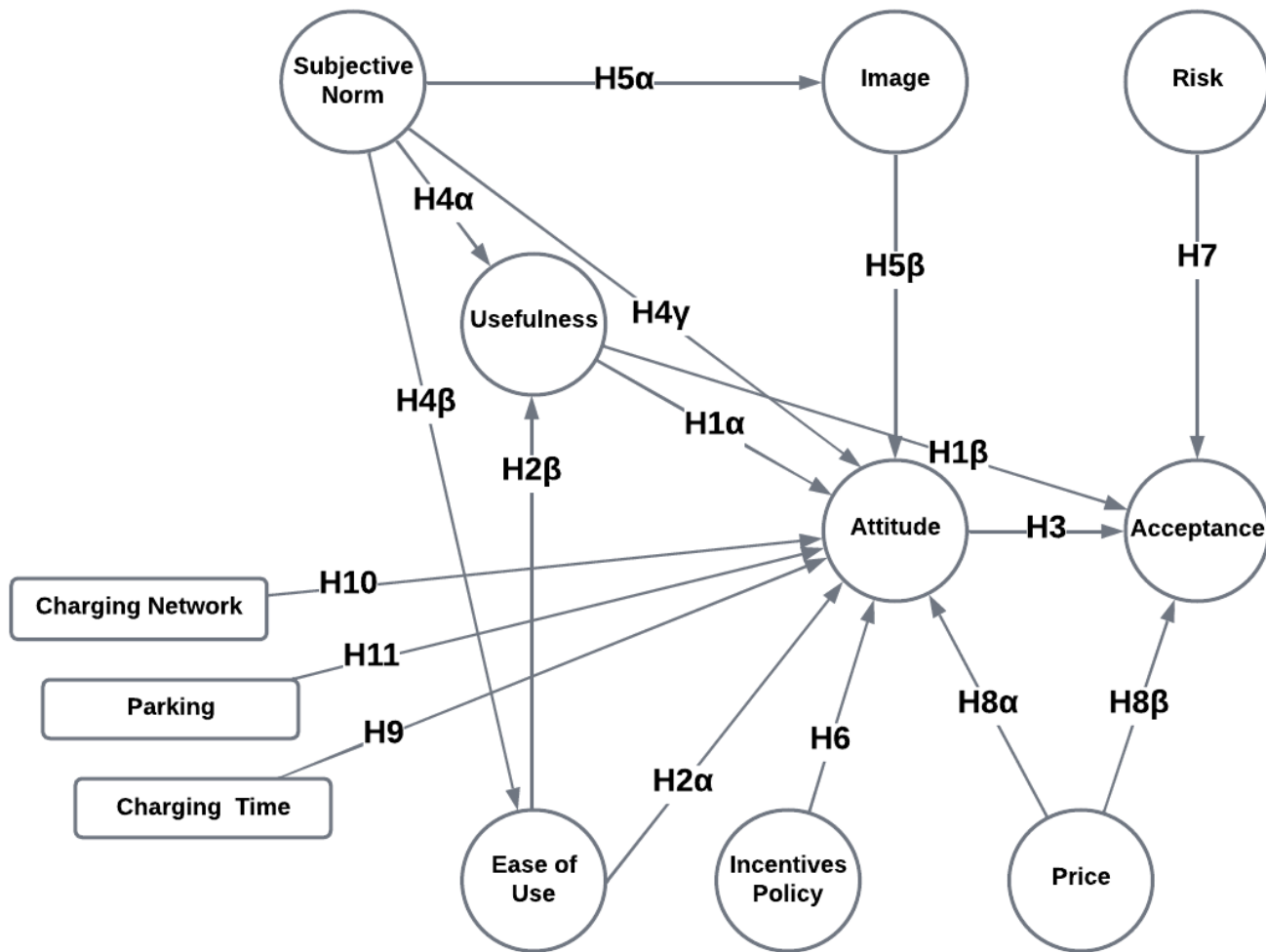
3.3.2.6.3 Σταθερή θέση στάθμευσης (Parking)

Στο πλαίσιο της μελέτης του βαθμού καθορισμού της χρησιμότητας και της ευκολίας στη χρήση στην εγκατάσταση οικιακών φορτιστών ηλεκτρικών οχημάτων, μελετάται και η παράμετρος της ύπαρξης σταθερής θέσης στάθμευσης. Η κατοχή ιδιωτικού πάρκινγκ ή η παραχώρηση σταθερής θέσης στάθμευσης θα καθιστούσε ευκολότερη την χρησιμοποίηση οικιακών συσκευών και θα αναμενόταν να επηρεάζει θετικά τη στάση των καταναλωτών απέναντι σε αυτή την τεχνολογία.

- H11. Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης έχει θετικό αντίκτυπο στη στάση των καταναλωτών.

Πίνακας 2. Ερευνητικές Υποθέσεις

Υποθέσεις	
H1α	Usefulness -> Attitude
H1β	Usefulness -> Acceptance
H2α	Ease of Use -> Attitude
H2β	Ease of Use -> Usefulness
H3	Attitude -> Acceptance
H4α	Subjective Norm -> Usefulness
H4β	Subjective Norm -> Ease of Use
H4γ	Subjective Norm -> Attitude
H5α	Subjective Norm -> Image
H5β	Image -> Attitude
H6	Incentives Policy -> Attitude
H7	Risk -> Acceptance
H8α	Price -> Attitude
H8β	Price -> Acceptance
H9	Charging Speed -> Attitude
H10	Network -> Attitude



Εικόνα 21. Θεωρητικό Μοντέλο με υποθέσεις

4. ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

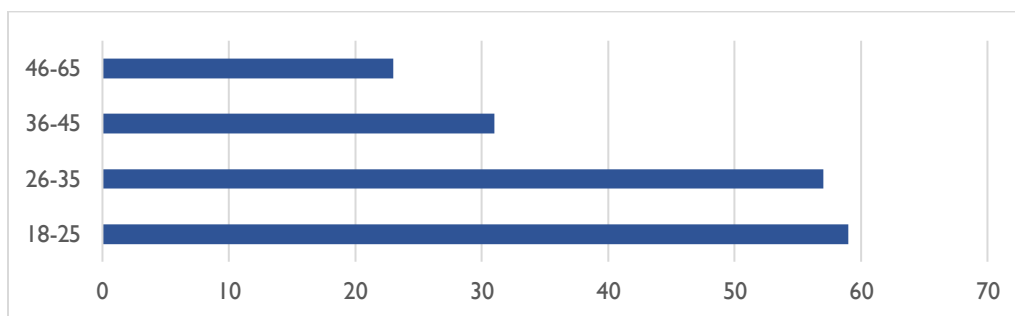
4.1 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Για την κατάστρωση του μοντέλου τεχνολογικής αποδοχής των οικιακών φορτιστών ηλεκτρικών οχημάτων, δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο απευθυνόμενο σε ενήλικα άτομα, ανεξαρτήτου της τριβής τους με την ηλεκτροκίνηση ή άλλων περιορισμών. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από ερωτήσεις εστιασμένες σε πλήθος μεταβλητών και χαρακτηριστικών, που χωρίζονται σε τρεις ενότητες.

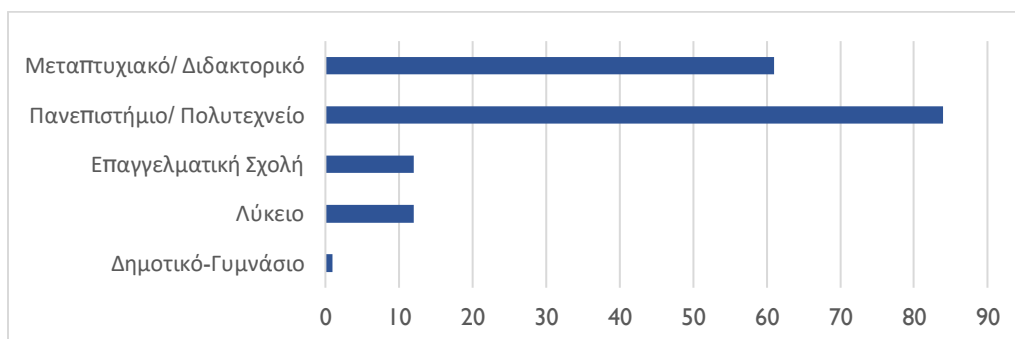
4.1.1 *Ενότητα 1 – Δημογραφικά χαρακτηριστικά*

Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει 10 προσωπικές ερωτήσεις (Πίνακας 15), με δημογραφικό ενδιαφέρον που αφορούν την ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, την περιοχή κατοικίας και την κατοχή ή χρήση προϊόντων ηλεκτροκίνησης.

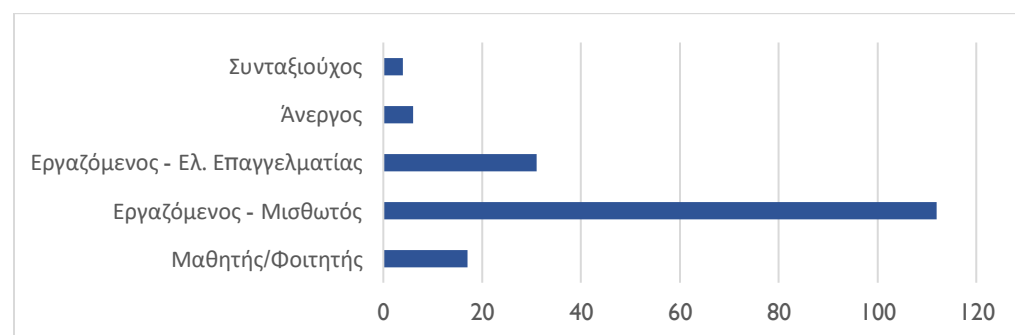
Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε στα πλαίσια πιλοτικής δοκιμής από 10 άτομα, επιλεγμένα βάσει κριτηρίων δημογραφικής ποικιλομορφίας, που εξασφάλισαν τη δυνατότητα εντοπισμού των αδυναμιών του και τη βελτίωση της δομής και της σαφήνιάς του, ώστε να ξεκινήσει η διάθεση του μέσω της πλατφόρμας Google Forms στις 29/09/2022. Δεν τέθηκαν περιοριστικά κριτήρια για την επιλογή του δείγματος, πέραν ενήλικων ατόμων και κατοίκων Ελλάδας, προκειμένου να εξαχθούν γενικά συμπεράσματα για τη μάζα του πληθυσμού της ελληνικής επικράτειας. Ο απαντητικός κύκλος του ερωτηματολογίου ολοκληρώθηκε έπειτα από τρεις μήνες και συγκέντρωσε 170 απαντήσεις. Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.



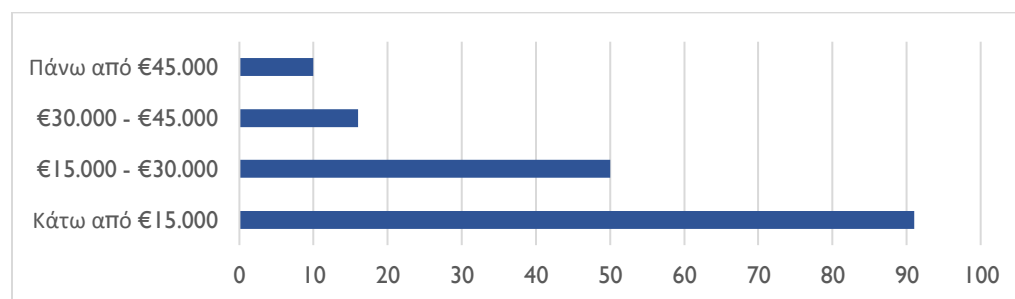
Διάγραμμα 3. Ηλικιακά χαρακτηριστικά δείγματος



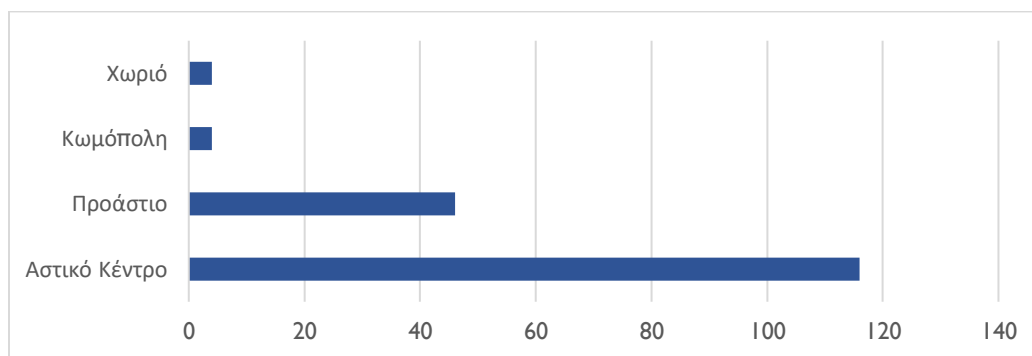
Διάγραμμα 4. Επίπεδο εκπαίδευσης (Φοιτητής ή απόφοιτος) δείγματος



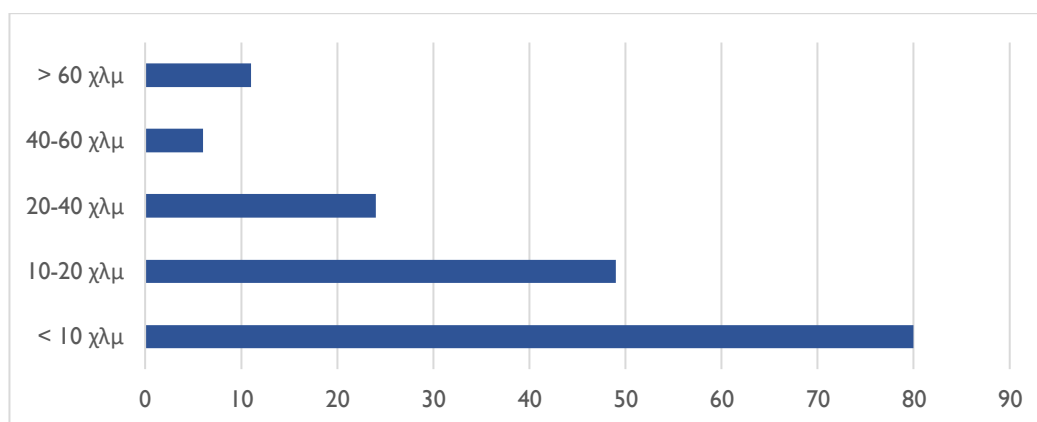
Διάγραμμα 5. Εργασιακή κατάσταση δείγματος



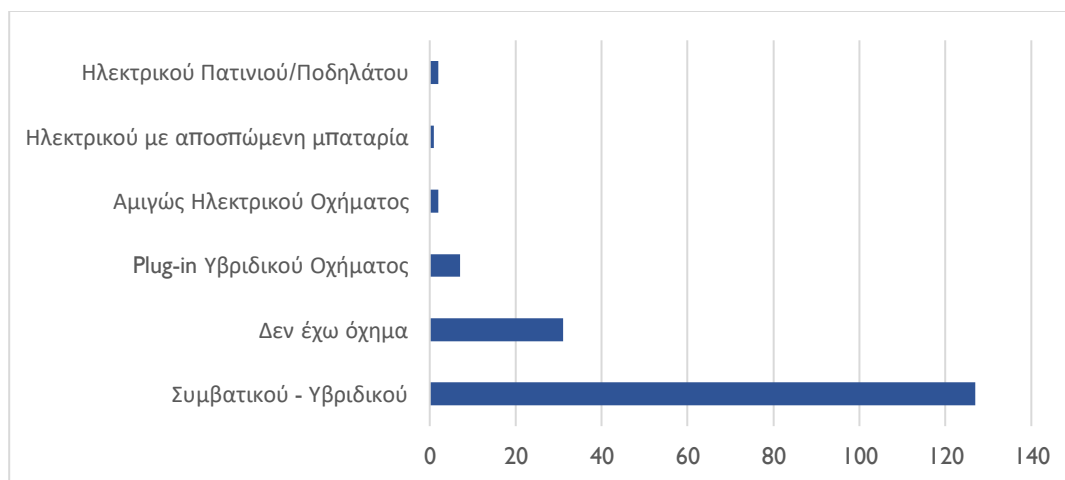
Διάγραμμα 6. Ετήσιο εισόδημα δείγματος



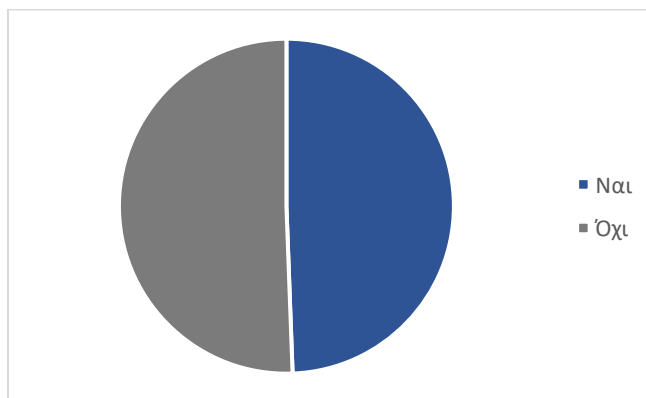
Διάγραμμα 7. Περιοχή κατοικίας δείγματος



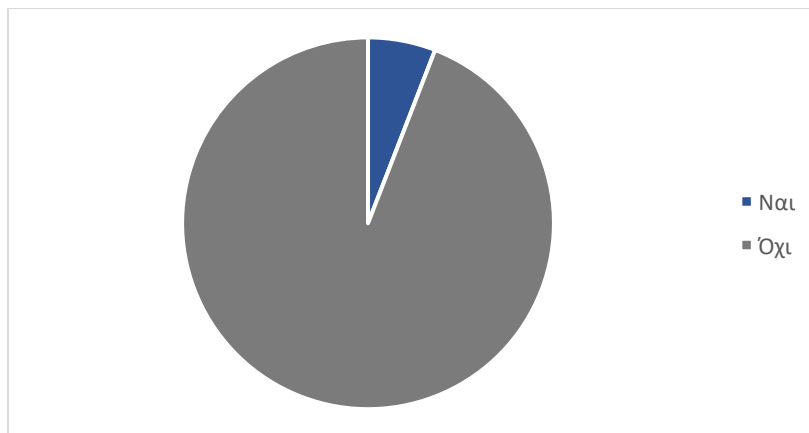
Διάγραμμα 8. Μέση ημερήσια χιλιμετρική απόσταση που διανύει το δείγμα



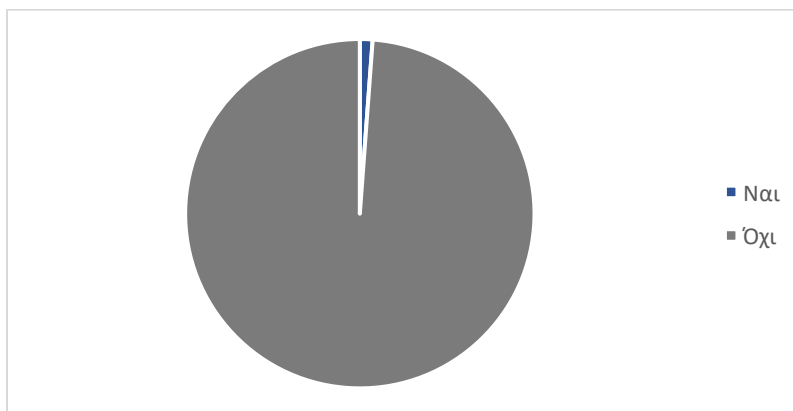
Διάγραμμα 9. Διαφοροποίηση δείγματος σε σχέση με τον τύπος οχήματος που κατέχει



Διάγραμμα 10. Διαφοροποίηση δείγματος σε σχέση με την κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης



Διάγραμμα 11. Διαφοροποίηση δείγματος βάση του εάν έχουν χρησιμοποιήσει συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων



Διάγραμμα 12. Διαφοροποίηση δείγματος ανάλογα με το εάν κατέχουν οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Το δείγμα αποτελείται κατά κύριο λόγο από νέους ηλικίας μικρότερης των 35 ετών (Διάγραμμα 3), αποφοίτους και φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Διάγραμμα 4), που εργάζονται ως μισθωτοί (Διάγραμμα 5) με εισόδημα χαμηλότερο των 15.000€ ετησίως (Διάγραμμα 6), που διαμένουν εντός της Αθήνας ή άλλων αστικών κέντρων (Διάγραμμα 7) και σπανίως εκτελούν αποστάσεις μεγαλύτερες των 20 χιλιομέτρων στην καθημερινότητά τους (Διάγραμμα 8). Στην πλειοψηφία του δείγματος το 75% των ερωτηθέντων είναι κάτοχοι συμβατικών οχημάτων, το 18% δήλωσε ότι δεν έχει στην κατοχή του κανένα μέσο μεταφοράς ενώ το υπόλοιπο και αρκετά σημαντικό 7% έχει στραφεί στις νέες καινοτομίες γύρω από την ηλεκτροκίνηση κινούμενο με Plug-in υβριδικά και αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα, ενώ ποσοστό αυτού στηρίζει την μικροκινητικότητα επιλέγοντας ηλεκτρικά πατίνια και υποβοηθούμενα ποδήλατα (Διάγραμμα 9).

Στους συμμετέχοντες τέθηκε επίσης η ερώτηση για την κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης. Καθότι ειδικά στις κεντρικές συνοικίες τις Αθήνας, το πάρκινγκ αποτελεί χρόνιο πρόβλημα των μόνιμων κατοίκων, με ένα ποσοστό μεγαλύτερο από το 50% να μην έχουν σταθερή θέση στάθμευσής στην οικία τους (Διάγραμμα 10). Αυτή η συνθήκη, προφανώς δυσχεραίνει την εγκατάσταση των οικιακών συσκευών φόρτισης.

Τέλος, επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον καθαρά στις συσκευές φόρτισης ένα 6% δήλωσε ότι έχει χρησιμοποιήσει έστω μια φορά φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων (Διάγραμμα 11) ενώ μόλις δύο συμμετέχοντες δήλωσαν ότι έχουν αγοράσει οικιακή συσκευή φόρτισης οχημάτων (Διάγραμμα 12). Καθότι η θετική ανταπόκριση στην τελευταία ερώτηση ήταν τόσο μικρή, το δείγμα δεν επαρκεί για να μελετηθεί η μεταβλητή ως προς τον βαθμό επηρεασμού άλλων εξαρτημένων. Επομένως δεν θα εξαχθούν συμπεράσματα για την σχέση ανάμεσα στην κατοχή οικιακής συσκευής φόρτισης και τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου.

4.1.2

Ενότητες 2 & 3 – Ερωτήσεις μεταβλητών

Στη δεύτερη ενότητα συγκεντρώθηκαν 37 ερωτήσεις που αντιστοιχούν στις μεταβλητές του μοντέλου TAM που κατασκευάστηκε, τη χρησιμότητα, την ευκολία χρήσης, το χρόνο φόρτισης, το δίκτυο φόρτισης, την κατοχή πάρκινγκ, την κοινωνική επιρροή, το κύρος, τις υφιστάμενες επιχορηγήσεις, την τιμή και την επικινδυνότητα (Πίνακας 16). Οι 7 ερωτήσεις της τελευταίας ενότητας (Πίνακας 17) αντικατοπτρίζουν τις δύο κεντρικές έννοιες του μοντέλου, τη στάση των καταναλωτών και την τάση για υιοθέτηση της τεχνολογίας.

Οι ενότητες αυτές που αφορούν στο μοντέλο αποδοχής, περιέχουν ερωτήσεις που δέχονται απαντήσεις στην κλίμακα Likert, από 1-‘Διαφωνώ απόλυτα’ έως 5-‘Συμφωνώ απόλυτα’. Οι ερωτήσεις είναι διαμορφωμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολυνθεί στο επόμενο στάδιο η επεξεργασία του ερωτηματολογίου και κατηγοριοποιημένες σε ομάδες με βάση τη μεταβλητή που αντιπροσωπεύουν, ώστε να είναι το ερωτηματολόγιο δομημένο και κατανοητό στους συμμετέχοντες (Davis and Venkatesh, 1996). Για κάθε μία από τις μεταβλητές που μελετώνται υπάρχει ικανοποιητικό πλήθος ερωτήσεων (3-4 ερωτήσεις/μεταβλητή) με ποικιλία ως προς τη δομή και τη διάρθρωσή τους, ώστε να επιτυγχάνεται εσωτερική αξιοπιστία.

Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα στατιστικά χαρακτηριστικά των ερωτήσεων με την επικρατούσα τιμή να παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκεντρώνοντας σε πολλές περιπτώσεις πάνω από το 50% των απαντήσεων.

Πίνακας 3. Στατιστικά χαρακτηριστικά ερωτήσεων

Λανθάνουσα Μεταβλητή	Είδος	Ερωτήσεις	Μέσος	Τυπική Απόκλιση	Επικρατούσα Τιμή	Ποσοστό % Επ. Τιμής
Usefulness (U)	Reflective 5-Likert	1. Η εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης θα διευκόλυνε τη φόρτιση ηλεκτρικού οχήματος.	4,45	0.826	5	61,2
		2. Η οικιακή συσκευή φόρτισης θα έκανε πιο εύκολη την καθημερινότητα ενός ιδιοκτήτη ηλεκτρικού οχήματος.	4,61	0.662	5	68,8
		3. Βρίσκω χρήσιμες τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	4,31	0.888	5	53,5
		4. Βρίσκω απαραίτητη την αγορά οικιακού φορτιστή για έναν ιδιοκτήτη ηλεκτρικού οχήματος.	3,79	1.036	3 - 5	32,9
Ease of Use (EU)	Reflective 5-Likert	1. Θεωρώ εύκολη τη χρήση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	3,79	0.965	3	34,7
		2. Όσο πιο εύκολη είναι η χρήση της συσκευής τόσο πιο ικανοποιημένος θα είναι ο χρήστης από την εμπειρία φόρτισης.	4,54	0.720	5	65,3
		3. Η ύπαρξη εύχρηστου μενού ρυθμίσεων φόρτισης, θα βελτίωνε την εμπειρία χρήσης του οικιακού φορτιστή.	4,55	0.686	5	65,3
		4. Η έμφαση στην ευχρηστία της συσκευής είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της εμπειρίας χρήσης του οικιακού φορτιστή.	4,31	0.842	5	51,8
Subjective norm (SN)	Reflective 5-Likert	1. Ο περίγυρός μου είναι ενημερωμένος πάνω στις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	2,02	0.939	2	38,8
		2. Οι φίλοι και η οικογένειά μου έχουν θετική στάση απέναντι στους οικιακούς φορτιστές.	3,10	0.918	3	55,3
		3. Τα υπόλοιπα μέλη του νοικοκυριού θα συμφωνούσαν με την πρόθεσή μου για αγορά	3,43	1.022	3	40,6

		οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.				
		4. Οι υπόλοιποι ένοικοι της πολυκατοικίας θα συμφωνούσαν με την πρόθεσή μου για αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	2,86	1.023	3	44,7
Image (I)	Reflective 5-Likert	1. Θεωρώ την οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων πολυτελή συσκευή.	3,22	1.103	3	35,3
		2. Οι φίλοι και η οικογένεια μου θεωρούν τους οικιακούς φορτιστές πολυτελείς συσκευές.	3,38	0.946	3	43,5
		3. Θεωρώ πως η πολυτέλεια της εγκατάστασης οικιακής συσκευής φόρτισης θα μου προσέδιδε κύρος.	2,36	1.135	2	35,3
Incentives policy (IP)	Reflective 5-Likert	1. Είμαι ενημερωμένος πάνω στις επιχορηγήσεις που υφίστανται για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	2,13	1.331	1	46,5
		2. Θεωρώ σημαντική την ενίσχυση μέσω επιχορηγήσεων για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης.	4,15	0.908	5	44,1
		3. Βρίσκω ικανοποιητικές τις υπάρχουσες επιχορηγήσεις για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης.	2,54	0.875	3	53,5
		4. Θεωρώ σημαντική την ενίσχυση μέσω επιχορηγήσεων για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης.	4,34	0.895	5	55,3
		5. Διατίθεται να πληρώσω περισσότερο για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης, γνωρίζοντας για την ύπαρξη οικονομικών ενισχύσεων.	3,52	1.134	4	37,1

Risk (R)	Reflective 5-Likert	1. Με ανησυχεί ο κίνδυνος υπερφόρτωσης του δικτύου κατά τη χρήση της οικιακής συσκευής φόρτισης.	3,36	1.157	3	32,4
		2. Η πιθανότητα βραχυκυκλώματος κατά τη χρήση του οικιακού φορτιστή, μου προκαλεί αίσθημα ανασφάλειας.	3,14	1.188	3	31,2
		3. Δεν θεωρώ τον οικιακό φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων ασφαλή συσκευή.	2,38	0.988	3	37,6
		4. Η εγγύηση ασφάλειας της συσκευής είναι για μένα υψίστης σημασίας.	4,36	0.794	5	52,4
Price (P)	Reflective 5-Likert	1. Βρίσκω ακριβή την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	3,66	0.889	3	46,5
		2. Θεωρώ πως δεν αξίζει η επένδυση σε μια οικιακή συσκευή φόρτισης, δεδομένου του κόστους αγοράς της.	3,04	1.054	3	47,1
		3. Η μείωση της τιμής των οικιακών φορτιστών είναι υψίστης σημασίας για την απόφαση αγοράς τους.	4,05	0.880	4	37,6
Charging Time (T)	Reflective 5-Likert	1. Η βελτίωση του χρόνου φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι υψίστης σημασίας.	4,62	0.711	5	73,5
		2. Η δυνατότητα γρήγορης φόρτισης διευκολύνει σημαντικά την καθημερινότητα ενός κατόχου ηλεκτρικού οχήματος.	4,69	0.653	5	77,1
		3. Η χρήση φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο φόρτισης σε σχέση με τη χρήση συμβατικής πρίζας.	4,14	0.842	5	43,5
Charging Network (NET)	Reflective 5-Likert	1. Θεωρώ αρκετά διευρυμένο το δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα.	1,91	0.784	2	44,7
		2. Θεωρώ αρκετά διευρυμένο το δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην περιοχή μου.	1,75	0.933	1	52,9

		3. Υφιστάμενοι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκονται σε απόσταση που με εξυπηρετεί για να τους χρησιμοποιήσω.	2,11	1.008	1	34,1
Parking (PARK)	Reflective 5-Likert	1. Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης (π.χ. ιδιωτικού πάρκινγκ) ευνοεί την εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	4,29	0.937	5	53,5
		2. Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης είναι απαραίτητη για την εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	3,96	0.988	5	38,2
		3. Θα αγόραζα/νοίκιαζα ιδιωτικό πάρκινγκ προκειμένου να εγκαταστήσω οικιακή συσκευή φόρτισης για το όχημά μου.	2,59	1.135	3	30,6
		4. Θα αγόραζα οικιακό φορτιστή εάν ο δήμος εξασφάλιζε σταθερή θέση στάθμευσης στο δρόμο που μένω.	3,99	1.017	5	38,2
Attitude (ATT)	Reflective 5-Likert	1. Ενδιαφέρομαι για τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	3,16	1.206	3	32,9
		2. Μου αρέσει η ιδέα της χρήσης οικιακής συσκευής φόρτισης.	3,84	0.954	4	38,2
		3. Έχω θετική γνώμη για τους οικιακούς φορτιστές.	3,91	0.893	4	40,6
Acceptance (ACC)	Reflective 5-Likert	1. Θα χρησιμοποιούσα οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	4,01	0.878	4	41,8
		2. Σκοπεύω να αγοράσω οικιακό φορτιστή εάν και εφόσον κατέχω ηλεκτροκίνητο όχημα.	3,62	1.137	4	33,5
		3. Είναι πιθανό να αποκτήσω οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο μέλλον.	3,39	1.195	3	28,2
		4. Θα πρότεινα σε γνωστούς μου να αγοράσουν οικιακό φορτιστή.	3,48	0.995	3	43,5

4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μεθοδολογική προσέγγιση περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός σύνθετου μοντέλου δύο σταδίων, το οποίο δίνει τη δυνατότητα να εξεταστούν οι άμεσοι και έμμεσοι παράγοντες που επηρεάζουν την τάση των ανθρώπων να υιοθετήσουν την τεχνολογία των οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και την στάση των καταναλωτών απέναντι στη νέα αυτή καινοτομία. Τα δύο στάδια της ανάλυσης περιλαμβάνουν την ανάπτυξη του εξωτερικού μοντέλου (μοντέλο μέτρησης), το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ των δεικτών (ερωτήσεις ερωτηματολογίου) και των λανθανουσών μεταβλητών, και έπειτα του εσωτερικού μοντέλου (path), το οποίο με τη σειρά του εξετάζει τις πιθανές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων μεταβλητών, οι οποίες σχέσεις βασίζονται στις υποκείμενες ερευνητικές υποθέσεις αυτής της μελέτης.

4.2.1 *Ανάλυση Παραγόντων*

Όπως αναπτύχθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, το μοντέλο τεχνολογικής αποδοχής που θα καταστρωθεί, μελετά την εξάρτηση της τάσης για αποδοχή μίας νέας τεχνολογίας από την στάση των καταναλωτών απέναντι σε αυτή. Επίσης μελετά τις συσχετίσεις μεταξύ ορισμένων ακόμα παραγόντων και εξωτερικών μεταβλητών που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα μαζί και μεταξύ τους. Για την διαφύλαξη της εσωτερικής αξιοπιστίας των μετρήσεων, για κάθε μεταβλητή δημιουργήθηκαν από τρεις έως πέντε ερωτήσεις στο ερωτηματολόγιο που στόχευαν στην περιγραφή της. Για να προχωρήσει η ανάλυση, υπάρχει η ανάγκη κάθε ομάδα ερωτήσεων να ομαδοποιηθεί κάτω από ένα όνομα που θα αντανακλά μία υπό εξέταση μεταβλητή. Αυτή η προετοιμασία της βάσης δεδομένων γίνεται με τη μέθοδο της ανάλυσης παραγόντων, που στόχο έχει την μείωση ενός πλήθους αλληλεξαρτημένων μεταβλητών μέσω της ομαδοποίησης τους σε μικρότερο αριθμό ανεξάρτητων λανθανουσών μεταβλητών.

Για τις εξειδικευμένες ανάγκες της εργασίας, έχοντας ένα επαρκές δείγμα 170 απαντήσεων (Comrey, 1973), χρησιμοποιείται η μέθοδος της επιβεβαιωτικής ανάλυσης παραγόντων (confirmatory factor analysis) με την υπόθεση ότι οι 37 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου θα ομαδοποιηθούν σε έντεκα παράγοντες (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Μεταβλητή-Συμβολισμός-Ερμηνεία

Μεταβλητή		Ερμηνεία
Acceptance	ACC	Η τάση αποδοχής της καινοτομίας των οικιακών φορτιστών
Attitude	ATT	Η στάση των καταναλωτών απέναντι στην καινοτομία
Usefulness	U	Η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα των οικιακών φορτιστών
Ease of Use	EU	Η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης που διακρίνει τους φορτιστές
Subjective Norm	SN	Οι κοινωνικές νόρμες που διαμορφώνουν την απόφαση των καταναλωτών
Image	I	Το αντιλαμβανόμενο κύρος που προσδίδει η χρήση της καινοτομίας
Incentives Policy	IP	Οι πολιτικές κινήτρων που ευνοούν τη χρήση και αγορά
Risk	R	Ο κίνδυνος που πιθανώς επιφυλάσσει η χρήση των οικιακών φορτιστών
Charging time	T	Ο απαιτούμενος χρόνος έως την πλήρη φόρτιση ενός EV
Charging network	NET	Το δίκτυο σταθμών φόρτισης τη δεδομένη στιγμή
Price	P	Η τιμή αγοράς μίας οικιακής συσκευής φόρτισης

Σε πρώτο βήμα μελετώνται οι πίνακες συσχέτισης μεταξύ των ερωτήσεων (σελ.113), απαιτώντας στατιστικά σημαντική συσχέτιση, τουλάχιστον μεγαλύτερη του 0,3 (Mukherjee, 2018) ώστε να πληρούνται τα κριτήρια για την εφαρμογή της μεθόδου. Όσο υψηλότερη και στατιστικά σημαντική είναι η συσχέτιση μεταξύ ζευγών ερωτήσεων τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να ‘φορτίζονται’ από τον ίδιο παράγοντα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται χωρίς περιστροφή του παράγοντα που θα απαιτούνταν σε περίπτωση που παρουσιαζόντουσαν σημαντικά φορτία σε πολλές μεταβλητές, προκειμένου να διευκολυνθεί η ερμηνεία των παραγόντων. Υπερβολικά υψηλές τιμές στις συσχετίσεις (κοντά στο 1) επίσης θα δημιουργούσαν πρόβλημα στην εφαρμογή της μεθόδου καθώς θα μπορούσαν να οφείλονται σε μεγάλη συγγραμμικότητα.

Τα αποτελέσματα σε γενικές γραμμές κρίνονται απολύτως ικανοποιητικά με μια αναφορά να χρειάζεται μόνο να γίνει στις ερωτήσεις T3, P3 και R4 που εμφανίζουν χαμηλή συσχέτιση με τις υπόλοιπες ερωτήσεις, ενώ αρκετή σημασία θα δοθεί στις ερωτήσεις σχετικά με την θέση στάθμευσης (PARK) και τις πολιτικές κινήτρων (IP) όπου ο πίνακας συσχετίσεων διαφέρει κατά πολύ από το απαιτητό.

Πίνακας 5. Ανάλυση Παραγόντων

Μεταβλητή	KMO	Bartlett's test	Sig.	% of Variance (1 component)	% of Variance (2 component)
<i>Επιθυμητή τιμή</i>	$\approx 1, \neq 1$	$\gg 0$	≈ 0	<i>1 component >> 2 components</i>	
Usefulness	0,727	286,28	0,000	64,910	19,471
Ease of Use	0,747	185,435	0,000	58,805	20,310
Charging Time	0,554	102,513	0,000	59,480	28,817
Charging Network	0,684	150,812	0,000	70,022	18,165
Parking	0,526	42,822	0,000	37,456	29,312
Subjective Norm	0,677	179,089	0,000	57,241	20,168
Image	0,625	115,446	0,000	64,163	23,551
Incentives Policy	0,576	62,314	0,000	34,407	21,346
Price	0,580	53,326	0,000	54,521	27,567
Risk	0,711	231,110	0,000	60,153	21,917
Attitude	0,692	231,316	0,000	76,906	15,101
Acceptance	0,819	322,087	0,000	71,715	11,541

Στη συνέχεια γίνονται οι έλεγχοι των υποθέσεων, μελετώντας τα μέτρα στατιστικής σημαντικότητας των πινάκων (Πίνακας 5). Το μέτρο σφαιρικότητας Bartlett (Bartlett, 1950) χρησιμοποιείται για να επιβεβαιωθεί ότι η συσχέτιση των μεταβλητών δεν βρίσκεται υπερβολικά κοντά στο 0, που θα δήλωνε ότι ο πίνακας ταυτίζεται με τον μοναδιαίο, και ζητείται σημαντικότητα μικρότερη του 0.05 (Rovai, Baker, & Ponton, 2013). Το μέτρο επάρκειας δειγματοληψίας (Kaiser-Meyer-Olkin) θα ελέγξει την επάρκεια των στοιχείων για κάθε μεταβλητή με τιμές 0,5-0,7 να τη χαρακτηρίζουν ως μέτρια, 0.7-0.8 καλή, 0.8-0.9 μεγάλη και από 0.9 και άνω ως εξαιρετική). Ταυτόχρονα ελέγχεται και η αθροιστική διακύμανση που θα δηλώσει μέσω του μέτρου % of Variance αλλά και από τη γραφική απεικόνιση των ιδιοτιμών των παραγόντων (βλ.σελ.113), εάν ορθώς φορτίστηκαν οι υπό

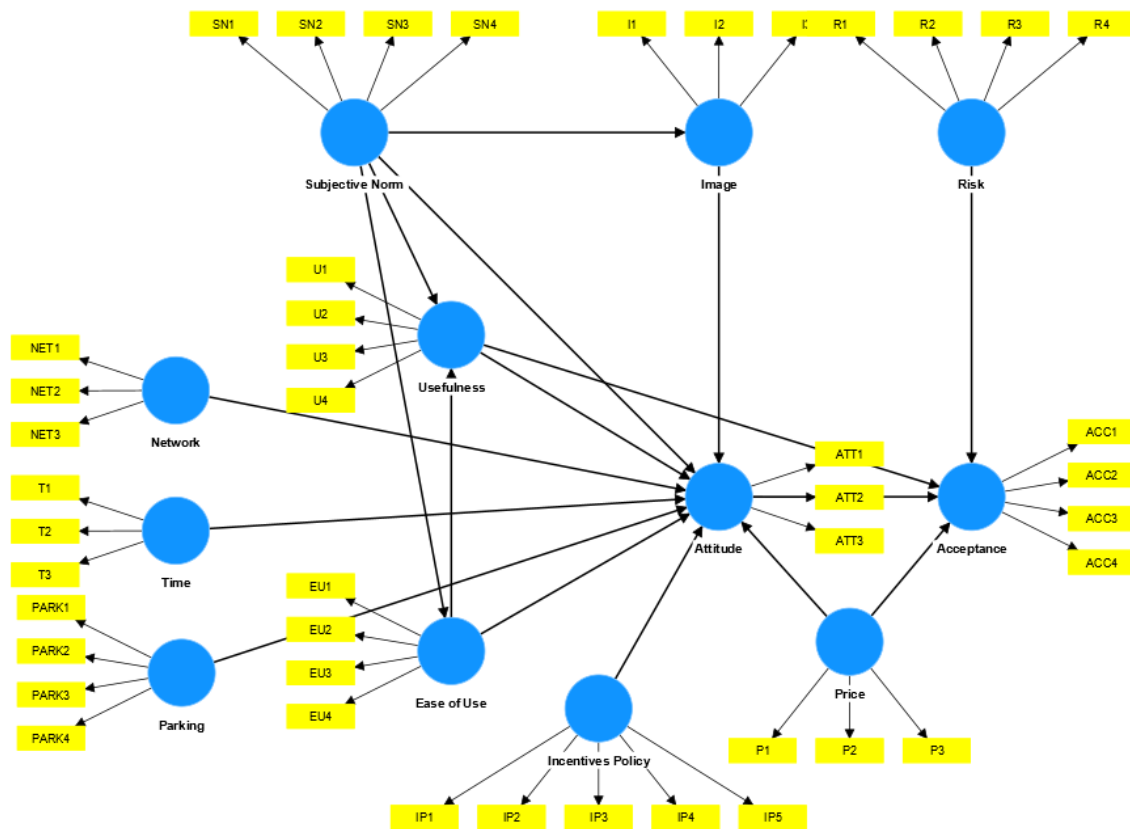
εξέταση μεταβλητές σε έναν παράγοντα συσχέτιση των μεταβλητών δεν βρίσκεται υπερβολικά κοντά στο 0, που θα δήλωνε ότι ο πίνακας ταυτίζεται με τον μοναδιαίο και ζητείται σημαντικότητα μικρότερη του 0.05 (Rovai, Baker, & Ponton, 2013). Το μέτρο επάρκειας δειγματοληψίας (Kaiser-Meyer-Olkin) θα ελέγξει την επάρκεια των στοιχείων για κάθε μεταβλητή με τιμές 0,5-0,7 να τη χαρακτηρίζουν ως μέτρια, 0.7-0.8 καλή, 0.8-0.9 μεγάλη και από 0.9 και άνω ως εξαιρετική. Ταυτόχρονα ή αν θα ήταν αποδοτικότερο να χωριστούν σε δύο ή και περισσότερους ξεχωριστούς.

Αξίζει να αναφερθούν τα αποτελέσματα για τις μεταβλητές της στάθμευσης (Parking) και των πολιτικών κινήτρων (Incentives Policy) στις οποίες οι συνολική διακύμανση του 1ου παράγοντα υπολογίστηκε χαμηλά αλλά κυρίως χωρίς μεγάλη απόκλιση από αυτή του 2ου .

4.2.2

Διαμόρφωση δομικού μοντέλου

Η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων (PLS) και η μοντελοποίηση διαρθρωτικών εξισώσεων (SEM) χρησιμοποιούνται στην παρούσα διπλωματική για τον έλεγχο των υποθέσεων και την κατάστρωση του μοντέλου έχοντας βρει εφαρμογή κατά καιρούς σε πληθώρα ερευνών γύρω από στρατηγικές marketing και management στον τομέα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού (Ringle et al., 2019), στην εφοδιαστική αλυσίδα (Kaufmann & Gaeckler, 2015), στα πληροφοριακά συστήματα (Ringle et al., 2012) και άλλα. Το εργαλείο PLS-SEM χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (Mateos Aparicio, 2011) προβλέπει την απόκριση ανεξάρτητων δεδομένων στις εξαρτημένες μεταβλητές κλίμακας, επαληθεύοντας τις υποθέσεις του μοντέλου, δίνοντας ικανοποιητικά αποτελέσματα σε μικρού μεγέθους δείγματα μελετώντας μεγάλο πλήθος παραγόντων (Fornell and Bookstein, 1982; Willaby et al., 2015; Hair et al., 2017b). Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή αυτών των μεθόδων ήταν το SmartPLS 4 στο οποίο καταστρώθηκαν οι υποθέσεις όπως αυτές παρουσιάστηκαν (Εικόνα 22).



Εικόνα 22. Αρχική μορφή μοντέλου στο PLS

4.2.3

Αποτελέσματα μοντέλου μέτρησης

Το πρώτο επίπεδο ελέγχου αφορά τον αντικατοπτρισμό των ερωτήσεων στον εκάστοτε παράγοντα επιθυμώντας η φόρτιση (Loading) να ξεπερνάει ορισμένη τιμή ώστε να χαρακτηρίζεται επαρκής η ενδοσυνέπεια. Τα αποτελέσματα (Πίνακας 6) είναι αρκετά ικανοποιητικά με την τιμή του Loading να ξεπερνά το 0,6 (Hair et al., 2019) για τους περισσότερους δείκτες και με αρκετά υψηλή σημαντικότητα ($p < 0,1\%$), ενώ ταυτόχρονα το μέτρο VIF είναι αρκετά χαμηλό.

Πίνακας 6. Κύρια περιγραφικά στατιστικά κατασκευών και εξωτερικές φορτώσεις στις λανθάνουσες μεταβλητές

Λανθάνουσα Μεταβλητή	Είδος	Ρόλος	Ερωτήσεις	Loadings	VIF (outer)
Usefulness (U)	Reflective 5-Likert	Independent/ Dedependent	1. Η εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης θα διευκόλυνε τη φόρτιση ηλεκτρικού οχήματος.	0.868***	2.960
			2. Η οικιακή συσκευή φόρτισης θα έκανε πιο εύκολη την καθημερινότητα ενός ιδιοκτήτη ηλεκτρικού οχήματος.	0.865***	2.334
			3. Βρίσκω χρήσιμες τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.838***	2.182
			4. Βρίσκω απαραίτητη την αγορά οικιακού φορτιστή για έναν ιδιοκτήτη ηλεκτρικού οχήματος.	0.620***	1.220
Ease of Use (EU)	Reflective 5-Likert	Independent/ Dedependent	1. Θεωρώ εύκολη τη χρήση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.670***	1.159
			2. Όσο πιο εύκολη είναι η χρήση της συσκευής τόσο πιο ικανοποιημένος θα είναι ο χρήστης από την εμπειρία φόρτισης.	0.815***	1.820
			3. Η ύπαρξη εύχρηστου μενού ρυθμίσεων φόρτισης, θα βελτιώνει την εμπειρία χρήσης του οικιακού φορτιστή.	0.819***	1.915
			4. Η έμφαση στην ευχρηστία της συσκευής είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της εμπειρίας χρήσης του οικιακού φορτιστή.	0.729***	1.613
Subjective norm (SN)	Reflective 5-Likert	Independent	1. Ο περίγυρός μου είναι ενημερωμένος πάνω στις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.487***	1.245
			2. Οι φίλοι και η οικογένειά μου έχουν θετική στάση απέναντι στους οικιακούς φορτιστές.	0.873***	2.019
			3. Τα υπόλοιπα μέλη του νοικοκυριού θα συμφωνούσαν με την πρόθεσή μου για αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.871***	1.890
			4. Οι υπόλοιποι ένοικοι της πολυκατοικίας θα συμφωνούσαν με την πρόθεσή μου για αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.707***	1.405
			1. Θεωρώ την οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων πολυτελή συσκευή.	0.945***	1.745

Image (I)	Reflective 5-Likert	Independent/ Dedependent	2. Οι φίλοι και η οικογένεια μου θεωρούν τους οικιακούς φορτιστές πολυτελείς συσκευές.	0.847***	1.701
			3. Θεωρώ πως η πολυτέλεια της εγκατάστασης οικιακής συσκευής φόρτισης θα μου προσέδιδε κύρος.	0.455*	1.202
Incentives policy (IP)	Reflective 5-Likert	Independent	1. Είμαι ενημερωμένος πάνω στις επιχορηγήσεις που υφίστανται για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.457***	1.043
			2. Θεωρώ σημαντική την ενίσχυση μέσω επιχορηγήσεων για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης.	0.699***	1.190
			3. Βρίσκω ικανοποιητικές τις υπάρχουσες επιχορηγήσεις για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης.	0.360*	1.076
			4. Θεωρώ σημαντική την ενίσχυση μέσω επιχορηγήσεων για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης.	0.700***	1.297
			5. Διατίθεται να πληρώσω περισσότερο για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης, γνωρίζοντας για την ύπαρξη οικονομικών ενισχύσεων.	0.618***	1.176
Risk (R)	Reflective5- Likert	Independent	1. Με ανησυχεί ο κίνδυνος υπερφόρτωσης του δικτύου κατά τη χρήση της οικιακής συσκευής φόρτισης.	0.738***	1.920
			2. Η πιθανότητα βραχυκυκλώματος κατά τη χρήση του οικιακού φορτιστή, μου προκαλεί αίσθημα ανασφάλειας.	0.906***	2.616
			3. Δεν θεωρώ τον οικιακό φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων ασφαλή συσκευή.	0.909***	1.948
			4. Η εγγύηση ασφάλειας της συσκευής είναι για μένα υψίστης σημασίας.	0.176*	1.117
Price (P)	Reflective 5-Likert	Independent	1. Βρίσκω ακριβή την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.545**	1.324
			2. Θεωρώ πως δεν αξίζει η επένδυση σε μια οικιακή συσκευή φόρτισης, δεδομένου του κόστους αγοράς της.	0.883**	1.259
			3. Η μείωση της τιμής των οικιακών φορτιστών είναι υψίστης σημασίας για την απόφαση αγοράς τους.	-0.209*	1.099
Charging Speed (T)	Reflective 5-Likert	Independent	1. Η βελτίωση του χρόνου φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι υψίστης σημασίας.	0.696***	1.766
			2. Η δυνατότητα γρήγορης φόρτισης διευκολύνει σημαντικά την καθημερινότητα ενός κατόχου ηλεκτρικού οχήματος.	0.748***	1.726

			3. Η χρήση φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο φόρτισης σε σχέση με τη χρήση συμβατικής πρίζας.	0.782***	1.074
Charging network (NET)	Reflective 5-Likert	Independent	1. Θεωρώ αρκετά διευρυμένο το δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα.	0.845**	1.448
			2. Θεωρώ αρκετά διευρυμένο το δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην περιοχή μου.	0.733**	1.892
			3. Υφιστάμενοι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκονται σε απόσταση που με εξυπηρετεί για να τους χρησιμοποιήσω.	0.871***	1.793
Parking (P)	Reflective 5-Likert	Independent	1. Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης (π.χ. ιδιωτικού πάρκινγκ) ευνοεί την εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.783***	1.170
			2. Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης είναι απαραίτητη για την εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.443***	1.133
			3. Θα αγοράζα/νοίκιαζα ιδιωτικό πάρκινγκ προκειμένου να εγκαταστήσω οικιακή συσκευή φόρτισης για το όχημά μου.	0.470***	1.101
			4. Θα αγοράζα οικιακό φορτιστή εάν ο δήμος εξασφάλιζε σταθερή θέση στάθμευσης στο δρόμο που μένω.	0.664***	1.135
Attitude (ATT)	Reflective 5-Likert	Independent/ Dedependent	1. Ενδιαφέρομαι για τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.817***	1.829
			2. Μου αρέσει η ιδέα της χρήσης οικιακής συσκευής φόρτισης.	0.921***	2.766
			3. Έχω θετική γνώμη για τους οικιακούς φορτιστές.	0.889***	2.216
Acceptance (ACC)	Reflective 5-Likert	Dedependent	1. Θα χρησιμοποιούσα οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.	0.865***	2.199
			2. Σκοπεύω να αγοράσω οικιακό φορτιστή εάν και εφόσον κατέχω ηλεκτροκίνητο όχημα.	0.831***	2.027
			3. Είναι πιθανό να αποκτήσω οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο μέλλον.	0.802***	1.863
			4. Θα πρότεινα σε γνωστούς μου να αγοράσουν οικιακό φορτιστή.	0.886***	2.540

Επίπεδο Σημαντικότητας: *** Υψηλή (< 0.1%), ** Μέση (< 1%), * Χαμηλή (<5%)

Συνεχίζοντας τη μελέτη του εξωτερικού μοντέλου μέτρησης δίνονται τέσσερις ακόμα τιμές. Οι παράγοντες που εμφανίζουν τιμές της άλφα του Cronbach και του δείκτη Composite Reliability (rho_c) μικρότερες του 0,6 χαρακτηρίζονται ως μη επαρκούς ενδοσυνέπειας (Hair et al., 2019; Malhotra & Birks, 2009), ωστόσο η ύπαρξη περισσότερων από μίας ερωτήσεων για την περιγραφή κάθε μεταβλητής ισοσταθμίζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων και επιτρέπει τη βελτίωση της εσωτερικής αξιοπιστίας των μετρήσεων. Συσχετίσεις μεγαλύτερες του 0,95 επίσης θα μπορούσαν να θεωρηθούν προβληματικές δηλώνοντας ευθεία απόκριση (Diamantopoulos et al., 2012; Drolet & Morrison, 2001).

Ως εναλλακτική προτείνεται ένα ακόμα μέτρο αξιολόγησης, Composite Reliability rho_a (Dijkstra & Henseler, 2015), το οποίο συνήθως βρίσκεται μεταξύ αυτών των δύο, αντιπροσωπεύοντας έναν καλό συμβιβασμό. Τα αποτελέσματα μετά τον πρώτο έλεγχο παρουσιάζονται στον Πίνακα 7 και όπως φαίνεται δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις για τις μεταβλητές Parking, Incentives Policy και Price.

Στη συνέχεια της αξιολόγησης ελέγχεται ο βαθμός στον οποίο η κάθε κατασκευή συγκλίνει, μελετώντας τη διακύμανση των στοιχείων της και διαφοροποιείται από άλλες κατασκευές. Ο βαθμός αυτός αντανακλάται στο μέτρο της διακρίνουσας εγκυρότητας (Hair et al., 2019) για την αξιολόγηση του οποίου υπολογίζεται η μέση διακύμανση AVE για κάθε στοιχείο της κατασκευής. Οι τιμές AVE μιας κατασκευής θα πρέπει να είναι χαμηλότερες από την τιμή της κοινής διακύμανσης όλων των κατασκευών ώστε να γίνεται εμφανής η διαφοροποίηση της από τις αυτές (Fornell & Larcker, 1981). Αποδεκτές είναι τιμές του μέτρου μεγαλύτερες του 0,5 υποδεικνύοντας ότι η κατασκευή εξηγεί τουλάχιστον το 50% της διακύμανσης των στοιχείων της.

Προκειμένου να βελτιωθούν τα αποτελέσματα αφαιρούνται οι ερωτήσεις που εμφάνισαν χαμηλές συσχετίσεις με τις υπόλοιπες στην ανάλυση παραγόντων και όπως φάνηκε είχαν και μικρή φόρτωση στον παράγοντα. Έτσι οι ερωτήσεις U4, EU1, T3, SN1, I3 και R4 παραλείπονται ενώ δεν θα μελετηθεί ο παράγοντας Parking που δεν πέρασε τον

έλεγχο ενδοσυνέπειας. Καθώς οι παράγοντες Incentives Policy και Price αναμένεται πιθανώς να δώσουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα, παρότι δεν ανταποκρίθηκαν ικανοποιητικά στον έλεγχο, θα μελετηθούν με προσοχή ύστερα από αφαίρεση των ερωτήσεων P3, IP1 και IP3. Τα αποτελέσματα στον δεύτερο έλεγχο παρουσιάζονται στον Πίνακα 8, έχοντας διορθώσει τις αστοχίες.

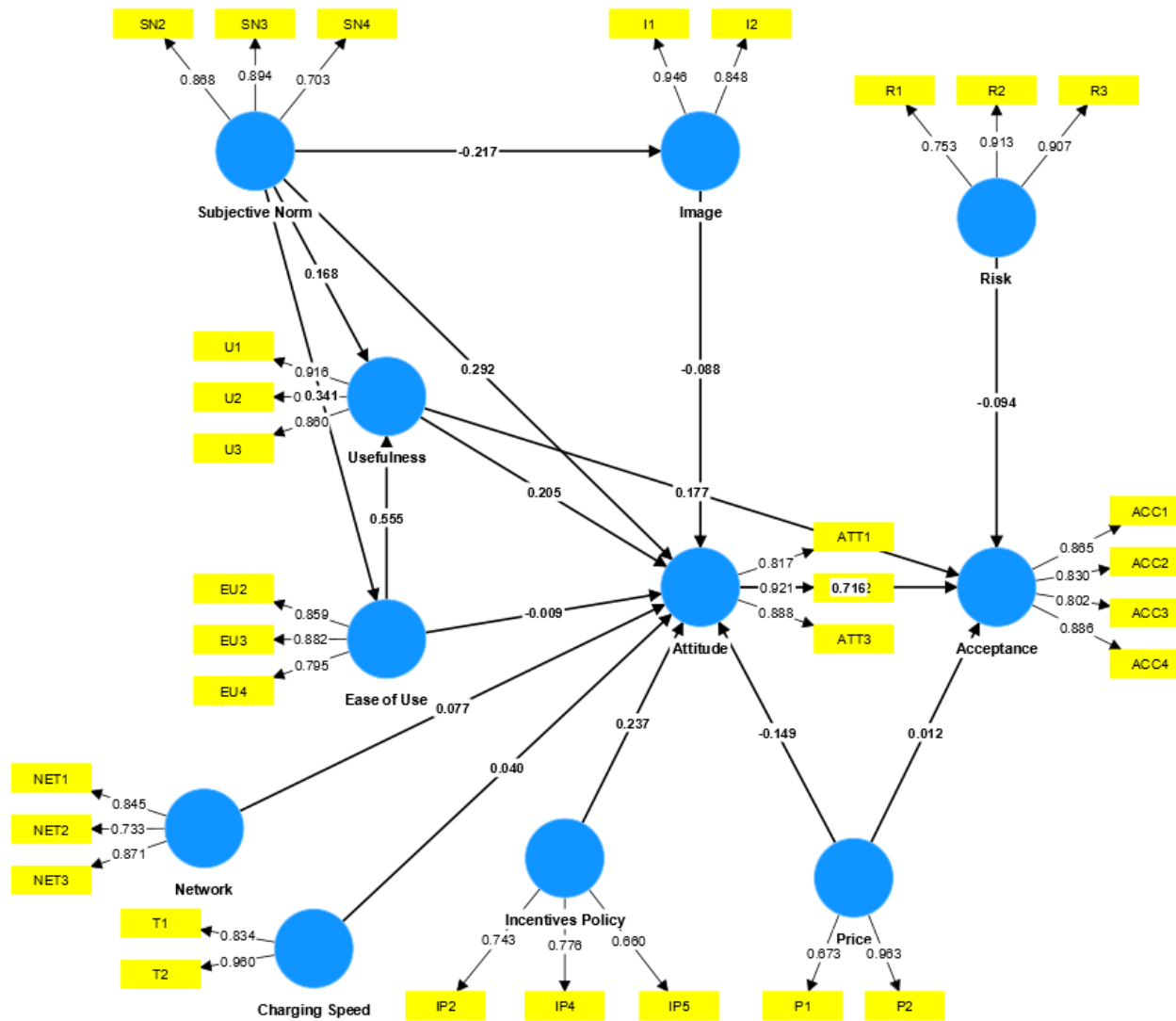
Πίνακας 7. Cronbach alpha - Composite Reliability - AVE

Μεταβλητή	Cronbach's alpha	rho_a	Composite reliability (rho_c)	AVE
Acceptance	0.868	0.878	0.910	0.717
Attitude	0.849	0.867	0.908	0.768
Ease of Use	0.757	0.759	0.847	0.583
Image	0.716	1.017	0.816	0.612
Incentives Policy	0.506	0.532	0.709	0.340
Network	0.785	0.841	0.866	0.684
Parking	0.436	0.508	0.683	0.367
Price	0.576	-0.110	0.350	0.349
Risk	0.762	0.737	0.775	0.525
Subjective Norm	0.744	0.842	0.832	0.564
Time	0.638	0.627	0.803	0.576
Usefulness	0.810	0.821	0.878	0.647

Πίνακας 8. Cronbach alpha - Composite Reliability - AVE έπειτα από βελτίωση

Μεταβλητή	Cronbach's alpha	rho_a	Composite reliability (rho_c)	AVE
Acceptance	0.868***	0.878***	0.910***	0.716***
Attitude	0.849***	0.866***	0.908***	0.768***
Ease of Use	0.802***	0.820***	0.883***	0.716***
Image	0.773***	0.932***	0.892***	0.806***
Incentives Policy	0.556***	0.557***	0.771***	0.530***
Network	0.785***	0.905***	0.864***	0.680***
Price	0.619***	1.044***	0.814***	0.692***
Risk	0.837***	0.983***	0.892***	0.736***
Subjective Norm	0.770***	0.822***	0.865***	0.683***
Time	0.786***	0.819***	0.902***	0.821***
Usefulness	0.865***	0.869***	0.918***	0.788***

Επίπεδο Σημαντικότητας: *** Υψηλή (< 0.1%), ** Μέση (< 1%), * Χαμηλή (< 5%).



Εικόνα 23. Τελική μορφή μοντέλου στο PLS - Outer Loadings

Ταυτόχρονα ελέγχεται και το μέτρο HTMT που ορίζεται ως η μέση τιμή των συσχετίσεων των στοιχείων σε σχέση με τον γεωμετρικό μέσο όρο των συσχετίσεων για τα αντίστοιχα στοιχεία που μετρούν την ίδια δομή. Επομένως μεγάλες τιμές του HTMT (υψηλότερες από 0,90) θα μεγιστοποιούσαν τις πιθανότητες η κατασκευή να μην διαφέρει από μία άλλη καθώς θα δήλωναν ότι δεν υπάρχει σημαντικότητα στη διάκριση (Henseler et al., 2015). Τα αποτελέσματα του ελέγχου είναι τα επιθυμητά με μοναδική εξαίρεση τους μέσους όρους για της μεταβλητές της στάσης των καταναλωτών και της τάσης αποδοχής, μία αναμενόμενη παρατήρηση λόγω της υψηλής εννοιολογικής τους συγγένειας.

Πίνακας 9. HTMT

Μεταβλητή	ACC	ATT	EU	I	IP	NET	P	R	SN	T	U
Acceptance											
Attitude	0.931										
Ease of Use	0.430	0.385									
Image	0.240	0.274	0.101								
Incentives Policy	0.692	0.665	0.605	0.211							
Network	0.096	0.128	0.179	0.062	0.170						
Price	0.359	0.401	0.142	0.379	0.319	0.382					
Risk	0.317	0.245	0.136	0.358	0.217	0.083	0.602				
Subjective Norm	0.677	0.627	0.407	0.284	0.540	0.152	0.355	0.307			
Time	0.173	0.234	0.598	0.105	0.352	0.274	0.069	0.135	0.227		
Usefulness	0.587	0.507	0.714	0.117	0.592	0.094	0.209	0.231	0.422	0.380	

4.2.4 Έλεγχος υποθέσεων

Μετά την επικύρωση του μοντέλου μέτρησης και εφόσον επιβεβαιώθηκε ότι οι δείκτες μετρούν ικανοποιητικά την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των μεταβλητών, ακολουθεί η αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ των κατασκευών (εσωτερικό μοντέλο) και του επιπέδου σημαντικότητάς τους. Πρωτού αξιολογηθούν οι σχέσεις αυτές, διεξάγεται

έλεγχος μελέτης της συγγραμμικότητας που θα μπορούσε να προκαταλαμβάνει τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Ο υπολογισμός γίνεται με βάση τις τιμές Variance Inflation Factor (VIF) αναδεικνύοντας πιθανό ζήτημα συγγραμμικότητας σε περίπτωση που αυτές υπερβαίνουν το 3-5 (Mason and Perreault, 1991; Becker et al., 2015). Εφόσον οι τιμές βρίσκονται κάτω από τα επιθυμητά όρια, με όλες να κυμαίνονται από το 2 και κάτω (Πίνακας 10), δεν προκαλείται ανησυχία για την ύπαρξη συγγραμμικότητας.

Πίνακας 10. Συντελεστής VIF

Σχέσεις Μεταβλητών	VIF (Inner)
Attitude -> Acceptance	1.371
Charging Speed -> Attitude	1.328
Ease of Use -> Attitude	2.029
Ease of Use -> Usefulness	1.131
Image -> Attitude	1.175
Incentives Policy -> Attitude	1.349
Network -> Attitude	1.156
Price -> Acceptance	1.359
Price -> Attitude	1.262
Risk -> Acceptance	1.297
Subjective Norm -> Attitude	1.361
Subjective Norm -> Ease of Use	1.000
Subjective Norm -> Image	1.000
Subjective Norm -> Usefulness	1.131
Usefulness -> Acceptance	1.270
Usefulness -> Attitude	1.760

Στη συνέχεια αξιολογείται η προσαρμογή του μοντέλου στις κατασκευές μέσω της διακύμανσης. Ο συντελεστής R^2 αντικατοπτρίζει τη διακύμανση των εξαρτημένων μεταβλητών που εξηγούνται από το μοντέλο, ενώ δίνεται και το προσαρμοσμένο R^2 , τα οποία κυμαίνονται από 0 έως 1, με υψηλότερες τιμές να υποδεικνύουν μεγαλύτερη επεξηγηματική ισχύ (Shmueli και Koppius, 2011). Τα R^2 όπως φαίνεται στον Πίνακα 11 βρίσκονται σε ικανοποιητικές τιμές για τις μεταβλητές των Acceptance, Attitude και Usefulness υπερβαίνοντας το 0,4 με βαθμό σημαντικότητας $p < 0,1\%$.

Πίνακας 11. Συντελεστής προσδιορισμού R^2

Μεταβλητή	R-square	R-square adjusted
Acceptance	0.696***	0.689***
Attitude	0.439***	0.411***
Ease of Use	0.116**	0.111**
Image	0.047	0.041
Usefulness	0.400***	0.392***

Τέλος εξετάζεται ο συντελεστής συνάφειας της κατασκευής f^2 (Πίνακας 12) που αντικατοπτρίζει την αλλαγή που συμβαίνει στην τιμή του συντελεστή R^2 όταν μία άλλη κατασκευή παραλείπεται. Από τη μελέτη του συντελεστή προκύπτει ότι το Attitude παρουσιάζει σημαντικό μέγεθος επίδρασης στο Acceptance, επηρεάζοντάς το σε μεγάλο βαθμό ($f^2= 1,231$) και με υψηλή σημαντικότητα ($p<0,1\%$). Επίσης, το Ease of Use φαίνεται να επιδρά έντονα ($f^2= 0,454$) και σχετικά σημαντικά στο Usefulness ($p<1\%$) ενώ τέλος, μικρότερη ($f^2= 0,131$) και όχι τόσο σημαντική ($p<5\%$) επίδραση έχει και το Subjective Norm στο Ease of Use.

Πίνακας 12. Συντελεστής f^2

Σχέσεις Μεταβλητών	f-square
Attitude -> Acceptance	1.231***
Charging Speed -> Attitude	0.002
Ease of Use -> Attitude	0.000
Ease of Use -> Usefulness	0.454**
Image -> Attitude	0.012
Incentives Policy -> Attitude	0.074
Network -> Attitude	0.009
Price -> Acceptance	0.000
Price -> Attitude	0.031
Risk -> Acceptance	0.023
Subjective Norm -> Attitude	0.111
Subjective Norm -> Ease of Use	0.131*
Subjective Norm -> Image	0.049
Subjective Norm -> Usefulness	0.041
Usefulness -> Acceptance	0.081
Usefulness -> Attitude	0.043

Επίπεδο Σημαντικότητας: *** Υψηλή (< 0.1%), ** Μέση (< 1%), * Χαμηλή (<5%).

Τα αποτελέσματα του εσωτερικού μοντέλου (path) παρουσιάζονται στον Πίνακα 13. Αναλυτικά, οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών του βασικού μοντέλου TAM, Χρησιμότητα, Ευκολία χρήσης, Στάση και Τάση Αποδοχής, παρουσιάζουν την αναμενόμενη θετική κατεύθυνση και επιδράσεις σε κάθε περίπτωση και ευθυγραμμίζονται με τις αντίστοιχες ερευνητικές υποθέσεις (H1-H3). Εξαιρείται η επίδραση της ευκολίας χρήσης στη στάση των καταναλωτών που παρουσιάζεται ελαφρώς αρνητική ($\beta=-0.009$) αλλά και χωρίς σημαντικότητα ($p>5\%$), η οποία ωστόσο δείχνει να επηρεάζει πολύ έντονα ($\beta=0.555$, $p<0.1\%$) το Usefulness, επιβεβαιώνοντας πως όσο πιο εύκολη στη χρήση θεωρούν οι καταναλωτές μια τεχνολογία, τόσο πιο χρήσιμη αυτή τους φαίνεται. Η ισχυρότερη άμεση επίδραση παρατηρείται μεταξύ Attitude και Acceptance ($\beta=0.716$, $p<0.1\%$), το οποίο και αναμενόταν δεδομένης της ισχυρής σύνδεσης και εννοιολογικά των δυο μεταβλητών. Έπειτα ακολουθούν οι θετικές επιδράσεις του Usefulness στο Attitude ($\beta=0.205$, $p<5\%$), και το Acceptance ($\beta=0.177$, $p<1\%$) σε βαθμό αρκετά σημαντικό.

Από τις εξωτερικές μεταβλητές αυτή που παρουσιάζει την μεγαλύτερη συσχέτιση με τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου είναι το Subjective Norm, δηλώνοντας πως η θετική τροφοδότηση από τον κοινωνικό περίγυρο σχετικά με τη δεδομένη τεχνολογία μπορεί να επηρεάσει αντίστοιχα θετικά και έντονα την στάση των καταναλωτών απέναντι της ($\beta=0.292$, $p<0,1\%$), καθώς και την εκλαμβάνουσα χρησιμότητα ($\beta=0.168$, $p<1\%$) και ευκολία χρήσης ($\beta=0.341$, $p<0.1\%$). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αρνητική επίδραση που εκδηλώνει το Subjective Norm στο Image ($\beta=-0.217$, $p<5\%$) η οποία καταρρίπτει την αρχική υπόθεση H5a, ότι η επιρροή από τον περίγυρο έχει θετικό αντίκτυπο στο κύρος. Το αποτέλεσμα αυτό εναποτέθηκε στο γεγονός ότι η λέξη 'πολυτέλεια' που χρησιμοποιήθηκε στο ερωτηματολόγιο για να περιγράψει το κύρος έχει διττή σημασία, αποδίδοντας εκτός από τη δεδομένη θετική χροιά και μια αίσθηση αρνητικά φορτισμένη. Οι ερωτηθέντες φαίνεται να εξέλαβαν την 'πολυτέλεια' της τεχνολογίας των οικιακών φορτιστών ως απρόσιτη, περιττή ή και ακριβή και να την αντιμετώπισαν αρνητικά. Για τα δεδομένα της παρούσας διπλωματικής, η σχέση αυτή δεν θα αποτυπωθεί στο διάγραμμα του μοντέλου, θεωρώντας πως οφείλεται σε άστοχη προσέγγιση, ωστόσο δίνει τροφή για περαιτέρω ενασχόληση με τη μεταβλητή του Image.

Τελευταίες μεταβλητές που θα εισαχθούν στο μοντέλο είναι το Incentives Policy και το Price. Τα οικονομικά κίνητρα που δίνονται φαίνεται να επηρεάζουν έντονα ($\beta=0.237$) και με αρκετή σημαντικότητα ($p<1\%$) τη στάση των καταναλωτών απέναντι στους οικιακούς φορτιστές κάνοντας τους πιο θετικούς απέναντι σε αυτή την τεχνολογία όσο πιο προσιτή την κάνουν οι πολιτικές οικονομικών κινήτρων. Ταυτόχρονα η αρνητική επίδραση της τιμής στη στάση των καταναλωτών επιβεβαιώνεται ($\beta=-0.149$, $p<5\%$) δηλώνοντας ότι όσο πιο ακριβή είναι η αγορά μιας συσκευής τόσο πιο αρνητική στάση έχουν οι καταναλωτές απέναντι στην αγορά της.

Πίνακας 13. Εσωτερικό μοντέλο (path) – Direct effects

Σχέσεις Μεταβλητών	Υπόθεση	Path coefficients
Attitude -> Acceptance	H3	0.716***
Charging Speed -> Attitude	H9	0.040
Ease of Use -> Attitude	H2 α	-0.009
Ease of Use -> Usefulness	H2 β	0.555***
Image -> Attitude	H5 β	-0.088
Incentives Policy -> Attitude	H6	0.237**
Network -> Attitude	H10	0.077
Price -> Acceptance	H8 β	0.012
Price -> Attitude	H8 α	-0.149*
Risk -> Acceptance	H7	-0.094
Subjective Norm -> Attitude	H4 γ	0.292***
Subjective Norm -> Ease of Use	H4 β	0.341***
Subjective Norm -> Image	H5 α	-0.217*
Subjective Norm -> Usefulness	H4 α	0.168**
Usefulness -> Acceptance	H1 β	0.177**
Usefulness -> Attitude	H1 α	0.205*

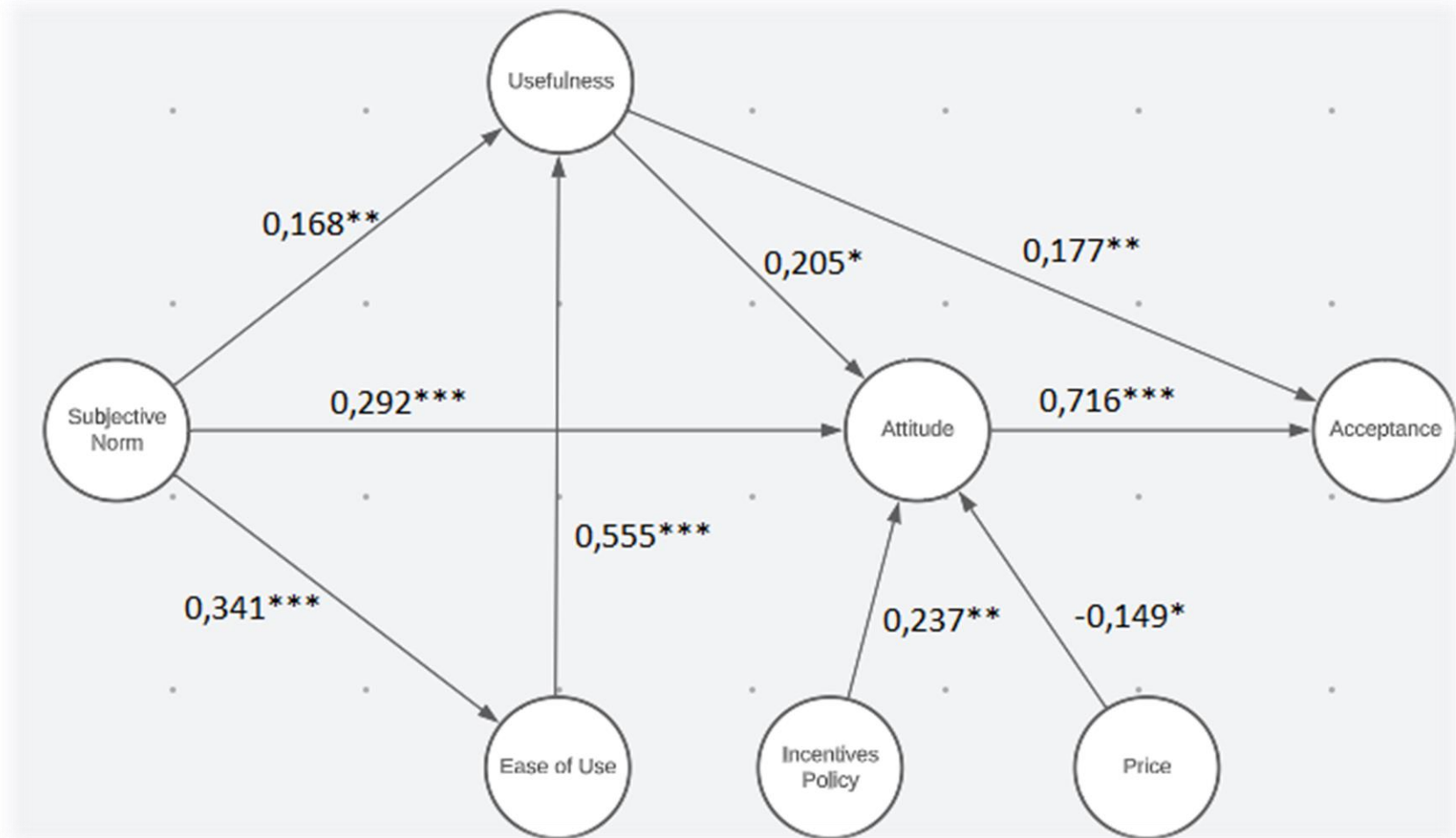
Επίπεδο Σημαντικότητας: *** Υψηλή (< 0.1%), ** Μέση (< 1%), * Χαμηλή (< 5%)

Στη συνέχεια εξετάζονται και τα έμμεσα μονοπάτια που ακολουθούν οι μεταβλητές επηρεάζοντας η μία την άλλη (Πίνακας 14). Φαίνεται έτσι, ότι όλες οι μεταβλητές που προαναφέρθηκαν (Usefulness, Ease of Use, Subjective Norm, Price, Incentives Policy), εκτός από τις άμεσες συνδέσεις που αναλύθηκαν, επηρεάζουν και έμμεσα την τελική αποδοχή της τεχνολογίας (Acceptance).

Πίνακας 14. Indirect effects

Σχέσεις Μεταβλητών	Indirect effects
Subjective Norm -> Usefulness -> Acceptance	0.030*
Price -> Attitude -> Acceptance	-0.107*
Subjective Norm -> Ease of Use -> Usefulness -> Acceptance	0.033*
Ease of Use -> Usefulness -> Acceptance	0.098**
Subjective Norm -> Ease of Use -> Usefulness	0.189***
Subjective Norm -> Attitude -> Acceptance	0.209***
Usefulness -> Attitude -> Acceptance	0.147*
Incentives Policy -> Attitude -> Acceptance	0.170**

Επίπεδο Σημαντικότητας: *** Υψηλή (< 0.1%), ** Μέση (< 1%), * Χαμηλή (<5%)



Εικόνα 24. Μοντέλο Τεχνολογικής Αποδοχής Οικιακών Συσκευών Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων – Direct Effects

Επίπεδο Σημαντικότητας: *** Υψηλή (< 0.1%), ** Μέση (< 1%), * Χαμηλή (< 5%)

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Το μοντέλο τεχνολογικής αποδοχής που καταστρώθηκε, εστιάζει στην χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης ως κύριους παράγοντες επιρροής της στάσης των καταναλωτών προς τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και της αποδοχής τους. Επιπλέον μελετήθηκαν παράγοντες όπως ο χρόνος φόρτισης, το δίκτυο φόρτισης, η κατοχή πάρκινγκ, η κοινωνική επιρροή, η πολυτέλεια, οι επιχορηγήσεις, η τιμή και η ασφάλεια της συσκευής. Μέσα από το μοντέλο θα προσδιοριστεί ποιοι από αυτούς τους παράγοντες διαμορφώνουν την τάση αποδοχής των καταναλωτών, προσφέροντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες για την προώθηση και τη βελτίωση των οικιακών φορτιστών και κάνοντας καίριες προτάσεις τόσο προς το κράτος όσο και προς τους κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων και φορτιστών.

5.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Περνώντας στα συμπεράσματα, από την αναδρομή στο περιβάλλον της αυτοκίνησης στην Ελλάδα και των εξελίξεων στην αγορά αυτοκινήτων, φαίνεται ότι η μείωση στις νέες ταξινομήσεις οχημάτων έχει συντελέσει στην ύπαρξη ενός πολύ γερασμένου στόλου, ο οποίος θα απαιτήσει άμεσα ανανέωση στα επόμενα χρόνια. Είναι επομένως μια ευκαιρία για αύξηση του μεριδίου αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων. Ωστόσο, το μέλλον των οικιακών φορτιστών ηλεκτρικών οχημάτων δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις εμπορικές τάσεις της αυτοκινητοβιομηχανίας και την εξελικτική πορεία της ηλεκτροκίνησης ούτε μπορεί να προβλεφθεί βάσει αυτής, αλλά διαμορφώνεται και από την επικρατούσα στάση των καταναλωτών απέναντι στην αποδοχή της εγκατάστασής τους. Η στάση των καταναλωτών, εξαρτάται από ορισμένους κοινωνικούς, οικονομικούς και πρακτικούς παράγοντες, οι οποίοι συνδυάζονται στο Μοντέλο Τεχνολογικής Αποδοχής μπορούν να προσδιορίσουν την τάση τους για αποδοχής και αγορά. Ορισμένα από τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα που εξήχθησαν είναι ότι η στάση του κοινωνικού περίγυρου φαίνεται να έχει μεγαλύτερη επιρροή στην απόφαση αγοράς ενός οικιακού φορτιστή σε σχέση με τις πολιτικές κινήτρων, ενώ το κόστος απόκτησης, παρότι αναμενόμενα αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην απόφαση αγοράς, καθώς όσο αυξάνεται τόσο πιο δύσκολη είναι η απόφαση επένδυσης, δεν είναι ωστόσο ο ισχυρότερος παράγοντας επιρροής. Η φιλικότητα προς το χρήστη επίσης επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ωφέλιμη αξία που αντιλαμβάνονται στην καθημερινότητά τους, αλλά αυτό δεν μεταφράζεται απαραίτητα και σε αντίστοιχη προδιάθεση για αγορά. Απαιτείται επομένως κατάλληλη κινητοποίηση από τους φορείς για να ενισχυθεί η αγορά οικιακών φορτιστών, χρησιμοποιώντας και τα αποτελέσματα του μοντέλου τεχνολογικής αποδοχής, προκειμένου να ευνοηθεί πιο αισθητά η αποδοχή και εγκατάστασή τους.

Πιο αναλυτικά, τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη επιβεβαίωσαν την θετική εξάρτηση της στάσης των καταναλωτών στην τάση αποδοχής της τεχνολογίας, επιτρέποντας την εξαγωγή συμπερασμάτων για την τελική πρόθεση αγοράς οικιακών φορτιστών μέσω της εκτίμησης της προδιάθεσης των δυνητικών χρηστών απέναντι στο

προϊόν. Η στάση αυτή φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από τη χρησιμότητα που αναγνωρίζουν οι άνθρωποι στην τεχνολογία αυτή, η οποία χρησιμότητα έχει θετικό αντίκτυπο και απευθείας στην τάση αποδοχής. Επομένως η ενίσχυση της χρησιμότητας και η κατανόηση της αναγκαιότητας μιας συσκευής φόρτισης για τους κατόχους ηλεκτρικών οχημάτων, αναμένεται να ευνοήσει σημαντικά την αγορά τους. Ως προς την ευκολία χρήσης της συσκευής, η υπόθεση για το θετικό της αντίκτυπο στην στάση των καταναλωτών δεν επιβεβαιώθηκε, φάνηκε όμως μια ισχυρή σύνδεση με την μεταβλητή της χρησιμότητας. Επομένως, η προσπάθεια για συσκευές εύκολες στη χρησιμοποίηση και φιλικές ως προς τον χρήστη, μπορεί να μην επηρεάζει άμεσα την αγορά τους, αλλά ενισχύει την χρησιμότητα που αντιλαμβάνονται σε αυτοί οι πιθανοί καταναλωτές.

Ο επόμενος παράγοντας που μελετήθηκε ήταν η επιρροή του κοινωνικού περιγύρου, η οποία φάνηκε να επηρεάζει άμεσα την στάση των ατόμων και να συνδέεται παράλληλα ισχυρά τόσο με την χρησιμότητα όσο και με την ευκολία στη χρήση. Αυτό επιβεβαιώνει ότι όσο πιο θετικό είναι το κοινωνικό περιβάλλον του ατόμου απέναντι σε μια τεχνολογία, τόσο πιο χρήσιμη τείνει να την αντιλαμβάνεται και τόσο λιγότερη σημασία δίνει στο αν παρουσιάζει δυσκολία στη χρήση του. Μια μεταβλητή, που σε προηγούμενη βιβλιογραφία, φαινόταν να συνδέεται με την επιρροή του κοινωνικού περιγύρου, είναι το κύρος που μπορεί να δώσει στο άτομο η χρήση μιας καινοτόμου τεχνολογίας. Στην παρούσα έρευνα δεν επιβεβαιώθηκε κάποια θετική επιρροή του παράγοντα αυτού στις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου, γεγονός που θα μπορούσε να οφείλεται σε αδυναμία των ερωτήσεων να περιγράψουν τον παράγοντα, καθώς μάλλον η χρήση της λέξης 'πολυτέλεια' δημιούργησε αρνητική διάθεση σε κάποιους ερωτώμενους, που ίσως την συσχέτισαν με κάτι ακριβό, υπερβολικό και περιττό. Σε μία δεύτερη προσπάθεια προώθησης του ερωτηματολογίου, θα ήταν ενδιαφέρουσα η προσπάθεια να διορθωθούν οι ερωτήσεις που απέτυχαν να αντικατοπτρίσουν τους επιθυμητούς παράγοντες, ενώ η επανάληψη του κύκλου και στα αγγλικά ίσως δώσει τα αποτελέσματα που αναμενόταν και ίσως να απέτυχαν λόγω της αστοχίας της μετάφρασης.

Επόμενη και εξαιρετικού ενδιαφέροντος μεταβλητή είναι η τιμή αγοράς του προϊόντος, η οποία εμφάνισε σημαντική αρνητική επιρροή στην στάση των καταναλωτών, δηλώνοντας την αναμενόμενη υπόθεση, πως δηλαδή όσο ακριβότερη είναι η τιμή απόκτησης της συσκευής φόρτισης τόσο λιγότερο θετική εμφανίζεται η αυθεντική στάση των καταναλωτών. Η τιμή ενός αγαθού αντιμετωπίζεται από τους ενδιαφερόμενους ως οικονομικό ρίσκο και γίνονται όλο και πιο επιφυλακτικοί ως προς την επένδυση σε αυτό, όσο το κόστος αυξάνεται. Ταυτόχρονα μελετήθηκαν τα οικονομικά κίνητρα και η διευκόλυνση της αγοράς προϊόντων ηλεκτροκίνησης μέσω αυτών. Οι πολιτικές κινήτρων επιβεβαιώθηκε πως συνδέονται άμεσα με την στάση των καταναλωτών προς την τεχνολογία των οικιακών συσκευών ευνοώντας τη σε σημαντικό βαθμό. Δεδομένου του μεγάλου κόστους των προϊόντων αυτών, η ύπαρξη οικονομικών ελαφρύνσεων είναι λογικό να επηρεάζει θετικά τη στάση των καταναλωτών. Επιβεβαιώνεται επομένως ότι ορθώς οι κρατικοί μηχανισμοί επενδύουν σε προγράμματα οικονομικών ενισχύσεων καθώς αυτά αποτελούν σημαντική μεταβλητή στην προσπάθεια προώθησης της ηλεκτροκίνησης.

Οι επιπλέον του βασικού μοντέλου TAM παράγοντες που μελετήθηκαν, όπως ο απαιτούμενος χρόνος φόρτισης, το δίκτυο σταθμών φόρτισης και η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης, δεν φάνηκε να επηρεάζουν, ως υποτέθηκε, τη στάση των πιθανών χρηστών απέναντι στους οικιακούς φορτιστές.

5.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.3.1 Πολιτικής

Μελετώντας το μοντέλο τεχνολογικής αποδοχής που καταστρώθηκε εξάγονται χρήσιμα δεδομένα ώστε να γίνουν προτάσεις προς το κράτος για τις μελλοντικές κινήσεις προς μια αποδοτικότερη προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Η σημαντικότητα των πολιτικών κινήτρων στη διαμόρφωση της στάσης των καταναλωτών δεν αφήνει περιθώριο για κατάργηση των υφιστάμενων οικονομικών ενισχύσεων και φοροαπαλλαγών αλλά αντίθετα επιτάσσει ακόμα πιο συστηματική επένδυση σε προγράμματα επιδοτήσεων οικιακών συσκευών φόρτισης.

Μερικές ακόμα ιδέες που θα μπορούσαν να εντείνουν τη θετική στάση των καταναλωτών απέναντι στους οικιακούς φορτιστές και μα ευνοήσουν την ανάπτυξη της αγοράς τους είναι:

- μείωση στο τιμολόγιο ρεύματος με χαμηλότερη τιμή κιλοβατώρας για τους κατόχους οικιακής συσκευής φόρτισης
- εξασφάλιση σταθερής θέσης στάθμευσης σε δημόσιο δρόμο στη διεύθυνση μόνιμης κατοικίας κατόχων ηλεκτρικών οχημάτων για όσους δε διαθέτουν πάρκινγκ, προκειμένου να εγκαταστήσουν την οικιακή συσκευή
- επιδότηση ενοικίασης θέσης στάθμευσης σε ιδιωτικό πάρκινγκ για την εγκατάσταση του οικιακού φορτιστή

5.3.2

Προς κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων

Περισσότερο και από τις πολιτικές κινήτρων, ρόλο στη διαμόρφωση της στάσης των καταναλωτών φαίνεται να διαδραματίζει η γνώμη του κοινωνικού περίγυρου του ατόμου. Επόμενη σε σειρά έρχεται η χρησιμότητα και με έμμεση σύνδεση η ευκολία στη χρήση ενώ επίσης επηρεάζει αλλά σε μικρότερο βαθμό η τιμή του προϊόντος. Από την πλευρά τους λοιπόν, οι κατασκευαστές συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων θα ήταν σημαντικό να μειώσουν το κόστος αγορά των οικιακών συσκευών, αλλά και να επενδύσουν κατασκευαστικά στη φιλικότητα των οικιακών συσκευών φόρτισης προς το χρήστη.

Ιδιαίτερη έμφαση αξίζει να δώσουν οι κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων και οικιακών σταθμών φόρτισης στη μεταβλητή της κοινωνικής επιρροής που φαίνεται να επηρεάζει με ακόμα περισσότερη βαρύτητα την στάση των δυνητικών χρηστών απέναντι στις συσκευές φόρτισης. Ορισμένες προτάσεις ενίσχυσης θα μπορούσαν να είναι:

- εκστρατείες ενημέρωσης των πολιτών για τα γενικότερα οφέλη της ηλεκτροκίνησης και τη χρησιμότητα των οικιακών συσκευών φόρτισης για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων
- δράσεις με επικεντρωμένο το ενδιαφέρον στη χρήση των οικιακών φορτιστών, μέσα από τις οποίες τα άτομα θα μπορούν να δοκιμάσουν τις συσκευές φόρτισης, να εξοικειωθούν με τη χρήση της και να αντιληφθούν την ευκολία της. Ταυτόχρονα μέσα από αυτές τις οργανωμένες δραστηριότητες θα δοθεί χώρος για συναναστροφή και συζητήσεις γύρω από την ηλεκτροκίνηση και τα προϊόντα της, με τους συμμετέχοντες να ανταλλάσσουν τις εμπειρίες τους και να ενισχύουν τη θετική στάση ο ένας του άλλου.

5.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Ξεκινώντας γίνεται η παραδοχή ότι, ενώ το δείγμα που ερωτήθηκε ήταν ικανοποιητικό, για τα δεδομένα της διπλωματικής και για τις ανάγκες κατάστρωσης του μοντέλου, η εκτενέστερη διάδοση του ερωτηματολογίου και η διεύρυνση του πληθυσμού που συμμετείχε στην έρευνα με ακόμα περισσότερους Έλληνες πολίτες, θα μπορούσε να δώσει ακόμα πιο σαφή και έγκυρα αποτελέσματα. Ταυτόχρονα, η έρευνα που έλαβε χώρα, θα μπορούσε να διεξαχθεί και πέραν των ελληνικών συνόρων, προκειμένου να ψυχομετρήσει την τάση αποδοχής γενικότερα των καταναλωτών, σε συνάρτηση με την πόλη στην οποία διαμένουν. Καθώς, όπως αναφέρθηκε, υπάρχουν χώρες που έχουν ήδη ανακοινώσει τη μελλοντική κατάργηση των οικονομικών κινήτρων που προσέφεραν, μια τέτοιας εμβέλειας έρευνα θα μπορούσε να επιβεβαιώσει ή να διαψεύσει την ορθότητα αυτής της απόφασης, και να βοηθήσει την εκάστοτε πολιτεία να αποφασίσει τις επόμενες κινήσεις της.

Εκτός από τις άμεσες συνδέσεις μεταξύ των μεταβλητών που μελετήθηκαν, με τη μία να επηρεάζει άμεσα την άλλη (moderator) θα είχε ενδιαφέρον μια μελέτη σχετικά με τη διαμόρφωση των συσχετίσεων όταν κάποιες από τις μεταβλητές λειτουργούν ως μεσάζοντες ενίσχυσης άλλων συνδέσεων (mediator). Παραδείγματος χάρη, η μείωση της τιμής αγοράς μια συσκευής φόρτισης θα μπορούσε να αποδυναμώνει την αναγκαιότητα των πολιτικών οικονομικών κινήτρων και να τα καθιστά πιο αδύναμα στο μοντέλο αποδοχής. Αυτό αφήνεται ως μετεπεξεργασία και αναμένεται να δώσει την ευκαιρία για αξιοποίηση και των μεταβλητών που δεν συμπεριελήφθησαν στο μοντέλο που καταστρώθηκε, όπως ο απαιτούμενος χρόνος φόρτισης, το δίκτυο σταθμών φόρτισης και η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης, ως παράγοντες ενίσχυσης των διαπιστωμένων σχέσεων.

Τέλος, μέρος των ερωτήσεων που συμπεριελήφθησαν στο ερωτηματολόγιο αποτελούν οι δημογραφικές, οι οποίες ωστόσο δεν αξιοποιήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, κατά την κατάστρωση του μοντέλου. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η

ανάλυση και αυτών το δεδομένων, που θα μπορούσαν είτε να επηρεάζουν άμεσα τις μεταβλητές του μοντέλου, είτε να ενισχύουν τη μεταξύ τους σχέση. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες πιθανές υποθέσεις, όπως η πιθανότητα η ηλικία των ερωτώμενων να μεταβάλλει την σημαντικότητα της κοινωνικής επιρροής στη στάση του υποκειμένου απέναντι σε μια τεχνολογία, ενώ αντίστοιχα ίσως παρατηρούνταν κάποια σύνδεση με τον οικονομικό κίνδυνο, ο οποίος θα μπορούσε να διαδραματίζει σημαντικότερο ρόλο σε μεγαλύτερες ηλικίες, όπου οι αποφάσεις αγοράς αγαθών τείνουν να είναι πιο συγκρατημένες. Επίσης η μελέτη της σχέσης μεταξύ της ύπαρξης σταθερής θέσης στάθμευσης ή του δικτύου φόρτισης, με την περιοχή κατοικίας, είναι πολύ πιθανό να έδινε ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Αφήνεται επομένως ως τροφοδότηση για μελλοντική επεξεργασία και η κατάστρωση υποθέσεων για την ανάδειξη σχέσεων μεταξύ μεταβλητών και δημογραφικών στοιχείων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Πίνακας 15. Προσωπικές ερωτήσεις ερωτηματολογίου

Ηλικία	Πολλαπλών επιλογών
Επίπεδο εκπαίδευσης (Απόφοιτος ή Μαθητής/Φοιτητής)	Πολλαπλών επιλογών
Εργασιακή κατάσταση	Πολλαπλών επιλογών
Σε ποια μισθολογική κατηγορία θα εντάσσατε το ετήσιο εισόδημά σας;	Πολλαπλών επιλογών
Περιοχή κατοικίας	Πολλαπλών επιλογών
Πόσα χιλιόμετρα διανύετε κατά μέσο όρο, σε μία τυπική σας μέρα;	Πολλαπλών επιλογών
Είμαι κάτοχος:	Πολλαπλών επιλογών
Έχετε σταθερή θέση στάθμευσης οχήματος;	Ναι / Όχι
Έχετε χρησιμοποιήσει ποτέ οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων;	Ναι / Όχι
Είστε κάτοχος οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων;	Ναι / Όχι

Πίνακας 16. Ερωτήσεις σχετικά με τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Usefulness	
U1	Η εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης θα διευκόλυνε τη φόρτιση ηλεκτρικού οχήματος.
U2	Η οικιακή συσκευή φόρτισης θα έκανε πιο εύκολη την καθημερινότητα ενός ιδιοκτήτη ηλεκτρικού οχήματος.
U3	Βρίσκω χρήσιμες τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
U4	Βρίσκω απαραίτητη την αγορά οικιακού φορτιστή για έναν ιδιοκτήτη ηλεκτρικού οχήματος.
Ease of Use	
EU1	Θεωρώ εύκολη τη χρήση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
EU2	Όσο πιο εύκολη είναι η χρήση της συσκευής τόσο πιο ικανοποιημένος θα είναι ο χρήστης από την εμπειρία φόρτισης.
EU3	Η ύπαρξη εύχρηστου μενού ρυθμίσεων φόρτισης, θα βελτιώνει την εμπειρία χρήσης του οικιακού φορτιστή.
EU4	Η έμφαση στην ευχρηστία της συσκευής είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της εμπειρίας χρήσης του οικιακού φορτιστή.
Charging Time	
T1	Η βελτίωση του χρόνου φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι υψίστης σημασίας.
T2	Η δυνατότητα γρήγορης φόρτισης διευκολύνει σημαντικά την καθημερινότητα ενός κατόχου ηλεκτρικού οχήματος.
T3	Η χρήση φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο φόρτισης σε σχέση με τη χρήση συμβατικής πρίζας.
Charging Network	
NET1	Θεωρώ αρκετά διευρυμένο το δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα.
NET2	Θεωρώ αρκετά διευρυμένο το δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην περιοχή μου.
NET3	Υφιστάμενοι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκονται σε απόσταση που με εξυπηρετεί για να τους χρησιμοποιήσω.
Parking	
PARK1	Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης (π.χ. ιδιωτικού πάρκινγκ) ευνοεί την εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

PARK2	Η κατοχή σταθερής θέσης στάθμευσης είναι απαραίτητη για την εγκατάσταση οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
PARK3	Θα αγοράζα/νοίκιαζα ιδιωτικό πάρκινγκ προκειμένου να εγκαταστήσω οικιακή συσκευή φόρτισης για το όχημά μου.
PARK4	Θα αγοράζα οικιακό φορτιστή εάν ο δήμος εξασφάλιζε σταθερή θέση στάθμευσης στο δρόμο που μένω.

Subjective Norm

SN1	Ο περίγυρός μου είναι ενημερωμένος πάνω στις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
SN2	Οι φίλοι και η οικογένειά μου έχουν θετική στάση απέναντι στους οικιακούς φορτιστές.
SN3	Τα υπόλοιπα μέλη του νοικοκυριού θα συμφωνούσαν με την πρόθεσή μου για αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
SN4	Οι υπόλοιποι ένοικοι της πολυκατοικίας θα συμφωνούσαν με την πρόθεσή μου για αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Image

I1	Θεωρώ την οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων πολυτελή συσκευή.
I2	Οι φίλοι και η οικογένεια μου θεωρούν τους οικιακούς φορτιστές πολυτελείς συσκευές.
I3	Θεωρώ πως η πολυτέλεια της εγκατάστασης οικιακής συσκευής φόρτισης θα μου προσέδιδε κύρος.

Incentives Policy

IP1	Είμαι ενημερωμένος πάνω στις επιχορηγήσεις που υφίστανται για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
IP2	Θεωρώ σημαντική την ενίσχυση μέσω επιχορηγήσεων για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης.
IP3	Βρίσκω ικανοποιητικές τις υπάρχουσες επιχορηγήσεις για την αγορά οικιακών συσκευών φόρτισης.
IP4	Θεωρώ σημαντική την ενίσχυση μέσω επιχορηγήσεων για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης.
IP5	Διατίθεμαι να πληρώσω περισσότερο για την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης, γνωρίζοντας για την ύπαρξη οικονομικών ενισχύσεων.

Price

P1	Βρίσκω ακριβή την αγορά οικιακής συσκευής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
----	---

P2	Θεωρώ πως δεν αξίζει η επένδυση σε μια οικιακή συσκευή φόρτισης, δεδομένου του κόστους αγοράς της.
P3	Η μείωση της τιμής των οικιακών φορτιστών είναι υψίστης σημασίας για την απόφαση αγοράς τους.
Risk	
R1	Με ανησυχία ο κίνδυνος υπερφόρτωσης του δικτύου κατά τη χρήση της οικιακής συσκευής φόρτισης.
R2	Η πιθανότητα βραχυκυκλώματος κατά τη χρήση του οικιακού φορτιστή, μου προκαλεί αίσθημα ανασφάλειας.
R3	Δεν θεωρώ τον οικιακό φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων ασφαλή συσκευή.
R4	Η εγγύηση ασφάλειας της συσκευής είναι για μένα υψίστης σημασίας.

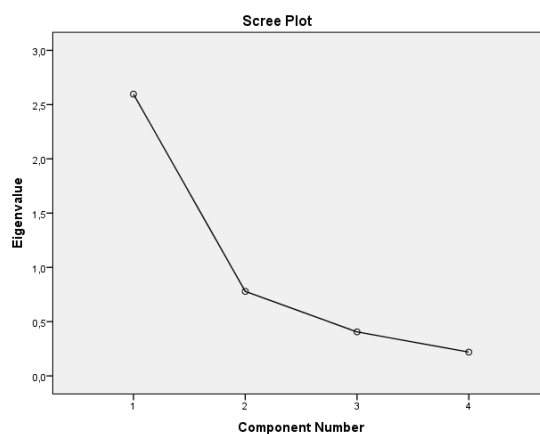
Πίνακας 17. Ερωτήσεις σχετικά με την στάση απέναντι στις οικιακές συσκευές φόρτισης

Attitude	
ATT1	Ενδιαφέρομαι για τις οικιακές συσκευές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
ATT2	Μου αρέσει η ιδέα της χρήσης οικιακής συσκευής φόρτισης.
ATT3	Έχω θετική γνώμη για τους οικιακούς φορτιστές.
Acceptance	
ACC1	Θα χρησιμοποιούσα οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
ACC2	Σκοπεύω να αγοράσω οικιακό φορτιστή εάν και εφόσον κατέχω ηλεκτροκίνητο όχημα.
ACC3	Είναι πιθανό να αποκτήσω οικιακή συσκευή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο μέλλον.
ACC4	Θα πρότεινα σε γνωστούς μου να αγοράσουν οικιακό φορτιστή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ SPSS

ANALYSIS U1 U2 U3 U4

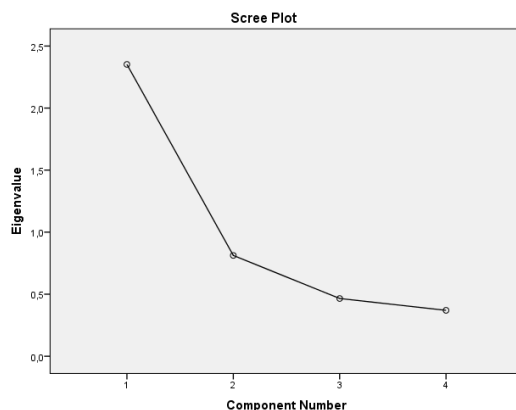
Correlation Matrix					
		U1	U2	U3	U4
Correlation	U1	1,000	,734	,717	,304
	U2	,734	1,000	,595	,384
	U3	,717	,595	1,000	,365
	U4	,304	,384	,365	1,000
Sig. (1-tailed)	U1		,000	,000	,000
	U2	,000		,000	,000
	U3	,000	,000		,000
	U4	,000	,000	,000	



ANALYSIS EU1 EU2 EU3 EU4

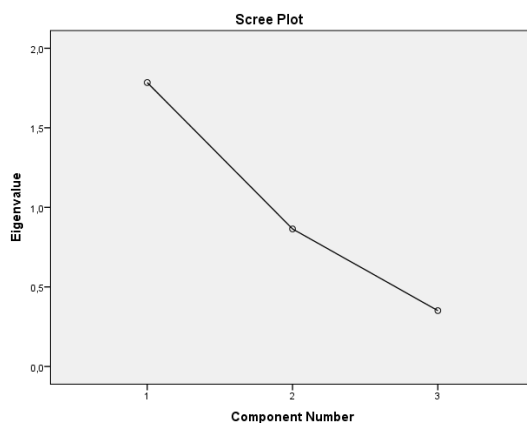
Correlation Matrix					
		EU1	EU2	EU3	EU4
Correlation	EU1	1,000	,351	,310	,241
	EU2	,351	1,000	,620	,527
	EU3	,310	,620	1,000	,577
	EU4	,241	,527	,577	1,000

Sig. (1-tailed)	EU1		,000	,000	,001
	EU2	,000		,000	,000
	EU3	,000	,000		,000
	EU4	,001	,000	,000	



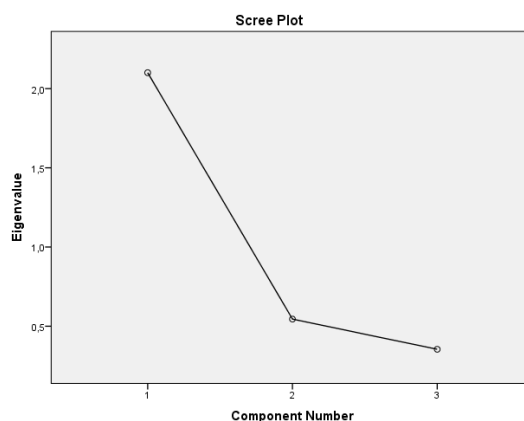
ANALYSIS T1 T2 T3

Correlation Matrix				
		T1	T2	T3
Correlation	T1	1,000	,647	,256
	T2	,647	1,000	,208
	T3	,256	,208	1,000
Sig. (1-tailed)	T1		,000	,000
	T2	,000		,003
	T3	,000	,003	



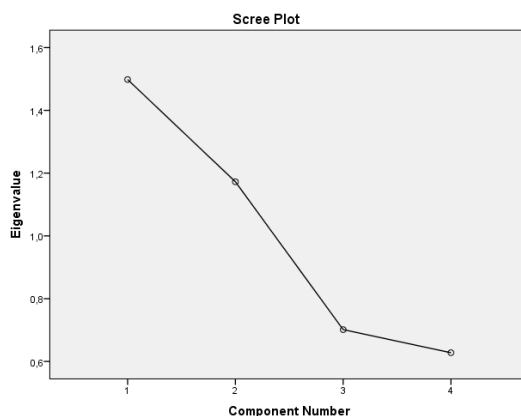
ANALYSIS NET1 NET2 NET3

Correlation Matrix				
		NET1	NET2	NET3
Correlation	NET1	1,000	,522	,482
	NET2	,522	1,000	,642
	NET3	,482	,642	1,000
Sig. (1-tailed)	NET1		,000	,000
	NET2	,000		,000
	NET3	,000	,000	



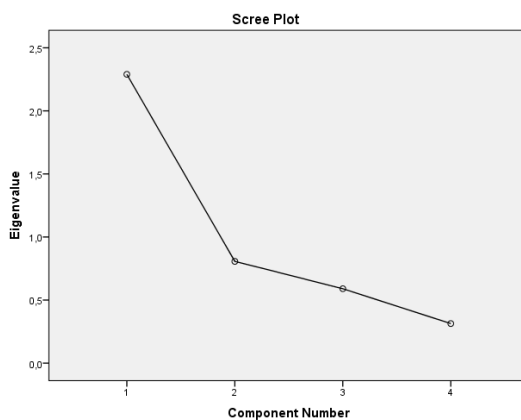
ANALYSIS PARK1 PARK2 PARK3 PARK4

Correlation Matrix					
		PARK 1	PARK 2	PARK 3	PARK 4
Correlation	PARK1	1,000	,342	,074	,189
	PARK2	,342	1,000	,003	,064
	PARK3	,074	,003	1,000	,302
	PARK4	,189	,064	,302	1,000
Sig. (1-tailed)	PARK1		,000	,170	,007
	PARK2	,000		,485	,204
	PARK3	,170	,485		,000
	PARK4	,007	,204	,000	



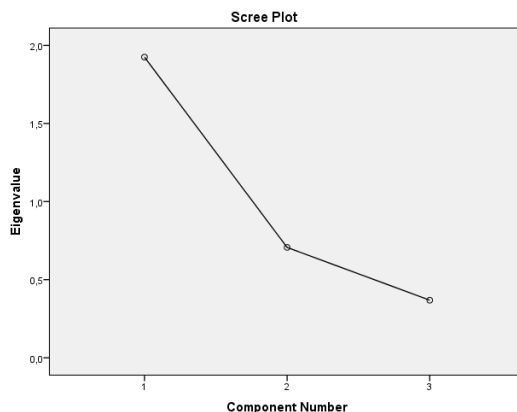
ANALYSIS SN1 SN2 SN3 SN4

Correlation Matrix					
		SN1	SN2	SN3	SN4
Correlation	SN1	1,000	,407	,222	,316
	SN2	,407	1,000	,650	,453
	SN3	,222	,650	1,000	,477
	SN4	,316	,453	,477	1,000
Sig. (1-tailed)	SN1		,000	,002	,000
	SN2	,000		,000	,000
	SN3	,002	,000		,000
	SN4	,000	,000	,000	



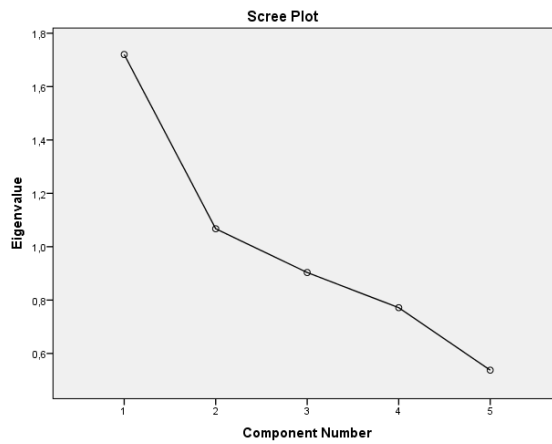
ANALYSIS I1 I2 I3

Correlation Matrix				
		I1	I2	I3
Correlation	I1	1,000	,630	,384
	I2	,630	1,000	,354
	I3	,384	,354	1,000
Sig. (1-tailed)	I1		,000	,000
	I2	,000		,000
	I3	,000	,000	



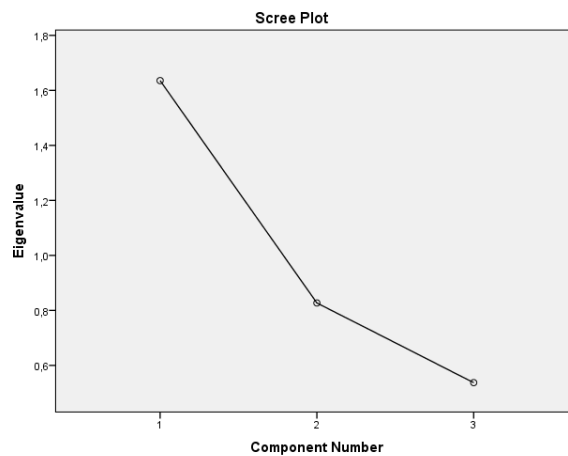
ANALYSIS IP1 IP2 IP3 IP4 IP5

Correlation Matrix						
		IP1	IP2	IP3	IP4	IP5
Correlation	IP1	1,000	,125	,172	,072	,065
	IP2	,125	1,000	,125	,377	,157
	IP3	,172	,125	1,000	,065	,192
	IP4	,072	,377	,065	1,000	,348
	IP5	,065	,157	,192	,348	1,000
Sig. (1-tailed)	IP1		,052	,012	,177	,201
	IP2	,052		,052	,000	,020
	IP3	,012	,052		,201	,006
	IP4	,177	,000	,201		,000
	IP5	,201	,020	,006	,000	



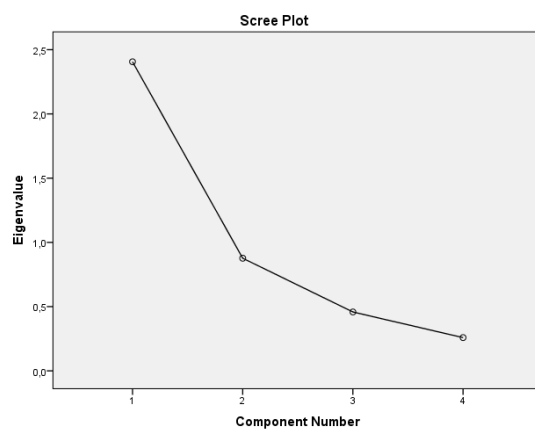
ANALYSIS P1 P2 P3

Correlation Matrix				
		P1	P2	P3
Correlation	P1	1,000	,449	,291
	P2	,449	1,000	,195
	P3	,291	,195	1,000
Sig. (1-tailed)	P1		,000	,000
	P2	,000		,005
	P3	,000	,005	



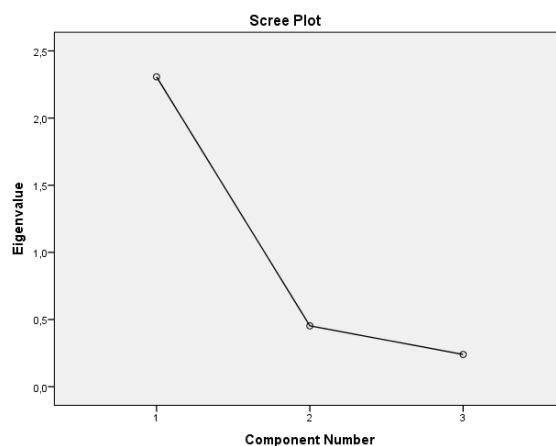
ANALYSIS R1 R2 R3 R4

Correlation Matrix					
		R1	R2	R3	R4
Correlation	R1	1,000	,675	,523	,312
	R2	,675	1,000	,693	,273
	R3	,523	,693	1,000	,188
	R4	,312	,273	,188	1,000
Sig. (1-tailed)	R1		,000	,000	,000
	R2	,000		,000	,000
	R3	,000	,000		,007
	R4	,000	,000	,007	



ANALYSIS ATT1 ATT2 ATT3

Correlation Matrix				
		ATT1	ATT2	ATT3
Correlation	ATT1	1,000	,667	,554
	ATT2	,667	1,000	,736
	ATT3	,554	,736	1,000
Sig. (1-tailed)	ATT1		,000	,000
	ATT2	,000		,000
	ATT3	,000	,000	



ANALYSIS ACC1 ACC2 ACC3 ACC4

Correlation Matrix					
		ACC1	ACC2	ACC3	ACC4
Correlation	ACC1	1,000	,627	,548	,697
	ACC2	,627	1,000	,581	,642
	ACC3	,548	,581	1,000	,639
	ACC4	,697	,642	,639	1,000
Sig. (1-tailed)	ACC1		,000	,000	,000
	ACC2	,000		,000	,000
	ACC3	,000	,000		,000
	ACC4	,000	,000	,000	



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- "Guide to Electric Vehicle Infrastructure". Association for the British Electrotechnical Industry (BEAMA). May 2012.
- A. Bahrami, "EV Charging Definitions, Modes, Levels, Communication Protocols and Applied Standards Technical Report," ResearchGate, 2020
- Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior. *Organ. Behavior and Human Decision Processes* 50 179–211.
- Albatayneh, Aiman & Assaf, Mohammed & Alterman, Dariusz & Jaradat, Mustafa. (2020). Comparison of the Overall Energy Efficiency for Internal Combustion Engine Vehicles and Electric Vehicles. *Environmental and Climate Technologies*. 24. 669-680.
- Ammenwerth, Elske. (2019). Technology Acceptance Models in Health Informatics: TAM and UTAUT. *Studies in health technology and informatics*. 263. 64-71.
- Becker, J.-M., Ringle, C.M., Sarstedt, M. and Völckner, F. (2015), "How collinearity affects mixture regression results", *Marketing Letters*, Vol. 26 No. 4, pp. 643-659.
- C. Unal, E. Yirik, E. Unal , M. U. Cuma , B. Onur and M. Tumay, "A REVIEW OF CHARGING TECHNOLOGIES FOR COMMERCIAL ELECTRIC," *International Journal of Advances on Automotive and Technology*, 2018.
- Carley, Sanya & Krause, Rachel & Lane, Bradley & Graham, John. (2013). Intent to Purchase a Plug-In Electric Vehicle: A Survey of Early Impressions in Large US Cities. *Transportation Research Part D Transport and Environment*. 18.
- Cazzola, Pierpaolo & Gorner, Marine & Schuitmaker, Renske & Paoli, Leonardo & Scheffer, Sacha & Teter, Jacob & Tattini, Jacopo & Palmer, Kate & Bunsen, Till. (2018). *Global EV Outlook 2018 - Towards cross-modal electrification*.
- Chen, Rong & He, Feng. (2003). Examination of brand knowledge, perceived risk and consumers' intention to adopt an online retailer. *Total Quality Management & Business Excellence - TOTAL QUAL MANAG BUS EXCELL*. 14. 677-693.

- Davis, F. and Venkatesh, V. (1996), “A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments”, *Int. J. Human-Computer Studies*, Vol. 45 No. 1, pp. 19-45
- Davis, Fred & Davis, Fred. (1989). *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*
- Dell, Ronald & Moseley, Patrick & Rand, David. (2014). Chapter 5. *Progressive Electrification of Road Vehicles*.
- Diamantopoulos, A., Sarstedt, M., Fuchs, C., Wilczynski, P. and Kaiser, S. (2012), “Guidelines for choosing between multi-item and single-item scales for construct measurement: a predictive validity perspective”, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 40 No. 3, pp. 434-449.
- Dijkstra, T.K. and Henseler, J. (2015), “Consistent partial least squares path modeling”, *MIS Quarterly*, Vol. 39 No. 2, pp. 297-316.
- Drolet, A.L. and Morrison, D.G. (2001), “Do we really need multiple-item measures in service research?”, *Journal of Service Research*, Vol. 3 No. 3, pp. 196-204.
- Dunn, M. G., Murphy, P. E., & Skelly, G. U. (1986). Research note: The influence of perceived risk on brand preference for supermarket products. *Journal of retailing*.
- Featherman, Mauricio & Pavlou, Paul. (2003). Predicting E-Services Adoption: A Perceived Risk Facets Perspective. *International Journal of Human-Computer Studies*. 59. 451-474.
- Fedorko, Igor & Bačík, Radovan & Gavurová, Beáta. (2018). Technology acceptance model in e-commerce segment. *Management & Marketing*. 13. 1242-1256.
- Fernandes, Camila & Frías, Pablo & Latorre, Jesús. (2012). Impact of vehicle-to-grid on power system operation costs: The Spanish case study. *Applied Energy*. 96. 194–202.
- Fetcenko, M. & Koch, J. & Zelinsky, M.. (2015). Nickel–metal hydride and nickel–zinc batteries for hybrid electric vehicles and battery electric vehicles.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.

- Flamm, Bradley & Agrawal, Asha. (2012). Constraints to green vehicle ownership: A focus group study. *Transportation Research Part D-transport and Environment - TRANSP RES PT D-TRANSP ENVIRO*. 17.
- Fornell, C.G. and Bookstein, F.L. (1982), “Two structural equation models: LISREL and PLS applied to consumer exit-voice theory”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 19 No. 4, pp. 440-452.
- Fornell, C.G. and Larcker, D.F. (1981), “Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18 No. 1, pp. 39-50.
- Gilok Choi & Hyewon Chung (2013) Applying the Technology Acceptance Model to Social Networking Sites (SNS): Impact of Subjective Norm and Social Capital on the Acceptance of SNS, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29:10, 619-628
- Gross, G. (2005). Standards a must for adoption for health-care IT. *CIO Magazine*, March 15.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M. and Thiele, K.O. (2017b), “Mirror, Mirror on the wall: a comparative evaluation of composite-based structural equation modeling methods”, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 45 No. 5, pp. 616-632.
- Hair, J.F., Sarstedt, M. and Ringle, C.M. (2019), “Rethinking some of the rethinking of partial least squares”, *European Journal of Marketing*, Forthcoming.
- Harlow, Jessie & Ma, Xiaowei & Li, Jing & Logan, Eric & Liu, Yulong & Zhang, Ning & Ma, Lin & Glazier, Stephen & Cormier, Marc & Genovese, Matthew & Buteau, Samuel & Cameron, Andrew & Stark, Jamie & Dahn, J.. (2019). A Wide Range of Testing Results on an Excellent Lithium-Ion Cell Chemistry to be used as Benchmarks for New Battery Technologies. *Journal of The Electrochemical Society*. 166. A3031-A3044.
- Henseler, J., Ringle, C.M. and Sarstedt, M. (2015), “A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling”, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 43 No. 1, pp. 115-135.

- Johnson, N.M.. (2014). Battery technology for CO2 reduction.
- Jr, Hair, & Risher, Jeff & Sarstedt, Marko & Ringle, Christian. (2018). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*. 31.
- Kamran, Muhammad. (2022). Chapter 10 - Electric vehicles and smart grids.
- Kaufmann, L. and Gaeckler, J. (2015), “A structured review of partial least squares in supply chain management research”, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 21 No. 4, pp. 259-272
- Lee, Ming-Chi. (2009). Factors influencing the adoption of Internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit. *Electronic Commerce Research and Applications*. 8. 130-141.
- Li, W., Long, R., Chen, H., & Geng, J. (2017). Household factors and adopting intention of battery electric vehicles: a multi-group structural equation model analysis among consumers in Jiangsu Province, China. *Natural Hazards*, 87, 945-960.
- Liao, Yuanhong. (2021). Intention of consumers to adopt electric vehicle in the post-subsidy era: evidence from China. *International Journal of Sustainable Transportation*. 16. 1-24.
- Malhotra, Naresh & Nunan, Dan & Birks, David. (2017). *Marketing Research: An Applied Approach*.
- Mason, C.H. and Perreault, W.D. (1991), “Collinearity, power, and interpretation of multiple regression analysis”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 28 No. 3, pp. 268-280.
- Masrom, Maslin. (2007). Technology acceptance model and E-learning. 12th International Conference on Education. 21.
- Mateos-Aparicio, G. (2011), “Partial least squares (PLS) methods: origins, evolution, and application to social sciences”, *Communications in Statistics – Theory and Methods*, Vol. 40 No. 13, pp. 2305-2317.
- Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information Systems Research*, 2(3), 192–212.

- Nealer, Rachael & Reichmuth, David & Anair, Don. (2015). Cleaner Cars from Cradle to Grave: How Electric Cars Beat Gasoline Cars on Lifetime Global Warming Emissions.
- Nguyen, T., Ward, J., & Johnson, K. (2013). Well-to-wheels greenhouse gas emissions and petroleum use for mid-size light-duty vehicles. Program Record (Offices of Bioenergy Technologies, Fuel Cell Technologies & Vehicle Technologies, US Department of Energy, Record#: 13005 (revision# 1).
- Ooi, Keng-Boon & Tan, Garry. (2016). Mobile Technology Acceptance Model: An Investigation using Mobile Users to Explore Smartphone Credit Card. Expert Systems with Applications. 59.
- Ou, Shiqi & Gohlke, David & Lin, Zhenhong. (2020). Quantifying the Impacts of Micro- and Mild- Hybrid Vehicle Technologies on Fleetwide Fuel Economy and Electrification. eTransportation. 4. 100058.
- Overby, S. (2002). How to win friends and influence users. CIO Magazine, September 15.
- Park, Eunil & Ohm, Jay. (2014). Factors influencing the public intention to use renewable energy technologies in South Korea: Effects of the Fukushima nuclear accident. Energy Policy. 65. 198–211.
- Ringle, C.M., Sarstedt, M., Mitchell, R. and Gudergan, S.P. (2019), “Partial least squares structural equation modeling in HRM research”, The International Journal of Human Resource Management, Forthcoming.
- Roselius, T. (1971). Consumer rankings of risk reduction methods. Journal of marketing, 35(1), 56-61.
- Sang, S., Lee, J., & Lee, J. (2009). E-government adoption in Cambodia: A partial least squares approach. Transforming Government: People, Process and Policy, 4(2), 138–157.
- Santos, Georgina. (2017). Road transport and CO 2 emissions: What are the challenges?. Transport Policy. 59. 71-74.
- Schepers, Jeroen & Wetzels, Martin. (2007). A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. Information & Management. 44. 90-103.

- Shmueli, G. and Koppius, O.R. (2011), “Predictive analytics in information systems research”, *MIS Quarterly*, Vol. 35 No. 3, pp. 553-572.
- Sichel, D. E. 1997. *The Computer Revolution: An Economic Perspective*. The Brookings Institution, Washington, DC.
- Taylor, S., P. A. Todd. 1995. Understanding information technology usage: A test of competing models. *Inform. Systems Res.* 6 144–176
- Teo, Timothy. (2010). Examining the influence of subjective norm and facilitating conditions on the intention to use technology among pre-service teachers: A structural equation modeling of an extended technology acceptance model. *Asia Pacific Education Review*. 11. 253-262.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–208.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27, 425– 478.
- Venkatesh, Viswanath & Bala, Hillol. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences - DECISION SCI.* 39. 273-315.
- Wang, Ning & Tang, Linhao & Pan, Huizhong. (2017). Analysis of public acceptance of electric vehicles: An empirical study in Shanghai. *Technological Forecasting and Social Change*. 126.
- Wang, Shanyong & Wang, Jing & Li, Jun & Wang, Jinpeng & Liang, Liang. (2018). Policy implications for promoting the adoption of electric vehicles: Do consumer’s knowledge, perceived risk and financial incentive policy matter?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 117. 58-69.
- Willaby, H.W., Costa, D.S.J., Burns, B.D., MacCann, C. and Roberts, R.D. (2015), “Testing complex models with small sample sizes: a historical overview and empirical demonstration of what partial least squares (PLS) can offer differential psychology”, *Personality and Individual Differences*, Vol. 84, pp. 73-78.
- Yousafzai, Shumaila & Foxall, Gordon & Pallister, John. (2007). Technology acceptance: A meta-analysis of the TAM: Part 1. *Journal of Modelling in Management*. 2.

Yousif, Rudaina & Alsamydai, Mahmood. (2019). PERSPECTIVE OF TECHNOLOGICAL ACCEPTANCE MODEL TOWARD ELECTRIC VEHICLES. 9. 873–884.

Zhang, Xian & Wang, Ke & Hao, Yu & Fan, Jing-Li & Wei, Yi-Ming. (2013). The impact of government policy on preference for NEVs: The evidence from China. Energy Policy. 61. 382-393.

ΊΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, “Ο ρόλος των οχημάτων χαμηλών εκπομπών στις οδικές μεταφορές στην Ελλάδα - Προκλήσεις και οφέλη,”

Ιστοσελίδες:

- <https://www.europarl.europa.eu/news/el/press-room/20210621IPR06627/>
- The History of Electric Vehicles Began in 1830 (thoughtco.com)
- Today in Technology History - Jul 6 - preservada pelo Arquivo.pt
- World's first electric car built by Victorian inventor in 1884 (telegraph.co.uk)
- Flocken Elektrowagen - Wikipedia
- EV Powertrain Components - Basics (evreporter.com)
- https://www.tesla.com/el_gr/modely
- <https://sonomotors.com/>
- <https://electric-cars-market.gr/?p=1159>
- <https://electrokinisi.yme.gov.gr/public/ChargingPoints/>
- <https://greece20.gov.gr/erga/>
- <https://fortizopantou.gov.gr/>
- <https://www.chargeassist.app/>
- <https://kinoumeilektrika.gov.gr/>
- <https://kinoumeilektrika2.gov.gr/>
- <https://e-astypalea.gov.gr/>
- <https://www.powerful.gr/katanoontas-toys-typoys-mpatarion-molyvdoy-oxeos-87>
- <https://seaa.gr/>
- <https://www.acea.auto/>