



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΤΣΕΚΟΥΡΑ ΜΑΡΙΑ ΦΩΤΕΙΝΗ

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

ΒΟΛΟΣ 2023

© 2023 Τσεκούρα Μαρία Φωτεινή

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Αθανάσιος Θεοφιλάτος
(Επιβλέπων) Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Νικόλαος Ηλιού
Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τσεκούρα Μαρία Φωτεινή
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2023

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Αθανάσιος Θεοφιλάτος, Επίκουρος Καθηγητής

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή, κύριο ζήτημα που απασχολεί ολόκληρο τον πλανήτη, έχει προκληθεί από ανθρώπινη δραστηριότητα μέσα στην οποία συμπεριλαμβάνονται και οι μεταφορές. Ένα βήμα προς την ανατροπή αυτής της αλλαγής αποτελεί η μετάβαση σε μεταφορές χωρίς αποτύπωμα στο περιβάλλον. Αυτό επιδιώκεται με την υιοθέτηση οχημάτων που λειτουργούν με εναλλακτικά καύσιμα που δεν επιβαρύνουν. Παράγοντας αυτής της μετάβασης που ερευνάται στη βιβλιογραφία είναι η αποδοχή των πράσινων καυσίμων από τους χρήστες. Η αποδοχή επηρεάζεται από κοινωνικοοικονομικούς και δημογραφικούς παράγοντες και μπορεί να μελετηθεί με βάση διάφορες παραμέτρους.

Λέξεις Κλειδιά: εναλλακτικά καύσιμα, ηλεκτρικό όχημα, κλιματική αλλαγή, αποδοχή πράσινων καυσίμων, μοντέλα αποδοχής

INVESTIGATION OF THE ACCEPTANCE OF ALTERNATIVE FUELS

Tsekoura Maria Foteini

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2023

Supervisor: Dr. Athanasios Theofilatos, Assistant Professor

Abstract

Climate change, a major issue that concerns the entire planet, has been caused by human activity, including transportation. One step towards reversing this situation is the transition to zero environmental footprint transportation. This is pursued by the adoption of alternative fuel vehicles that do not damage more. A factor in this transition that is researched in the literature is users' acceptance of green fuels. Acceptance is influenced by socio-economic and demographic factors and can be studied based on various parameters.

Keywords: alternative fuels, electric vehicle, climate change, green fuel adoption, adoption models

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Επίκουρο Καθηγητή κ. Άκη Θεοφιλάτο, για την πολύτιμη βοήθεια, την καθοδήγηση, την υπομονή κι ενθάρρυνση του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητές κκ. Νικόλαο Ηλιού και Παντελεήμων Κοπελιά για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα δύο μου παιδιά Δημήτρη και Νεφέλη για την υπομονή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Απόστολο Τσεκούρα και Ελένη Γαλανάκη για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην μητέρα μου, στον πατέρα μου και στα παιδιά μου.

Μαρία Φωτεινή Τσεκούρα

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
1.1	Κίνητρο και υπόβαθρο	1
1.2	Χρήση των καυσίμων στα οχήματα	4
1.3	Εναλλακτικά καύσιμα	5
1.3.1	Ηλεκτρική ενέργεια	6
1.3.2	υδρογόνο	8
1.3.3	βιοκαύσιμα	8
1.3.4	συνθετικά και παραφινικά καύσιμα	9
1.3.5	φυσικό αέριο	9
1.3.6	υγραέριο	9
1.4	Σκοπός της διπλωματικής εργασίας	10
1.5	Οργάνωση διπλωματικής εργασίας	10
Κεφάλαιο 2	Μεθοδολογία της διπλωματικής εργασίας	11
Κεφάλαιο 3	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	13
3.1	Βιβλιογραφική Ανάλυση	13
3.1.1	Εισαγωγή	13
3.1.2	Δεδομένα	16
3.1.3	Μεθοδολογία	23
3.1.4	Αποτελέσματα	25
3.1.5	Συμπεράσματα	26
3.2	Αποτελέσματα Βιβλιογραφικής Ανάλυσης	27
Κεφάλαιο 4	Συμπεράσματα και Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα	32
Κεφάλαιο 5	Βιβλιογραφία	34

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

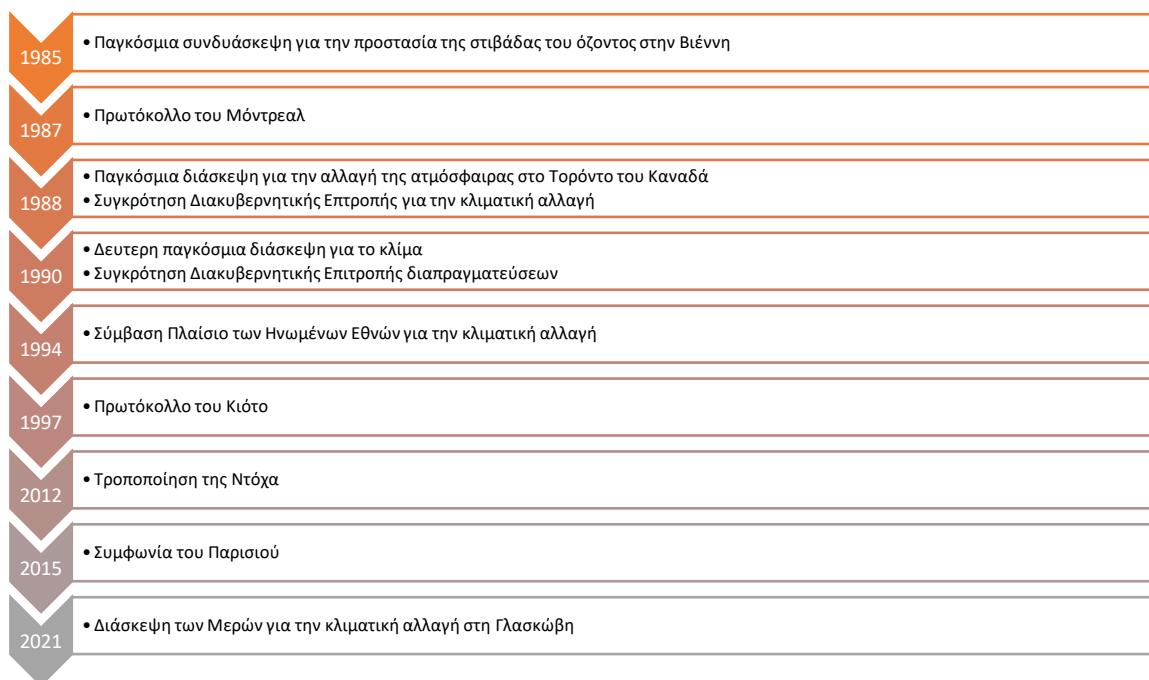
1.1 Κίνητρο και υπόβαθρο

Οι μεταφορές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας. Αντιπροσωπεύουν το 5% του ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και προσφέρουν απασχόληση σε περισσότερα από 10 εκατομμύρια άτομα. Στην πραγματικότητα οι άνθρωποι δε θα πάψουν να μετακινούνται ποτέ. Οι μεταφορές όμως αποτελούν και το 25% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Με στόχο την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές η ηλεκτροκίνηση θα γνωρίσει σημαντική αύξηση τις επόμενες δεκαετίες έως την επίτευξη του στόχου της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για μείωση κατά 90% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050. Προτεραιότητα επίσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελεί η ανάπτυξη του ανανεώσιμου υδρογόνου καθώς μπορεί να αποθηκευτεί σε μεγάλες ποσότητες και για μεγάλες χρονικές περιόδους με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να συμβάλει στην ευελιξία και την ισορροπία των ενεργειακών συστημάτων.

Στην Ελλάδα η ηλεκτροκίνηση κατέχει σημαντικό μερίδιο στις μετακινήσεις σταθερής τροχιάς. Ωστόσο στις οδικές μεταφορές η συνεισφορά της είναι περιορισμένη αλλά αυξάνεται διαρκώς λόγω του νομικού πλαισίου για το κλίμα σύμφωνα με το οποίο έως το 2030 όλα τα νέα οχήματα που θα ταξινομούνται θα είναι μηδενικών εκπομπών. Αυτή η μετάβαση βέβαια δεν επήλθε τυχαία. Ο παράγοντας που συνέβαλε ώστε να αναζητηθεί μια λύση είναι η κλιματική αλλαγή καθώς η παραγωγή ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα είναι επιβαρυντικός παράγοντας.

Η έννοια της κλιματικής αλλαγής είναι συνυφασμένη με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη συγκέντρωση δηλαδή επιβλαβών αερίων εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας που συμβάλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε και καταγράφηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό, φυσικό και αστρονόμο Φουριέ το 1824. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό φαινόμενο που συμβάλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας της γης ώστε να είναι βιώσιμη. Πρόκειται για συγκέντρωση αερίων στην ατμόσφαιρα που λειτουργούν σαν φίλτρα της ενέργειας που ανταλλάσσει ο πλανήτης με τον Ήλιο και συμβάλλουν στην διατήρηση της ισορροπίας της θερμοκρασίας. Το πρόβλημα ξεκινάει από τη στιγμή που εκτός των αερίων που προέρχονται από φυσικές πηγές εμφανίζονται μεγάλες ποσότητες αερίων που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ως αέρια του θερμοκηπίου εννοούμε το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και τους χλωροφθοράνθρακες. Οι τελευταίοι, οι χλωροφθοράνθρακες, να προσθέσουμε πως είναι οι μόνοι που έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά από τον άνθρωπο. Στα πλαίσια της αντιμετώπισης αυτής της κατάστασης στην οποία έχει περιέλθει ο πλανήτης έχουν πραγματοποιηθεί παγκόσμιες διασκέψεις. Οι πιο κρίσιμες, που αποτελούν ορόσημα στην παγκόσμια προσπάθεια για την αντιμετώπιση της

κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, παρουσιάζονται συνοπτικά στο ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 1 Χρονικά ορόσημα της προσπάθειας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής

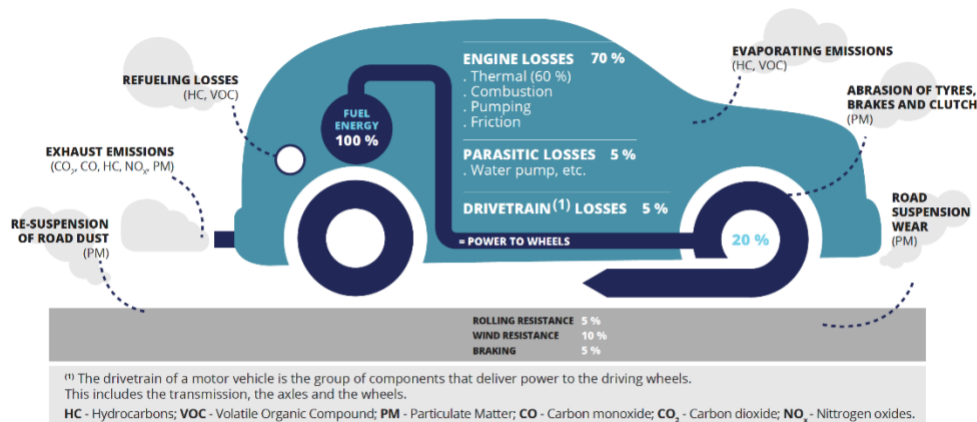
Από την περιγραφή του φαινομένου, από τις διαστάσεις που έχει λάβει καθώς και από την παγκόσμια εντατική προσπάθεια διαφαίνεται ότι το ζήτημα είναι σοβαρό και θα πρέπει να εξεταστούν όλοι οι τομείς, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι οδικές μεταφορές, που συμβάλλουν. Να σημειωθεί εδώ πως σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το 91% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε περιοχές όπου οι συγκεντρώσεις των βλαβερών αερίων είναι πάνω από τα επιτρεπόμενα επίπεδα. Επιπλέον το έτος 2016 4,2 εκατομμύρια θάνατοι προκλήθηκαν από την εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση, ρύπανση που εν μέρει οφείλεται στις μεταφορές. Ως ρύπανση εννοείται η συκέντρωση ρύπων στην ατμόσφαιρα. Τέτοιοι ρύποι είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του αζώτου, το οξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου, αιωρούμενα μικροσωματίδια, υδρογονάνθρακες, ο μόλυβδος, το όζον, το κάδμιο, το αρσενικό, το νικέλιο και ο υδράργυρος. Στις αστικές περιοχές παρατηρούνται μεγάλες συγκεντρώσεις σε μονοξείδιο του άνθρακα διότι το μεγαλύτερο μέρος αυτών των ρύπων οφείλεται στα οχήματα. Οι συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα συνεχίζουν να είναι σε υψηλά επίπεδα παρόλη την πρόοδο της τεχνολογίας των οχημάτων και των καυσίμων. Το διοξείδιο του θείου είναι επιβλαβές για το αναπνευστικό σύστημα. Είναι ο τύπος των ρύπων που προκαλούν την όξινη βροχή. Παρόλο που δεν προέρχονται από τα οχήματα μπορεί να έχουν κάποια σύνδεση διότι βασική πηγή των ρύπων του διοξειδίου του θείου προέρχονται από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής κατά την καύση άνθρακα κι αυτό μπορεί να επηρεαστεί από την αύξηση ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές. Ακόμα κι αν δεν υπάρξει επιρροή λόγω της αύξησης της ζήτησης είναι παράδοξο να θεωρούνται τα ηλεκτρικά οχήματα φιλικά προς το περιβάλλον ενώ η ενέργεια που χρησιμοποιούν να έχει παραχθεί με μεθόδους καθόλου φιλικές. Ο μόλυβδος έχει σημαντικά επιβλαβείς παρενέργειες στην υγεία. Από τα οχήματα διοχετεύεται απευθείας στο περιβάλλον όταν περιέχεται στη βενζίνη. Στις ΗΠΑ και στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης δεν υπάρχει πια μέσα στη βενζίνη σε αντίθεση με αναπτυσσόμενα μέρη όπου

εξακολουθούν να υπάρχουν καύσιμα με μόλυβδο. Το διοξείδιο του αζώτου σχηματίζεται κατά την καύση σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες όπως αυτές που αναπτύσσονται στους κινητήρες των οχημάτων. Επίσης είναι υπεύθυνο, μαζί με άλλους ρύπους, για τη δημιουργία φωτοχημικής αιθαλομίχλης. Το όζον δημιουργείται από υδρογονάνθρακες και από τα οξείδια του αζώτου. Όταν παραχθεί εξαπλώνεται σε μεγάλες εκτάσεις και είναι βλαβερό για την υγεία, για το αναπνευστικό και την όραση, και για το περιβάλλον καθώς συμπεριλαμβάνεται στα αέρια θερμοκηπίου. Τα αιωρούμενα μικροσωματίδια είναι κομμάτια στερεάς ύλης που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για την υγεία καθώς επηρεάζουν το αναπνευστικό σύστημα και μπορεί να προκαλέσουν ακόμα και καρκίνο.



Εικόνα 2 Φωτοχημική ρύπανση στο Χονγκ Κονγκ πηγή από Υγμ1997 - Έργο αυτού που το ανεβάζει, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5960064>

Οι οδικές μεταφορές που πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας ορυκτά καύσιμα αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις μεταφορές. Τα οχήματα εκλύουν ρύπους από πολλές πηγές πέρα από την προφανή που είναι η εκπομπή καυσαερίων. Τέτοιες είναι η διοχέτευση εκ νέου αιωρούμενων σωματιδίων που υπάρχουν στη σκόνη του οδοστρώματος λόγω της επαφής με τα ελαστικά του οχήματος, η διοχέτευση υδρογονανθράκων κατά τον ανεφοδιασμό και άλλες που απεικονίζονται παρακάτω.

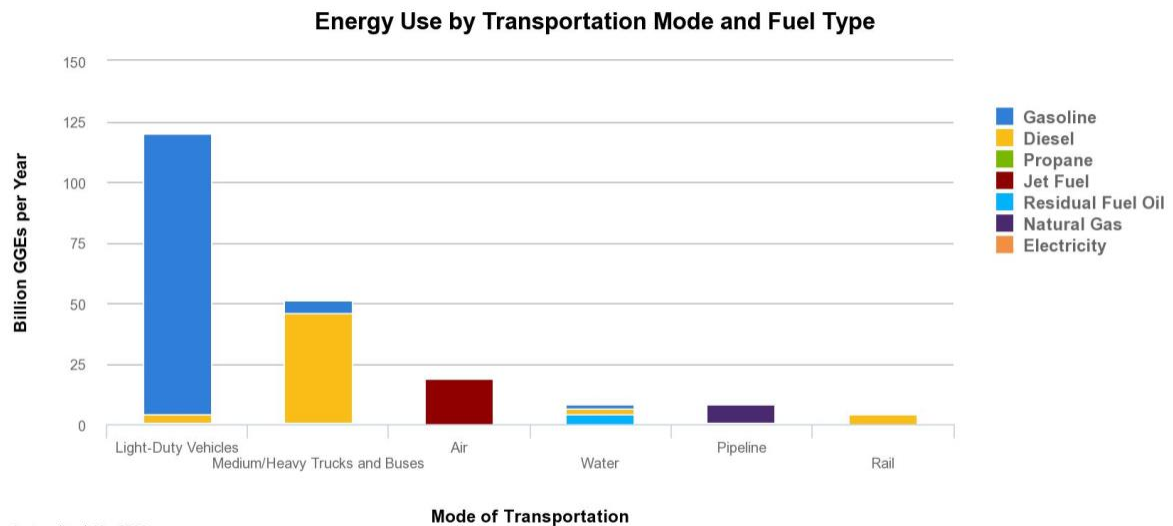


Εικόνα 3 Πηγές ρύπων από τα οχήματα πηγή EEE Report – Explaining road transport emissions – a non-technical guide (2016)

Όλα τα παραπάνω, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης των χιλιομέτρων που διανύονται ετησίως από οχήματα, συντελούν ώστε να εντατικοποιηθεί η προσπάθεια της μετάβασης σε καθαρά – πράσινα καύσιμα στον τομέα των μεταφορών. Στην παρούσα εργασία μελετάται η αποδοχή των διαφόρων τύπων καυσίμων στις οδικές μεταφορές.

1.2 Χρήση των καυσίμων στα οχήματα

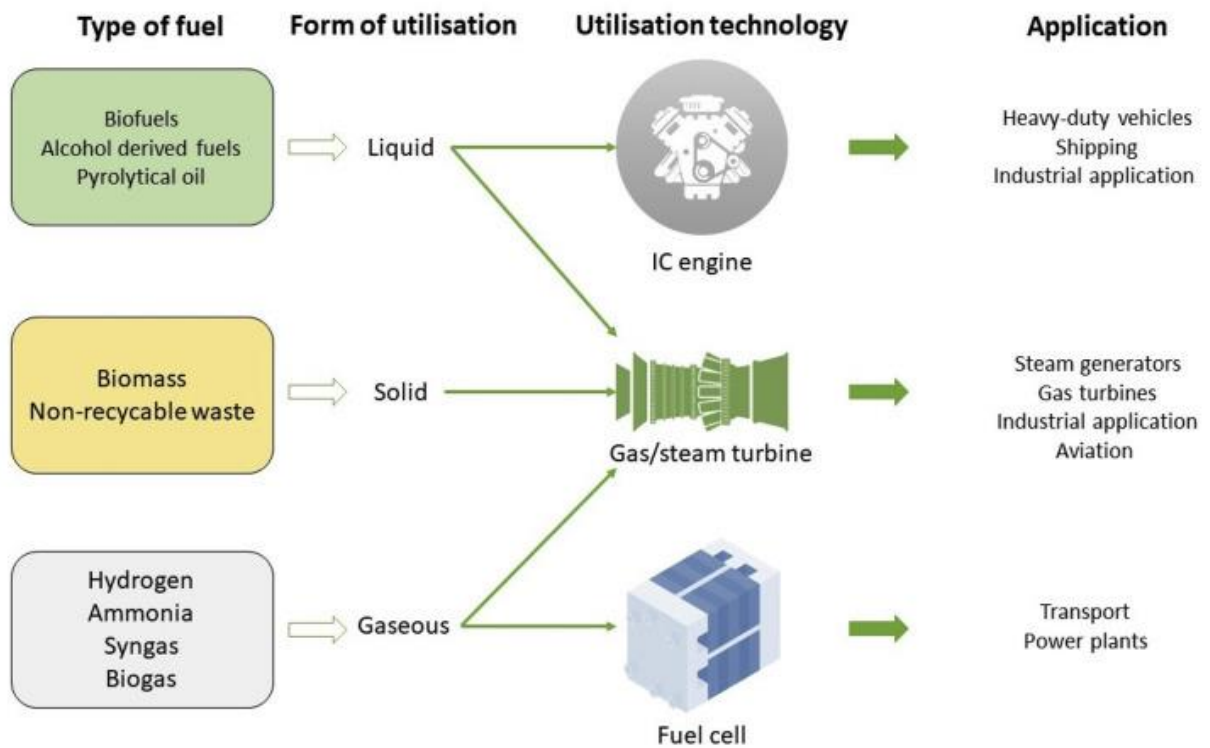
Τα οχήματα για να κινηθούν διαθέτουν κινητήρες. Πρόκειται για μηχανές εσωτερικής καύσης που μετατρέπουν τη θερμότητα που παράγεται από την καύση σε μηχανική ενέργεια. Η διαδικασία της καύσης είναι μια σημαντική μέθοδος κατά την οποία η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε θερμότητα. Επομένως συμπεραίνουμε πως οι ανθρώπινες δραστηριότητες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στα καύσιμα, στα ορυκτά καύσιμα προς το παρόν. Λόγω της κλιματικής αλλαγής προέκυψε η ανάγκη για μετάβαση στη χρήση φιλικότερων προς το περιβάλλον καυσίμων με λιγότερες εκπομπές βλαβερών αερίων και μικρότερο αποτύπωμα στην ατμόσφαιρα. Εκτός της κλιματικής αλλαγής κρίσιμος παράγοντας που ωθεί επίσης τη μετάβαση αυτή είναι τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων στον πλανήτη. Υπολογίζεται πως τα σημερινά γνωστά αποθέματα ορυκτών καυσίμων θα εξαντληθούν τα επόμενα 40-60 χρόνια. Επομένως συνειδητοποιούμε πως το πρόβλημα είναι πολύ κοντά μας και απαιτείται ριζική αλλαγή στον τρόπο που χρησιμοποιούμε τους διαθέσιμους πόρους. Είναι επιτακτική η ανάγκη να στραφούμε σε καύσιμα που δεν επιβαρύνουν με τη χρήση τους τον πλανήτη κι επιπλέον προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τη χρήση καυσίμων ανά είδος μεταφοράς και ανά τύπο καυσίμου στην Αμερική.



Εικόνα 4 Χρήση καυσίμων ανά τύπο και ανά είδος μεταφοράς πηγή Oak Ridge National Laboratory, Transportation Energy Data Book #40, Table 2.7. Heat conversion factor from Appendix A3 of the U.S. Energy Information Administration's Monthly Energy Review.

1.3 Εναλλακτικά καύσιμα

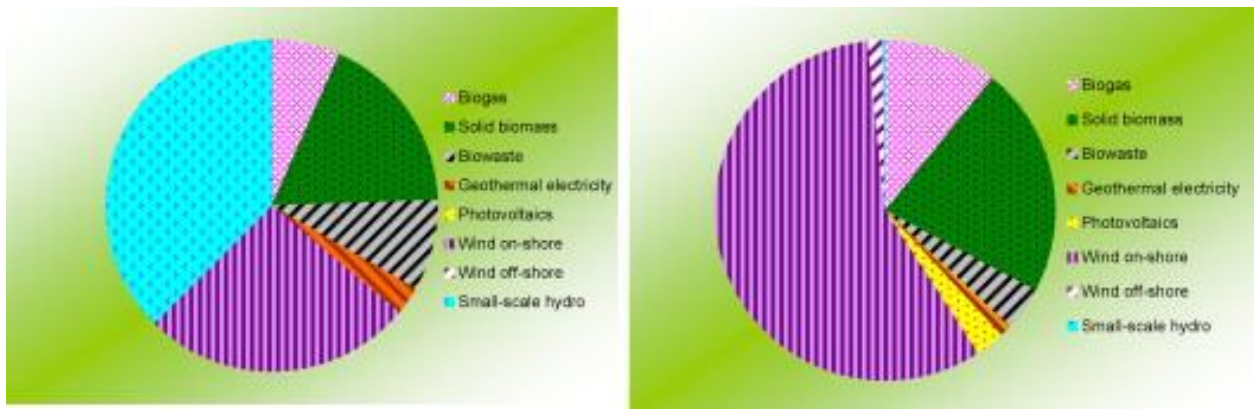
Σύμφωνα με το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών και συγκεκριμένα με την ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία της Οδηγίας 2014/94/ΕΕ, ως εναλλακτικά νοούνται τα καύσιμα που αντικαθιστούν έστω και μερικώς τα καύσιμα που προέρχονται από ορυκτό πετρέλαιο και συμβάλλουν στην μείωση των εκπομπών άνθρακα λόγω των μεταφορών. Τα καύσιμα που περιλαμβάνονται σε αυτήν την κατηγορία είναι η ηλεκτρική ενέργεια, το υδρογόνο, τα βιοκαύσιμα, τα συνθετικά και παραφινικά καύσιμα, το φυσικό αέριο και το υγραέριο. Στην εικόνα που ακολουθεί περιγράφονται σχηματικά οι προοπτικές χρήσης και οι μορφές των εναλλακτικών καυσίμων.



Εικόνα 5 Εναλλακτικά καύσιμα πηγή H. Stancin et al. Renewable and Sustainable Energy Reviews 128 (2020)

1.3.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

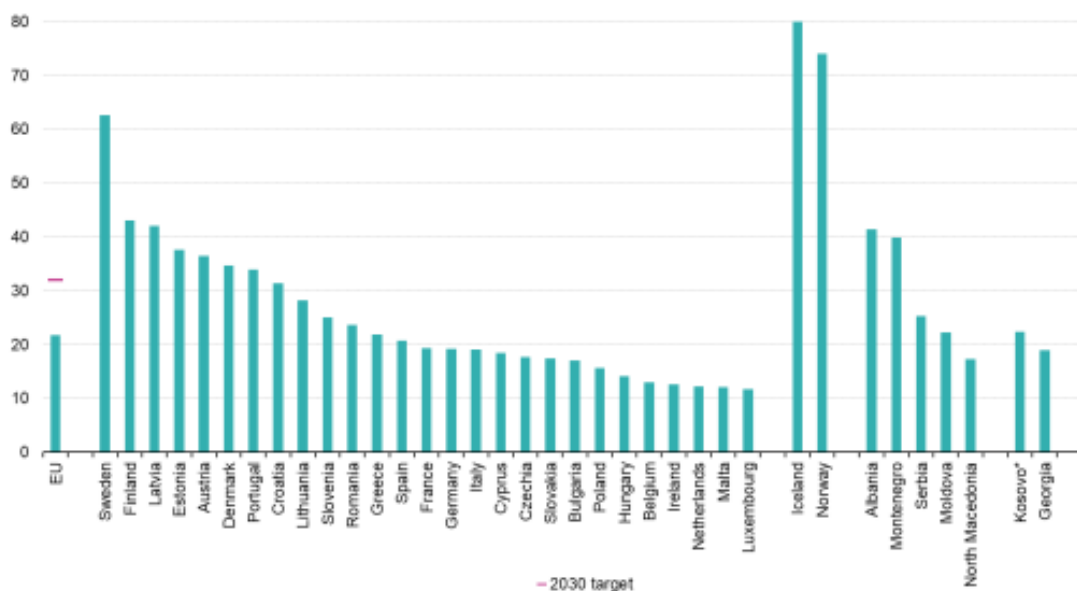
Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως εναλλακτικό καύσιμο όταν παράγεται μέσα από ανανεώσιμες πηγές όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Αντιθέτως αν η παραγωγή της προέρχεται από ορυκτά καύσιμα δεν μπορεί να θεωρηθεί πράσινη ή εναλλακτική διότι έχει μεν χαμηλό αποτύπωμα εκπομπών κατά την κατανάλωσή της αλλά υψηλό κατά την παραγωγή της. Παράγεται δηλαδή με τρόπο που γίνεται προσπάθεια λόγω της μόλυνσης του περιβάλλοντος και της κλιματικής αλλαγής να αντικατασταθεί. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωριστεί αυτή η ανάγκη κι έχει γίνει πρόοδος σε αυτόν τον τομέα. Αυτή η πρόοδος αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6 Ιστορική εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ταξινομημένες ανά πηγή και διαχωρισμένες κατά την περίοδο από το 1990 έως το 1998 (αριστερή εικόνα) και από το 1999 έως το 2007 (δεξιά εικόνα) πηγή R. Haas et al. / Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011)

Όπως φαίνεται μεγάλο μερίδιο τείνει να αποκτήσει η αιολική ενέργεια ενώ στην περίοδο που απεικονίζει η εικόνα φαίνεται η εμφάνιση των φωτοβολταϊκών. Εκ του αποτελέσματος και με βάση τα σημερινά δεδομένα η Ευρωπαϊκή Ένωση κινείται στους στόχους που έχει θέσει.

Share of energy from renewable sources, 2021
(% of gross final energy consumption)



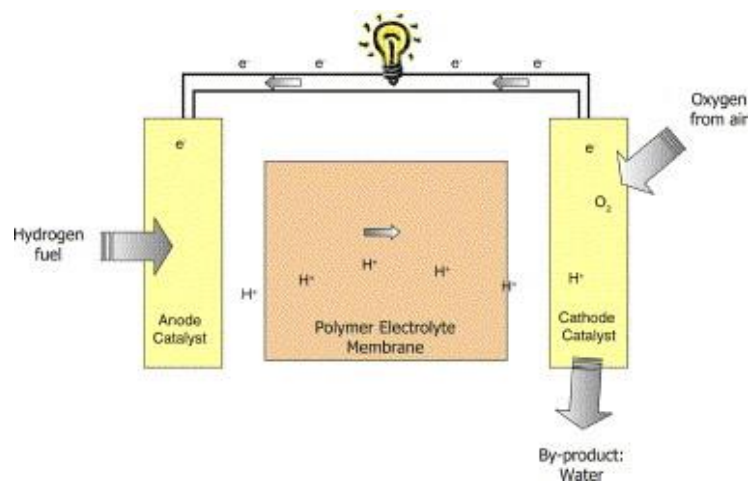
* This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.
Source: Eurostat (online data code: nrg_ind_ren)

eurostat

Εικόνα 7 Ποσοστά ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές πηγή Eurostat

1.3.2 ΥΔΡΟΓΟΝΟ

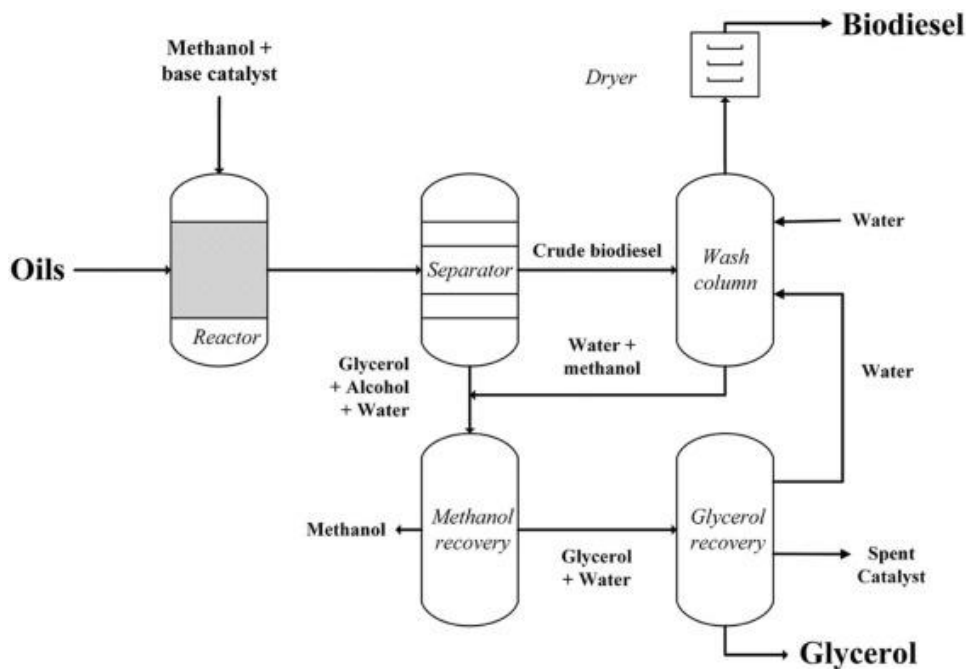
Το υδρογόνο είναι ένα άχρωμο, άοσμο άγευστο και μη δηλητηριώδες χημικό στοιχείο που υπάρχει σε αφθονία στο σύμπαν. Είναι το πιο καθαρό από τα εναλλακτικά καύσιμα καθώς από την καύση του αντί για βλαβερά αέρια ως υποπροϊόν παράγεται νερό. Να σημειωθεί πως το υδρογόνο έχει χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε διαστημικά προγράμματα και το νερό που παράγεται από την καύση καταναλώνεται από το πλήρωμα. Το μειονέκτημα του είναι πως δεν συναντάται ως μεμονωμένο στοιχείο στη φύση αλλά με χημικό δεσμό με οξυγόνο ή άνθρακα, οπότε αποτελεί ενέργεια που πρέπει να κατασκευαστεί. Το υδρογόνο ως πηγή ενέργειας λειτουργεί σαν κυψέλη καυσίμου οπότε δε χρειάζεται ούτε φόρτιση ούτε εξαντλείται σε αντίθεση με τις μπαταρίες. Μια απλοποιημένη απεικόνιση της παραγωγής ενέργειας μέσω της κυψέλης καυσίμου υδρογόνου παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 8 Απεικόνιση της διαδικασίας κατά την οποία κυψέλη καυσίμου παράγει ηλεκτρική ενέργεια από υδρογόνο πηγή B. Johnston et al. / Technovation 25 (2005)

1.3.3 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Τα βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα καύσιμα που μπορούν να παραχθούν από φυτικά έλαια, ζωικά λίπη ή ανακυκλωμένα λίπη εστιατορίων. Είναι ασφαλή και βιοδιασπώμενα και δεν εκλύουν βλαβερούς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Θα πρέπει όμως να ληφθεί μέριμνα ώστε να μην υπάρχουν επιπτώσεις στη γεωργία και να μην υπάρχουν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έμμεσα, δηλαδή κατά την παραγωγή τους. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται σχηματικά η διαδικασία παραγωγής βιοκαυσίμων.



Εικόνα 9 Διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ πηγή G. Knothe, L.F. Razon / Progress in Energy and Combustion Science 58 (2017)

1.3.4 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΦΙΝΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Είναι εφικτό να παραχθούν συνθετικά υγρά καύσιμα από φυσικό αέριο ή υδρογόνο. Αρχικά παράγεται αέριο σύνθεσης το οποίο στη συνέχεια διέρχεται από καταλυτικές αντιδράσεις όπως η διαδικασία Fischer – Tropsch (F-T). Με αυτή τη διεργασία παράγονται υγροί υδρογονάνθρακες. Η αναλογία μεταξύ αερίου υδρογόνου και μονοξειδίου του άνθρακα στο αέριο σύνθεσης και ο τύπος του καταλύτη καθορίζουν τον τύπο του παραγόμενου υδρογονάνθρακα ο οποίος μπορεί να είναι παρόμοιος με βενζίνη ή ντίζελ.

1.3.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο, συμπιεσμένο φυσικό αέριο σε αέρια μορφή (CNG) και σε υγροποιημένη μορφή (LNG), μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και να χρησιμοποιηθεί στον τομέα των μεταφορών. Αποτελείται κυρίως από αέριο μεθάνιο που εκπέμπει την ελάχιστη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα και άλλων βλαβερών ουσιών κατά την καύση συγκριτικά με συμβατικά καύσιμα. Είναι μη τοξικό καύσιμο αλλά πολύ εύφλεκτο. Επιπλέον δύναται να είναι αποδοτικότερο καύσιμο συγκριτικά με τα περισσότερα που χρησιμοποιούνται για μεταφορές οπότε καθίσταται και πιο οικονομικό. Δεν παύει όμως να είναι ορυκτό καύσιμο επομένως δεν είναι ανανεώσιμο.

1.3.6 ΥΓΡΑΕΡΙΟ

Το υγραέριο (LPG) είναι γενικά πιο καθαρό καύσιμο από τη βενζίνη και το ντίζελ γιατί αποτελείται από απλές ενώσεις υδρογονανθράκων. Το υγραέριο περιέχει πολύ λίγο θείο και δεν περιέχει μόλυβδο. Επιπλέον λόγω των πολλών οκτανίων δε χρειάζεται πρόσθετα. Το

μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής υγραερίου προέρχεται από τη διαδικασία ανάκτησης από την εξόρυξη καυσίμου και κάποιο μέρος από τη διύλιση αργού πετρελαίου.

1.4 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει την αποδοχή των διαφορετικών τύπων καυσίμων από τους χρήστες οχημάτων και κατά πόσο συμβάλλουν σε αυτήν διάφορες μεταβλητές και οι πολιτικές που εφαρμόζονται. Συγκεκριμένα να διερευνηθεί το επίπεδο υιοθέτησης από τους καταναλωτές οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων (AVF) όπως ηλεκτρικών οχημάτων (EV) έναντι οχημάτων συμβατικών καυσίμων (CV) όπως οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ICF). Να διερευνηθεί δηλαδή στη βιβλιογραφία αν αυτή η αποδοχή ή μη συνδέεται με κοινωνικοοικονομικές, δημογραφικές, τεχνολογικές και άλλες παραμέτρους. Όταν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την επιλογή των καταναλωτών τότε οι θεωρίες της συμπεριφοράς μέσω προσδιορισμού και ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων προσφέρουν πλαίσια για την ερμηνεία της επίδρασης των διάφορων παραγόντων στην επιλογή των διαθέσιμων εναλλακτικών. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού ακολουθήθηκε συστηματική βιβλιογραφική ανάλυση κι έτσι αναζητήθηκαν πηγές με βάση λέξεις κλειδιά στη μηχανή αναζήτησης Google scholar. Τα αποτελέσματα που προκύπταν από τις αναζητήσεις ήταν σε πληροφοριακές πηγές όπως η Science Direct.

1.5 Οργάνωση διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία οργανώνεται σε 5 κεφάλαια. Το πρώτο είναι εισαγωγικό και σε αυτό παρουσιάζεται το θέμα που πραγματεύεται, το κίνητρο, ο σκοπός και η οργάνωση της εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται πρώτον κάποια άρθρα που αναλύθηκαν και δεύτερον τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση και τη βιβλιογραφία. Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα. Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο βρίσκεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για τη συγγραφή της εργασίας.

Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία της διπλωματικής εργασίας

Για τη βιβλιογραφική συστηματική ανάλυση αρχικά έγινε αναζήτηση, μέσω μηχανών αναζήτησης κυρίως με τη Google Scholar, για πληροφοριακές πηγές στην ξενόγλωσση κι ελληνική βιβλιογραφία. Παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μεγάλος όγκος έρευνας κι εργασιών σχετικά με τα πράσινα καύσιμα στον τομέα των οδικών μετακινήσεων. Κατά τη διάρκεια αυτής της αναζήτησης καταγράφηκαν οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και το πλήθος των αποτελεσμάτων που εμφανίστηκαν όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1 Λέξεις κλειδιά πλήθος αποτελεσμάτων αναζήτησης

fuel and acceptance	3160000
ev and fuel and acceptance	147000
hydrogen and fuel and acceptance	289000
acceptance and fuel and public	1970000
public perception and acceptance	5170000
green and fuels and acceptance	474000
alternative and fuels and acceptance	661000
fuel and adoption	2600000
public opinion and fuel	1730000
fuel and acceptance and questionnaire	147000

Από αυτά επιλέχθηκαν όσα περιλάμβαναν έρευνα ερωτηματολογίου καθώς το ζήτημα που εξετάζεται είναι η αποδοχή των διάφορων τύπων καυσίμων και τούτο μπορεί να επιτευχθεί ρωτώντας απευθείας είτε καταναλωτές που χρησιμοποιούν οχήματα εναλλακτικών τύπων καυσίμων είτε δυνητικούς αγοραστές που έχουν την πρόθεση να χρησιμοποιήσουν ένα πράσινο όχημα αντί για ένα συμβατικό. Στη συνέχεια έγινε επιλογή των άρθρων πρώτα σύμφωνα με τον τίτλο, έπειτα σύμφωνα με την περίληψη και τέλος σύμφωνα με το πλήρες κείμενο. Από την επιλογή προέκυψαν 11 άρθρα που αναφέρονται στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και στη συνέχεια έγινε προσπάθεια να εντοπιστούν τα κοινά σημεία, οι διαφορές και οι καινοτομίες στις έρευνες σχετικά με το θέμα που εξετάζεται και να διερευνηθεί πώς αυτά στηρίζονται με βάση τη βιβλιογραφία. Από τη σύγκριση των προαναφερθέντων παραμέτρων εξάγονται τα συμπεράσματα που αναλύονται στο τέλος της εργασίας. Τέλος αναφέρονται όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν την τεκμηρίωση της εργασίας. Για την κατανόηση της μεθοδολογίας δημιουργήθηκε διάγραμμα στο οποίο φαίνονται ξεκάθαρα τα βήματα που ακολουθήθηκαν.

Αποτελέσματα που προέκυψαν από την αναζήτηση σε πληροφοριακές πηγές

Αφαίρεση αποτελεσμάτων που εμφανίστηκαν πάνω από μία φορές

Φιλτράρισμα άρθρων σχετικά με τη θεματολογία

Απόρριψη άρθρων που είχαν μεν θεματολογία τα πράσινα καύσιμα αλλά δεν αφορούσαν οδικές μετακινήσεις

Φιλτράρισμα άρθρων σχετικά με το περιεχόμενο

Απόρριψη άρθρων που δεν είχαν ερωτηματολόγιο

Τελικός αριθμός άρθρων στα οποία έγινε ανάλυση

Εικόνα 10 Γράφημα μεθοδολογίας

Κεφάλαιο 3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

3.1 Βιβλιογραφική Ανάλυση

3.1.1 ΕΣΑΓΩΓΗ

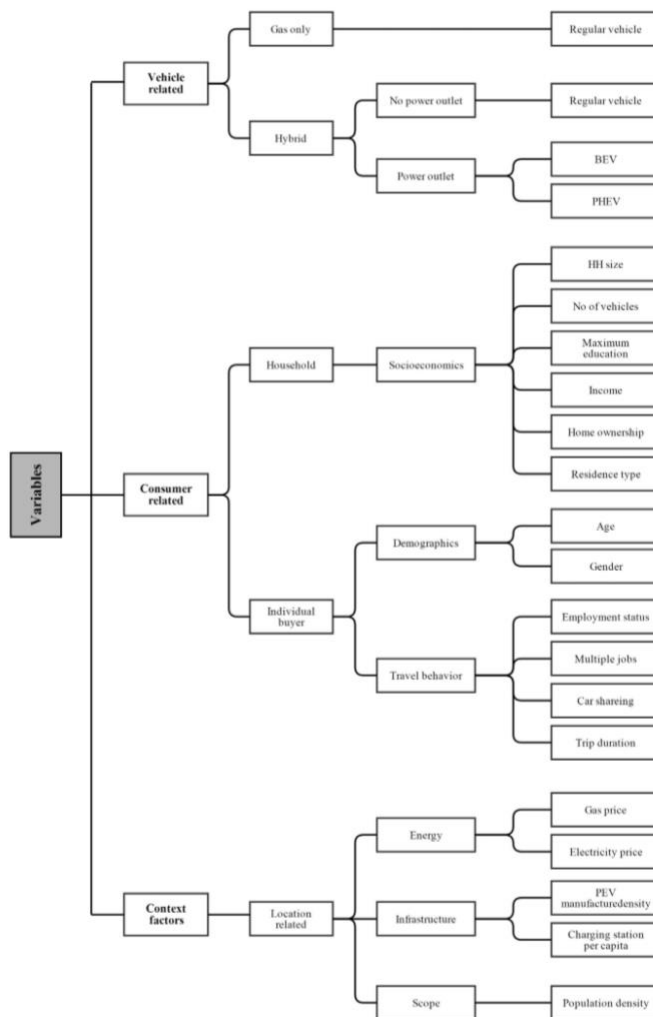
Ακολουθώντας τη μεθοδολογία που περιγράφεται παραπάνω επιλέχθηκαν 6 άρθρα στα οποία γίνεται έρευνα για την αποδοχή εναλλακτικών καυσίμων. Τα άρθρα αυτά παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα και στη συνέχεια αναφέρονται τα στοιχεία που είναι χρήσιμα για τη δημιουργία μιας συνολικής εικόνας σχετικά με την αποδοχή.

Πίνακας 2 Άρθρα που αναλύθηκαν

Συγγραφέας	Έτος	Χώρα	Πεδίο Έρευνας	Μοντέλο
Roxana J. et al.	2017	ΗΠΑ	Πραγματικοί αγοραστές	Maximum Likelihood approach
J. Shin et al.	2015	Νότια Κορέα	Ανάλυση προτιμήσεων τύπου καυσίμου καθώς και νέων τεχνολογιών	Multiple discrete–continuous probit
K. Westin et al	2018	Σουηδία	Υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων στη Σουηδία	Survey and register data
M. Tran et al	2013	Ευρώπη	Υιοθέτηση οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων	Προσομοίωση Monte Carlo και ανάλυση σεναρίων
Y. Zhang et al	2011	Κίνα	Αποδοχή EV στην Κίνα	Logit
V. Lioutas et al.	2021	Ελλάδα	Αποδοχή EV στην Ελλάδα	Θεωρία σχεδιασμένης συμπεριφοράς

Οι Roxana J. Javida και Ali Nejatb στην έρευνά τους πραγματεύονται το πρόβλημα της αύξησης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου λόγω των μεταφορών στις Ηνωμένες Πολιτείες οι οποίες αποτελούν σημαντικό μέρος των συνολικών εκπομπών, όπως άλλωστε αναφέρουν κι οι R.N. Colville et al σε έρευνα σχετικά με την αέρια ρύπανση. Συγκεκριμένα αναφέρουν πως πάνω από το ένα τρίτο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου λόγω των μεταφορών μπορεί να αποδοθεί σε οδικές μεταφορές. Οι πολιτικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου περιλαμβάνουν στις στρατηγικές μεταξύ άλλων και τα εναλλακτικά καύσιμα. Η σημαντικότητα των εναλλακτικών καυσίμων τονίζεται καθώς ταξινομούν τις στρατηγικές σε τρεις ομάδες εκ των οποίων η μία είναι αποκλειστικά για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων. Για να αξιολογηθεί η συμβολή των οχημάτων που χρησιμοποιούν πράσινες μορφές ενέργειας πρέπει να διερευνηθεί η αποδοχή των καταναλωτών κι αυτό γίνεται συγκρίνοντας το ποσοστό των αγοραστών PEV (Plug-in Electric Vehicles) με το σύνολο των αγοραστών αυτοκινήτων. Η έρευνα επικεντρώθηκε στην Καλιφόρνια καθώς κατέχει μεγάλο μερίδιο της αγοράς PEV στις

ΗΠΑ, συγκεκριμένα το 42%. Οπότε κρίθηκε κατάλληλο το δείγμα ώστε να ληφθούν αποτελέσματα από πραγματικά δεδομένα αγοραστών PEV. Ένας από τους στόχους του μοντέλου που προτείνεται σε αυτήν την έρευνα είναι να περιγράψει πιθανούς παράγοντες που επηρεάζουν την καταναλωτική συμπεριφορά σε σχέση με τα PEV και κατ' επέκταση την αποδοχή των καταναλωτών της ηλεκτρικής ενέργειας ως τύπο καυσίμου. Η έρευνα των Roxana J. Javida και Ali Nejatb διερευνά 17 μεταβλητές που είναι πιθανό να επηρεάσουν την αποδοχή PEV. Οι μεταβλητές αυτές χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες όπως αυτές φαίνονται στην εικόνα 1. Οι μεταβλητές αυτές περιέχουν κοινούς παράγοντες που επηρεάζουν το μοντέλο. Το τελικό μοντέλο περιλαμβάνει μερικούς από τους παράγοντες αυτούς.



Εικόνα 11 Οι μεταβλητές σε κατηγορίες κατά τους Javida και Nejat. Πηγή A comprehensive model of regional electric vehicle adoption and penetration Roxana J. Javida,* , Ali Nejat

Οι Jungwoo Shin, Chandra R. Bhat, Daehyun You, Venu M. Garikapati και Ram M. Pendyala στη μελέτη τους παρουσιάζουν μια ανάλυση των προτιμήσεων των καταναλωτών για εναλλακτικούς τύπους καυσίμων. Χρησιμοποιούν μοντέλο πολλαπλών διακριτών συνεχών probit (MDCP). Το μοντέλο αυτό είναι ιδανικό για αυτή τη μοντελοποίηση διότι είναι ικανό να περιλαμβάνει πολλαπλές επιλογές προτίμησης των καταναλωτών, αυτή η μέθοδος είναι γνωστή

και χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες σε τέτοιου είδους έρευνες, Carlos F. Daganzo. Το μοντέλο αυτό λαμβάνει υπόψη την ετερογένεια στις προτιμήσεις των καταναλωτών ενώ αμβλύνεται η υπόθεση της ανεξαρτησίας από μεταβλητές που δε σχετίζονται μεταξύ τους. Σε αυτήν την μελέτη διερευνώνται κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές για τον ρόλο που παίζουν στις προτιμήσεις των καταναλωτών. Στη μελέτη τους επίσης καταγράφεται η έρευνα που έχει γίνει για τη μοντελοποίηση της προτίμησης των καταναλωτών ως προς τους τύπους οχημάτων. Στις έρευνες αυτές αναφέρεται πως έχουν χρησιμοποιηθεί μοντέλα logit για να αναλυθούν οι προτιμήσεις των καταναλωτών ωστόσο παραλείπονται βασικές παράμετροι καθώς η δομή τέτοιων μοντέλων δεν επιτρέπει την ταυτόχρονη επιλογή πολλαπλών εναλλακτικών και δε λαμβάνεται υπόψη η συσχέτιση μη παρατημένων παραγόντων επιρροής στην επιλογή ούτε η ετερογένεια των προτιμήσεων. Για αυτό το λόγο στη μελέτη τους χρησιμοποίησαν μοντέλο probit (MDCP) ώστε η ανάλυση της συμπεριφοράς των καταναλωτών να αφορά και την επιλογή αλλά και τη χρήση οχημάτων που τροφοδοτούνται από εναλλακτικά καύσιμα.

Οι K. Westin et al αναφέρουν ρεαλιστικά πως οι ανθρώπινες δραστηριότητες πράγματι συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή κι εστιάζουν στην ανάγκη να κατανοηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την πρόθεση των καταναλωτών να προστατέψουν το περιβάλλον. Αυτή η πρόθεση για προστασία του περιβάλλοντος περιλαμβάνει και την επιλογή ενός ηλεκτρικού οχήματος αντί ενός συμβατικού. Επίσης εισάγουν το ζήτημα που προκύπτει αν κάποιος πάει να επιλέξει ανάμεσα σε ένα ηλεκτροκίνητο όχημα και σε ένα υβριδικό. Τα υβριδικά οχήματα, που έχουν μπαταρία η οποία φορτίζεται όσο λειτουργεί κινητήρας εσωτερικής καύσης, ναι μεν είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον δεν παύουν όμως να χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Κατά πόσο δηλαδή η εναλλακτική του περισσότερο φιλικού προς το περιβάλλον οχήματος επηρεάζει την επιλογή του απολύτως φιλικού. Επίσης αναφέρουν και το γεγονός πως εκτός από τα δημογραφικά στοιχεία που παίζουν ρόλο επίσης ψυχολογικοί παράγοντες επιδρούν όταν πρόκειται για περιβαλλοντικά θέματα. Για τους ψυχολογικούς παράγοντες και τον τρόπο που επιδρούν στη συνείδηση σχετικά με την κλιματική αλλαγή είναι λίγα γνωστά αλλά γίνεται προσπάθεια μέσα από έρευνες, Christine Jie Li & Martha C. Monroe. Επιπλέον ερευνούν και χωρικά δεδομένα καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί η πυκνότητα των σταθμών φόρτισης είναι παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή οχήματος.

Οι M. Tran et al εξετάζουν το ρόλο που αναμένεται να διαδραματίσουν τα οχήματα που κινούνται με χρήση εναλλακτικών καυσίμων στο στόχο ώστε να απεξαρτηθούν οι μεταφορές από τα ορυκτά καύσιμα. Στόχος της εργασίας τους είναι να συνθέσει ευρήματα για την πρόμηση αποδοχή και να αναπτύξει μοντέλο που να αξιολογεί τους διάφορους συνδυασμούς παραγόντων που επηρεάζουν. Επιπλέον γίνεται προσπάθεια να οριστούν και να κατανοηθούν τα κίνητρα αγοράς των καταναλωτών οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων (AFV) ώστε να επιτευχθεί επιτάχυνση της διάδοσης τέτοιων οχημάτων.

Οι Y. Zhang et al μελετούν την αποδοχή EV στην Κίνα καθώς η ραγδαία αύξηση χρήσης ιδιωτικών αυτοκινήτων ώθησε την κυβέρνηση να λάβει μέτρα και να ενισχύσει την έρευνα στο κομμάτι αυτό. Αυτά τα μέτρα συμπεριλαμβάνονται στη στρατηγική της Κίνας που στοχεύει να γίνει ηγέτης παγκοσμίως στα AFV. Ωστόσο κι εκεί εντόπισαν τα ίδια προβλήματα που εντοπίστηκαν στον υπόλοιπο κόσμο, περιορισμένη πυκνότητα σταθμών ανεφοδιασμού, προβλήματα απόδοσης και επιδόσεων, αποθήκευση και αυτονομία κλπ. Για την προώθηση της μαζικής υιοθέτησης AFV η Κινεζική κυβέρνηση έλαβε μέτρα όπως επιδοτήσεις και κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης.

Οι V. Lioutas et al. πραγματοποιούν έρευνα για την αποδοχή των EV στην Ελλάδα. Για τους σκοπούς της έρευνας διανεμήθηκαν 400 ερωτηματολόγια πανελλαδικά και διερευνήθηκαν οι προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση. Όπως και σε άλλες χώρες κρίσιμο αποδείχτηκε το ζήτημα της πυκνότητας του δικτύου φόρτισης. Οι συγγραφείς θέτουν, σε αντίθεση με άλλους που δεν το αναφέρουν καν, πως για να συγκαταλέγεται η ηλεκτροκίνηση στις πράσινες μεταφορές θα πρέπει η ηλεκτρική ενέργεια να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές.

3.1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Οι Roxana J. Javida και Ali Nejatb στην έρευνα τους περιλαμβάνουν δείγμα 16348 συμμετεχόντων χωρίς να γίνουν στατιστικές προσαρμογές ώστε να αποφευχθούν επιπλοκές στο μοντέλο. Οι μεταβλητές που εξετάζονται σε σχέση με το περιβάλλον, δηλαδή με τον τύπο καυσίμου, είναι το κόστος αγοράς καυσίμου, οι υποδομές, και κοινωνικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επιλογή. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι μεταβλητές που εξετάστηκαν.

Πίνακας 3 Συνοπτική παρουσίαση των μεταβλητών που εξέτασαν οι Roxana J. Javida και Ali Nejatb

Μεταβλητή	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή
PEV	0,025	0,156	0	1
Ηλικία	52,18	13,12	18	99
Φύλο	0,559	0,497	0	1
Επαγγελματική κατάσταση	0,740	0,439	0	1
Πολλαπλή απασχόληση	0,207	0,405	0	1
Κοινή χρήση αυτοκινήτου	0,011	0,103	0	1
Διάρκεια ταξιδιού	52,38	71,21	0	939
Εισόδημα	3,728	1,340	1	5
Ιδιοκτησία κατοικίας	0,822	0,383	0	1
Τύπος διαμονής	1,347	0,751	1	4
Αριθμός αυτοκινήτων	2,090	0,912	1	8
Άτομα στο νοικοκυριό	2,781	1,356	1	8
Επίπεδο εκπαίδευσης	4,756	1,299	1	6
Κατά κεφαλήν σταθμοί φόρτισης	0,491	0,335	0,000	1,447

Πυκνότητα κατασκευαστών	0,391	0,594	0,000	2,720
Πυκνότητα πληθυσμού	1481,2	2484,5	1,500	17543,0
Τιμή μονάδας αερίου	3,832	0,069	3,630	3,930
Τιμή μονάδας ηλεκτρικής ενέργειας	14,6	1,5	8	16,0
Πλήθος δείγματος	16348			

Το δείγμα των J. Shin et al. αποτελείται 675 απαντήσεις σε ερωτηματολόγιο μεταξύ Μαρτίου και Μαΐου του 2012 σε έξι μητροπολιτικές πόλεις της Νότιας Κορέας. Για τη συλλογή των δεδομένων χρειάστηκε να γίνει εκπαίδευση στους ερευνητές ώστε να είναι σε θέση παρουσιάσουν σενάρια επιλογής στους ερωτηθέντες κι έπειτα πραγματοποιήθηκαν οι προσωπικές συνεντεύξεις. Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων παρουσιάστηκαν πληροφορίες σχετικά με τις νέες τεχνολογίες και με τα χαρακτηριστικά των οχημάτων που λειτουργούν με εναλλακτικά καύσιμα. Παρουσιάστηκαν επίσης κι ενδεικτικά σενάρια ώστε οι ερωτηθέντες να εξοικειωθούν με τη διαδικασία της έρευνας. Επιπλέον έγινε οριοθέτηση του χρόνου απόκρισης του κάθε ερωτήματος ώστε αυτός να είναι επαρκής και να μην δοθούν βιαστικές απαντήσεις. Να σημειωθεί πως το δείγμα λήφθηκε ενώ οι επιλογές των νέων τεχνολογιών και των εναλλακτικών καυσίμων δεν ήταν ακόμη ευρέως διαθέσιμες στη Νότια Κορέα. Έπειτα από κατάλληλη ποσόστωση και με σκοπό το σύνολο των δεδομένων να αντικατοπτρίζει τον γενικό πληθυσμό το δείγμα διαμορφώθηκε σε 633 ολοκληρωμένες απαντήσεις. Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Από τον μέσο όρο ηλικίας των ερωτηθέντων που ανταποκρίθηκαν στην έρευνα, ο οποίος είναι τα 38 έτη, διαπιστώνουμε πως οι νεότεροι ενδιαφέρονται περισσότερο για ζητήματα νέων τεχνολογιών. Οι τύποι των καυσίμων που λήφθηκαν υπόψη ως εναλλακτικές επιλογές των ερωτηθέντων είναι βενζίνη, ντίζελ, υβριδικά (βενζίνη και μπαταρία) και ηλεκτρικά (μπαταρία). Να σημειώσουμε εδώ πως οι ερωτηθέντες έλαβαν υπόψη τη διαφορά στο χρόνο ανεφοδιασμού για κάθε τύπο οχήματος καθώς για τα ηλεκτρικά απαιτούνται 4 ώρες φόρτισης ή 2 λεπτά για αντικατάσταση της μπαταρίας με μία φορτισμένη.

Πίνακας 4 Χαρακτηριστικά του δείγματος της έρευνας

		Απαντήσεις	Ποσοστό	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Φύλο	Άνδρες	301	47,6	-	-
	Γυναίκες	332	52,4	-	-
Ηλικία	20-29	169	26,7	38,4	10,88
	30-39	170	26,9		
	40-49	174	27,5		
	50-59	120	19		
Μέγεθος νοικοκυριού	≤2	78	12,3	3,6	0,96
	3	146	23,1		

	4	353	55,8		
	≥5	56	8,9		
Εισόδημα νοικοκυριού (10000 KRW)	≤199	11	1.7	413.38	149.85
	200-299	80	12.6		
	300-399	213	33.6		
	400-499	142	22.4		
	500-599	119	18.8		
	≥600	68	10.7		
Ετήσια χιλιομετρική διάνυση (km)		Πρώτο όχημα (%) (αν υπάρχει δεύτερο στο νοικοκυριό)		Δεύτερο όχημα (%)	
<10000		10,5		43,9	
10000-14999		20,8		22,8	
15000-19999		21,8		14	
20000-24999		24		8,8	
25000-29999		8,5		5,3	
30000-39999		11,8		5,3	
≥40000		2,6		-	

Οι K. Westin et al βασίστηκαν σε 3000 δεδομένα για την έρευνά τους. Συγκεκριμένα πραγματοποίησαν έρευνα σε 3000 ιδιοκτήτες οχημάτων στη Σουηδία το 2014. Το δείγμα χωρίστηκε σε τρεις ομάδες: α) σε ιδιοκτήτες EV (electric vehicles), δηλαδή σε όσους έχουν ήδη υιοθετήσει πράσινα καύσιμα κι επομένως τα έχουν ήδη αποδεχτεί, β) σε ιδιοκτήτες FFV (flexible fuel vehicle), δηλαδή σε χρήστες που κατέχουν όχημα που χρησιμοποιεί κάποιο είδος βιοκαυσίμου και μπορεί να τροφοδοτηθεί πλήρως ή εν μέρει με εναλλακτικά καύσιμα και γ) σε ιδιοκτήτες οχημάτων που τροφοδοτούνται συμβατικά ορυκτά καύσιμα CFV (conventional fuel vehicle), δηλαδή βενζίνη ή ντίζελ. Το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι ιδιοκτήτες οχημάτων περιείχε ερωτήσεις δημογραφικών, κοινωνικοοικονομικών και χωρικών στοιχείων. Επίσης περιλάμβανε ερωτήσεις σχετικά με τη στάση τους απέναντι σε περιβαλλοντικά θέματα.

Οι Y. Zhang et al συλλέγουν τα δεδομένα τους με έρευνα ερωτηματολογίου πραγματοποιώντας την πρόσωπο με πρόσωπο, όπως έκαναν και οι J. Shin et al., ώστε να αποφευχθεί η χαμηλή απόκριση και να μπορούν να δώσουν διευκρινήσεις άμεσα αν χρειαστεί. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται σε σχολές οδηγών όπου υπάρχουν δυνητικοί αγοραστές οχημάτων. Οι εκπαιδευόμενοι σε σχολές οδηγών και δυνητικοί αγοραστές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, τους εργαζόμενους που έχουν εισόδημα και τους φοιτητές. Και οι δύο ομάδες είναι πιθανό να αγοράσουν ένα AVF αλλά οι φοιτητές μακροπρόθεσμα εφόσον δε διαθέτουν εισόδημα. Με αυτόν τον τρόπο να διανεμούν ερωτηματολόγια σε δυνητικούς χρήστες η απόκριση ήταν 74,8%, δηλαδή το ποσοστό που αναφέρεται αντιστοιχεί στα σωστά συμπληρωμένα ερωτηματολόγια που επιστράφηκαν. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές που συμπεριλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο καθώς και τα μεγέθη τους σε πλήθος 299 έγκυρων απαντημένων ερωτηματολογίων.

Πίνακας 5 Μεταβλητές ερωτηματολογίου Y. Zhang et al

Ανεξάρτητη μεταβλητή	Τιμή	Ποσοστό στο δείγμα (%)	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Φύλο	1 Άνδρες	54,3	1,46	0,499
	2 Γυναίκες	45,7		
Ηλικία	1 <25	35,5	2,15	1,154
	2 25-34	34,4		
	3 35-44	13,0		
	4 45-54	13,4		
	5 ≥55	3,7		
Επίπεδο εκπαίδευσης	1 Βασική εκπαίδευση	0	4,3	0,8
	2 Μέση εκπαίδευση	3,7		
	3 Κατάρτιση	10,4		
	4 Πανεπιστημιακή εκπαίδευση	38,1		
	5 Μεταπτυχιακή εκπαίδευση	47,8		
Ετήσιο εισόδημα (Γουάν)	1 <30000	31,5	2,69	1,441
	2 30000-49999	16,3		
	3 50000-69999	16,3		
	4 70000-99999	23,2		
	5 ≥100000	12,7		
Μέγεθος νοικοκυριού	1 1	2,7	3,34	0,888
	2 2	11		
	3 3	50		
	4 4	24,3		
	5 ≥5	12		
Άτομα στο νοικοκυριό που διαθέτουν δίπλωμα οδήγησης	1 0	31,2	2,09	0,904
	2 1	34,4		
	3 2	29,4		
	4 3	4,7		
	5 ≥4	0,3		
Αριθμός οχημάτων στο νοικοκυριό	1 0	47,1	1,7	0,774
	2 1	37,5		
	3 2	13,4		
	4 ≥3	2,0		
Γνώση σχετικά με AFV	1 Απολύτως καμία	5,0	2,73	0,776
	2 Ίσως καμία	31,2		
	3 Μέση	51,5		
	4 Καλή	11,0		
	5 Πολύ καλή	1,3		

Εμπειρία με AVF	1 Ναι	28,1	1,72	0,450
	2 Όχι	71,9		
Επίδοση του οχήματος	1 Δε θα το λάμβανα καθόλου υπόψη	1,3	3,42	0,599
	2 Δε θα το λάμβανα υπόψη	1,0		
	3 Θα το λάμβανα υπόψη	52,2		
	4 Θα το λάμβανα σίγουρα υπόψη	45,5		
Κυβερνητικές πολιτικές	1 Δε θα το λάμβανα καθόλου υπόψη	0,7	3,07	0,615
	2 Δε θα το λάμβανα υπόψη	13,4		
	3 Θα το λάμβανα υπόψη	64,9		
	4 Θα το λάμβανα σίγουρα υπόψη	21,0		
Περιβαλλοντικές ανάγκες	1 Δε θα το λάμβανα καθόλου υπόψη	1,3	3,18	0,635
	2 Δε θα το λάμβανα υπόψη	7,7		
	3 Θα το λάμβανα υπόψη	63,6		
	4 Θα το λάμβανα σίγουρα υπόψη	27,4		
Νόρμα συνομηλίκων	1 Δε θα το λάμβανα καθόλου υπόψη	3,0	2,93	0,691
	2 Δε θα το λάμβανα υπόψη	18,1		
	3 Θα το λάμβανα υπόψη	62,9		
	4 Θα το λάμβανα σίγουρα υπόψη	16,0		
Τιμή οχήματος	1 Απολύτως ασήμαντο	1,3	4,02	0,716
	2 Ασήμαντο	0,3		
	3 Μέτρια σημαντικό	15,7		

	4 Σημαντικό	60,5		
	5 Πολύ σημαντικό	22,2		
Μείωση των φόρων	1 Απολύτως ασήμαντο	0,3	3,92	0,733
	2 Ασήμαντο	1,7		
	3 Μέτρια σημαντικό	24,1		
	4 Σημαντικό	53,5		
	5 Πολύ σημαντικό	20,4		
Τιμή καυσίμου	1 Απολύτως ασήμαντο	0,0	4,31	0,651
	2 Ασήμαντο	1,0		
	3 Μέτρια σημαντικό	7,4		
	4 Σημαντικό	50,8		
	5 Πολύ σημαντικό	40,8		
Διαθεσιμότητα καυσίμου	1 Απολύτως ασήμαντο	0,3	4,24	0,692
	2 Ασήμαντο	1,0		
	3 Μέτρια σημαντικό	9,7		
	4 Σημαντικό	52,2		
	5 Πολύ σημαντικό	36,8		
Κόστος συντήρησης	1 Απολύτως ασήμαντο	0,0	4,24	0,653
	2 Ασήμαντο	1,3		
	3 Μέτρια σημαντικό	8,0		
	4 Σημαντικό	55,5		
	5 Πολύ σημαντικό	35,2		
Ασφάλεια οχήματος	1 Απολύτως ασήμαντο	0,0	4,55	0,619
	2 Ασήμαντο	1,3		
	3 Μέτρια σημαντικό	8,0		
	4 Σημαντικό	55,5		
	5 Πολύ σημαντικό	35,2		

Οι V. Lioutas et al. διένειμαν το ερωτηματολόγιο της έρευνας μέσω ιδρυμάτων, κοινωνικών δικτύων και ηλεκτρονικών μέσων. Λόγω της χωρίς όριο διανομής δεν υπάρχει διαθέσιμο ποσοστό απόκρισης. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε 436 φορές και από αυτές

λήφθηκαν ως έγκυρες 400 απαντήσεις. Τα δεδομένα αναλύθηκαν περιγραφικά με βάση κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά κι έπειτα έγινε στατιστική ανάλυση. Μερικές από τις μεταβλητές που συμπεριλαμβάνονται είναι το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης, η απασχόληση και το εισόδημα. Σημαντική παράμετρος που λήφθηκε υπόψη, ενώ συνήθως παραλείπεται όπως παρατηρήθηκε στους υπόλοιπους ερευνητές, είναι ο σκοπός του ταξιδιού. Επίσης τίθεται κι εδώ το ζήτημα του ενδιαφέροντος των χρηστών για τεχνολογικά θέματα γενικώς κάτι που φαίνεται τελικά είναι τάση, όσοι είναι διατεθειμένοι να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες θεωρούν σημαντική την ανάπτυξη των EV.

3.1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για να γίνει έρευνα σε σχέση με την αποδοχή του καυσίμου από δείγμα πραγματικών αγοραστών οι Roxana J. Javida και Ali Nejatb έκαναν την υπόθεση πως οι αγοραστές είχαν κοινές εναλλακτικές, είτε να αγοράσουν PEV είτε να αγοράσουν άλλου καυσίμου όχημα. Για να αναλυθεί η επιρροή των μεταβλητών που έχουν βάση τη συμπεριφορά του καταναλωτή και αυτών που σχετίζονται με το περιβάλλον αναπτύσσεται μια σειρά από στατιστικά μοντέλα. Στα μοντέλα αυτά ενσωματώνονται πολλαπλές πηγές δεδομένων. Στόχος της έρευνας είναι η εκτίμηση της επιλογής οχήματος η οποία είναι μια διακριτή μεταβλητή. Το σύνολο των επιλογών είναι είτε τα PEV είτε τα συμβατικά οχήματα. Για τη χρήση μοντέλου διακριτής επιλογής πρέπει να πληρούνται οι εξής τρεις προϋποθέσεις: α. Οι εναλλακτικές πρέπει να είναι αμοιβαία αποκλειόμενες, δηλαδή κάνοντας μια επιλογή σημαίνει απαραίτητα ότι δε γίνεται επιλογή καμίας άλλης εναλλακτικής. β. οι εναλλακτικές επιλογές πρέπει να είναι εξαντλητικές, δηλαδή στις επιλογές να περιλαμβάνονται όλες οι πιθανές λύσεις. γ. ο αριθμός των εναλλακτικών επιλογών να είναι πεπερασμένος. Τα περισσότερο ευρέως διαδεδομένα μοντέλα διακριτής επιλογής είναι τα logit, της γενικευμένα ακραίας τιμής, τα probit και τα μεικτά logit.

Η ιδέα των J. Shin et al. είναι να μελετηθούν οι επιλογές των καταναλωτών αλλά με τρόπο τέτοιο ώστε οι προτιμήσεις τους να έχουν έναν βαθμό βαρύτητας. Δηλαδή ο συμμετέχων στην έρευνα έχει την επιλογή να επιλέξει πολλούς διαφορετικούς τύπους οχημάτων και να τα χρησιμοποιήσει κατά το δοκούν για ορισμένη συνολική χιλιομετρική απόσταση. Το μοντέλο που χρησιμοποιείται λειτουργεί με μια συνάρτηση χρησιμότητας που μπορεί να χωριστεί σε παρατηρούμενα και μη παρατηρούμενα μέρη, ντετερμινιστικά και στοχαστικά αντίστοιχα. Αυτή η συνάρτηση είναι της μορφής $U_{ij} = \kappa'Z_{ij} + \tilde{\eta}_{ij}$, όπου U_{ij} είναι μια λανθάνουσα χρησιμότητα που αντλείται από τον καταναλωτή από την εναλλακτική j . Η συνάρτηση πιθανότητας που προκύπτει απαιτεί την αξιολόγηση πολυδιάστατων ολοκληρωμάτων τα οποία αξιολογούνται με τη μέθοδο εκτίμησης MACML η οποία είναι υπολογιστικά πιο αποτελεσματική από άλλες. Για την ανάλυση των προτιμήσεων πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα εκ των οποίων το ένα επικεντρώθηκε στην επιλογή οχήματος με βάση τον τύπο του καυσίμου. Επίσης κάποια χαρακτηριστικά, όπως το κόστος συντήρησης, θεωρούνται αμετάβλητα για όλους τους τύπους οχημάτων. Αυτό συμβαίνει διότι η συμπερίληψη όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την επιλογή ενός οχήματος θα έκανε το πείραμα ιδιαίτερα πολύπλοκο κι η αξιοπιστία των απαντήσεων θα ήταν αμφίβολη λόγω της δυσκολίας που θα είχαν οι ερωτηθέντες στη λήψη απόφασης. Για το πείραμα αναπτύχθηκαν 6 σενάρια με 4 εναλλακτικές το καθένα. Ο κάθε ερωτηθείς μπορούσε να επιλέξει πολλαπλές εναλλακτικές σε ένα σενάριο και στη συνέχεια να υποδείξει το βαθμό χρήσης της κάθε μίας. Ως βάση θεωρείται η εναλλακτική επιλογή του βενζινοκίνητου κι όλες οι άλλες υπολογίζονται σε σχέση με αυτήν.

Οι K. Westin et al χρησιμοποιήσαν δεδομένα από βάσεις της Σουηδίας, όπως η Στατιστική Υπηρεσία της Σουηδίας και το Πρακτορείο Αναλύσεων για τις Εθνικές Συγκοινωνίες, για να αναπτύξουν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης. Με αυτά τα μοντέλα και σε συνδυασμό με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την έρευνα ελέγχθηκε η ισχύς κοινωνικοδημογραφικών και γεωγραφικών παραγόντων κάνοντας συγκρίσεις μεταξύ ιδιοκτητών EV και CFV και ιδιοκτητών EV και FFV.

Οι M. Tran et al συνδυάζουν προσομοιώσεις Monte Carlo, μια στοχαστική διαδικασία, με ανάλυση σεναρίων για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Ουσιαστικά χρησιμοποιούν εργαλεία για να μοντελοποιήσουν τις επιλογές των καταναλωτών, όπως έκαναν και ερευνητές που αναφέρονται προηγουμένως. Το μοντέλο που χρησιμοποιούν είναι της μορφής $U_{ij} = bX_{ij} + e_{ij}$ όπου X είναι χαρακτηριστικά του οχήματος όπως η τιμή αγοράς, τιμή και κατανάλωση καυσίμου, b διάνυσμα τυχαίων συντελεστών που αντιπροσωπεύουν τις προτιμήσεις των καταναλωτών για τα χαρακτηριστικά του οχήματος και e τυχαίο σφάλμα που κατανέμεται πανομοιότυπα στις εναλλακτικές. Στο μοντέλο αυτό κάνουν προσαρμογές για να αντιμετωπίσουν κάποια προβλήματα και να έχουν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Τα προβλήματα που θέλουν να αντιμετωπίσουν είναι πως τέτοιου είδους μοντέλα περιλαμβάνουν εναλλακτικές που δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Μια αλλαγή στα χαρακτηριστικά μιας εναλλακτικής επηρεάζει αναλογικά τις υπόλοιπες. Επίσης η βάση είναι σε δηλωμένες προτιμήσεις δηλαδή δεδομένα εμπειρικής έρευνας που είναι δαπανηρό και χρονοβόρο να συλλεχθούν. Έτσι αντί για εμπειρικά δεδομένα εισάγουν στο μοντέλο μια πυκνότητα πιθανότητας για τις προτιμήσεις των καταναλωτών και το μοντέλο παίρνει τη μορφή ανοιχτού ολοκληρώματος. Στο παρελθόν τέτοια ολοκληρώματα ήταν δύσκολο να υπολογιστούν αλλά πλέον μπορεί να γίνει επίλυση με προσομοιώσεις Monte Carlo. Έτσι σε κάθε χρονικό βήμα υπολογίζονται μέσοι όροι των παραμέτρων και προκύπτει μια προσομοιωμένη πιθανότητα έναντι των εναλλακτικών. Έπειτα για καθένα σενάριο διαφοροποιείται κάθε φορά μια παράμετρος ώστε να υπολογιστούν τα αποτελέσματα αυτής της αλλαγής. Γίνεται προσπάθεια να διαφοροποιηθούν, δηλαδή να ληφθούν υπόψη όλες οι παράμετροι ώστε να γίνει μια εκτίμηση υιοθέτησης AFV ευρείας κλίμακας.

Οι Y. Zhang et al στην έρευνά τους χρησιμοποιούν ερωτηματολόγιο για τη μελέτη της αποδοχής AFV στην Κίνα και το ερωτηματολόγιο αυτό περιλαμβάνει δημογραφικές και κοινωνικοοικονομικές πληροφορίες, πληροφορίες σχετικά με την αποδοχή EV και πληροφορίες σχετικά με τη γνώση που αφορά αναπτυξιακά μέτρα επί του συγκεκριμένου θέματος. Δεδομένου πως κατά την περίοδο της έρευνας δεν υπάρχουν στοιχεία για τις προτιμήσεις των καταναλωτών σχετικά με τα AFV κι επειδή η αγορά χρειάζεται μια πρόβλεψη για αυτές πραγματοποιούνται πειράματα δηλωμένης προτίμησης ως πιο κατάλληλα για να μετρήσουν τις προτιμήσεις των καταναλωτών σε υποθετικές εναλλακτικές λύσεις. Στην έρευνα πραγματοποιούνται τρεις δυαδικές, δηλαδή η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να είναι 0 ή 1, λογιστικές παλινδρομήσεις, μοντέλα logit, για να προσδιοριστούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τις προτιμήσεις των ερωτηθέντων.

Οι V. Lioutas et al. βασίστηκαν στη Θεωρία Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς σύμφωνα με την οποία μελετώνται οι πεποιθήσεις κι οι προθέσεις και με αυτές μπορεί να γίνει κάποια στοχευμένη εκτίμηση. Για τη συγκεκριμένη έρευνα γίνεται η υπόθεση πως οι καταναλωτές είναι και πιθανοί μελλοντικοί αγοραστές. Γίνεται αρχικά στατιστική περιγραφή του δείγματος κι έπειτα στατιστική ανάλυση. Για την εκτίμηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την αποδοχή των χρηστών σχετικά με τα EV έγινε ανάλυση διακύμανσης.

3.1.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι Roxana J. Javida και Ali Nejatb έπειτα από προσαρμογή του μοντέλου ανέπτυξαν προγνωστικά αποτελέσματα. Με διαθέσιμα δεδομένα για μια περιοχή το μοντέλο μπορεί να παρέχει μια εκτίμηση του επιπέδου διείσδυσης των PEV. Εφαρμόζοντας το μοντέλο τους στα πραγματικά διαθέσιμα δεδομένα φαίνεται ότι υπάρχει αρκετά καλή απόδοση στην πρόβλεψη του ποσοστού διείσδυσης των PEV. Το μοντέλο επίσης είναι σε θέση να εντοπίσει τις περιοχές με το μεγαλύτερο και το μικρότερο ποσοστό διείσδυσης.

Ένα από τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την έρευνα των J. Shin et al. είναι πως τα βενζινοκίνητα οχήματα αποτελούν τη βασική εναλλακτική αν εξεταστεί μόνο η προτίμηση οχήματος χωρίς να ληφθούν υπόψη άλλες παράμετροι όπως δημογραφικά στοιχεία. Επίσης το κόστος καυσίμου είναι αποτρεπτικός παράγοντας για την επιλογή οχήματος. Γενικά οχήματα με υψηλή προσβασιμότητα στον ανεφοδιασμό τους προτιμώνται έναντι των άλλων εναλλακτικών. Σχετικά με την ανάλυση όλων των εναλλακτικών είναι πιθανό να επιλέξει κάποιος ηλεκτρικό κι ακολούθως υβριδικό όχημα επειδή θεωρούνται καθαρότερα για το περιβάλλον και πρωτότυπα αλλά κι επειδή μπορεί να βρίσκουν την οδήγηση σε αυτά πιο διασκεδαστική. Όλες οι άλλες εναλλακτικές φαίνονται να είναι ίσες σε βαθμό επιρροής όταν οι καταναλωτές πρόκειται να επιλέξουν ηλεκτρικό ή υβριδικό όχημα. Τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας με βάση όλο το δείγμα δεν αντιμετωπίζουν θετικά τις νέες επιλογές σε οχήματα και προτιμούν τις επιλογές στις οποίες είναι εξοικειωμένοι, δηλαδή τα βενζινοκίνητα οχήματα και τα ντίζελ. Από ολόκληρο το δείγμα ένα μέρος αποτελούνταν από οδηγούς κι ένα από μη οδηγούς. Οι οδηγοί φαίνονται να έχουν ίσες προτιμήσεις σχετικά με την επιλογή οχήματος ως προς το καύσιμο. Αντίθετα οι μη οδηγοί φαίνεται να προτιμούν βενζινοκίνητα οχήματα πιθανώς λόγω έλλειψης εξοικείωσης με τους διαφορετικούς τύπους οχημάτων, προτιμούν δηλαδή τύπους οχημάτων που έχουν αποδεδειγμένο ιστορικό. Την ίδια επιλογή φαίνεται να κάνουν και ερωτηθέντες με χαμηλότερο εισόδημα. Εκτός του αποδεδειγμένου ιστορικού φαίνεται να παίζει ρόλο και η τιμή αγοράς του οχήματος. Επίσης διαπιστώθηκε πως οι καταναλωτές που υιοθετούν νέες τεχνολογίες είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν ντιζελοκίνητο όχημα πιθανώς διότι ο θόρυβος του κινητήρα θα εμπόδιζε άλλες λειτουργίες όπως για παράδειγμα φωνητικές εντολές.

Οι K. Westin et al διαπίστωσαν πως οι ιδιοκτήτες EV είναι μεγαλύτερης ηλικίας και υψηλότερου εισοδήματος σε σχέση με τους ιδιοκτήτες FFV και CFV. Σχετικά με το εισόδημα συγκεκριμένα το ποσοστό ανάμεσα στους ιδιοκτήτες EV και CFV είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των EV και FFV πράγμα που μας οδηγεί να συμπεράνουμε πως όσο μεγαλύτερο το εισόδημα τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα να αγοράσει κανείς ενεργειακά καλύτερο όχημα καθώς παρόλο που είναι πιο οικονομικό στη χρήση η δαπάνη για την αγορά του είναι μεγαλύτερη. Κάτι αναμενόμενο που έδειξε η έρευνά τους είναι πως οι ιδιοκτήτες EV και FFV κατέχουν πολύ νεότερα οχήματα. Από τα δεδομένα της έρευνας αποκαλύφθηκαν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις τρεις ομάδες ιδιοκτητών EV, FFV και CFV πράγμα που δεν ήταν αντιληπτό από τα μητρώα δεδομένων. Οι ιδιοκτήτες EV σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις και οι ιδιοκτήτες FFV έχουν μεγαλύτερο μέγεθος

νοικοκυριού. Και στα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν η ηλικία και το εισόδημα παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Όσο μεγαλύτερη η ηλικία και όσο μεγαλύτερο το εισόδημα τόσο πιο πιθανό είναι κανείς να διαθέτει EV. Στα δύο από τα τρία μοντέλα φαίνεται να είναι σημαντικό και το επίπεδο εκπαίδευσης.

Οι M. Tran et al διαπίστωσαν πως τα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων δεν παρουσιάζονται ανταγωνιστικά σε σχέση με τα άλλα στο μοντέλο παρά μόνο όταν πέφτει η τιμή αγοράς τους. Κανένας άλλος παράγοντας δηλαδή, όπως το κόστος καυσίμου, η πυκνότητα υποδομών ανεφοδιασμού κλπ. δεν είναι ικανός να ωθήσει την υιοθέτηση AFV σε μεγάλη κλίμακα. Ακόμα κι όταν αφαιρούνται οι επιπτώσεις του εισοδήματος τα AFV παραμένουν μη ελκυστικά σε σχέση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Αυτό συμβαίνει γιατί τα χαρακτηριστικά που κάνουν τα CFV πιο ελκυστικά όπως η επιτάχυνση και η εμβέλεια φαίνεται να είναι πολύ σημαντικά.

Οι Y. Zhang et al μέσω της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποίησαν στα δεδομένα που συνέλεξαν μέσω του ερωτηματολογίου διαπίστωσαν πως οι περισσότεροι καταναλωτές έχουν μικρή εξοικείωση με τα EV. Οι περισσότεροι βέβαια γνωρίζουν πως τα EV χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα φιλικά προς το περιβάλλον ωστόσο δεν γνωρίζουν πολλά για την απόδοση, το κόστος συντήρησης ή το διάστημα που μπορούν να διανύσουν με μια φόρτιση.

Οι V. Lioutas et al. μέσα από την έρευνά τους διαπίστωσαν πως και στην Ελλάδα η πυκνότητα των υποδομών ανεφοδιασμού είναι κρίσιμος παράγοντας για την αποδοχή ενός τύπου καυσίμου. Επίσης πως αν υπάρχει το διαθέσιμο χρηματικό κεφάλαιο οι καταναλωτές είναι διατεθειμένοι να αγοράσουν ένα EV ανεξαρτήτως ηλικίας οχήματος.

3.1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος των Roxana J. Javida και Ali Nejatb είναι να διερευνήσουν τους παράγοντες που συσχετίζονται με το ποσοστό διείσδυσης των PEV καθώς και να εκτιμηθεί το ποσοστό αυτό σε συγκεκριμένες περιοχές. Στα στατιστικά αποτελέσματα φαίνεται η σημασία του ετήσιου εισοδήματος, του επιπέδου εκπαίδευσης, της κοινής χρήσης αυτοκινήτου, των σταθμών φόρτισης και της λιανικής τιμής για την προτίμηση PEV από τους αγοραστές. Αντίθετα διαπιστώνεται πως προσωπικά χαρακτηριστικά όπως ηλικία, φύλο κι απασχόληση είναι λιγότερο σημαντικά. Η επίδραση της διάρκειας του ταξιδιού φαίνεται επίσης λιγότερο σημαντική παρόλο που δεν είναι αναμενόμενο. Οι υπόλοιπες μεταβλητές που σχετίζονται με το νοικοκυριό, το πλήθος των κατασκευαστών και τον πληθυσμό είναι επίσης λιγότερο σημαντικές. Ο συνδυασμός διαφορετικών παραγόντων αποτελεί βοήθημα για Συγκοινωνιολόγους Σχεδιαστές Μεταφορών ώστε να μπορούν να αναγνωρίσουν περιοχές με μεγάλη πιθανή διείσδυση PEV και να βελτιστοποιήσουν τις μελέτες τους. Αποτελεί επίσης εργαλείο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από φορείς για τη χάραξη πολιτικών και για τη λήψη αποφάσεων καθώς τα κίνητρα είναι πολύ σημαντικά και θα πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά A. Jenn et al.

Οι J. Shin et al. συμπεραίνουν πως βασικό ρόλο στην επιλογή οχήματος παίζει η δυνατότητα ανεφοδιασμού. Επίσης οι καταναλωτές που εκτιμούν και είναι διατεθειμένοι να

χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες είναι πιο πιθανό να επιλέξουν οχήματα εναλλακτικών τύπων καυσίμων. Αυτό συμβαίνει κυρίως με άτομα μικρότερης ηλικίας που είναι ευκολότερα προσαρμόσιμοι στις αλλαγές.

Οι K. Westin et al κατάφεραν να συμβάλλουν στην περιγραφή του προφίλ των ιδιοκτητών EV στη Σουηδία. Επίσης σύγκριναν τους ιδιοκτήτες EV με τους ιδιοκτήτες FFV και CFV. Φαίνεται πως οι ιδιοκτήτες EV σε σχέση με ιδιοκτήτες άλλων τύπων οχημάτων έχουν μεγαλύτερη ηλικία, υψηλότερο εισόδημα και πολλοί από αυτούς και πτυχίο πανεπιστημίου. Επίσης τα EV στη Σουηδία χρησιμοποιούνται συχνά ως δεύτερα οχήματα σε νοικοκυριά που πραγματοποιούν ταξίδια μεγάλων αποστάσεων χρησιμοποιώντας συμβατικό για αυτά τα ταξίδια και EV για να διανύσουν τις καθημερινές πιο μικρές αποστάσεις με οικονομικότερο τρόπο. Διαπίστωσαν επίσης πως η απόσταση που έχει κανείς να διανύσει καθώς και η πυκνότητα των σταθμών φόρτισης έχουν επίσης σημασία στην επιλογή οχήματος. Επιπλέον πως οι προσωπικές νόρμες αλλάζουν εντελώς τα αποτελέσματα και δημογραφικά χαρακτηριστικά δεν έχουν σημασία. Εντύπωση κάνει πως το σημείο φόρτισης αποτελεί εμπόδιο για την υιοθέτηση ενός EV αλλά όχι όταν ερωτώνται πραγματικοί χρήστες EV.

Οι M. Tran et al πάνε τα μοντέλα επιλογής ένα βήμα πιο πέρα ενσωματώνοντας σε αυτά προσομοιώσεις και σενάρια οπότε τα αποσυνδέουν από εμπειρικά δεδομένα. Επίσης οι πιθανότητες επιλογής είναι προσομοιώσεις που αποτελούνται από αθροίσματα έναντι των εναλλακτικών κάτι που φαίνεται χρήσιμο σε μελέτες πρόβλεψης σχετικά με το μερίδιο της αγοράς. Επιπλέον σχετικά με τα σενάρια, αντί να χρησιμοποιήσουν δεδομένα από ερωτηματολόγια κάνουν υποθέσεις των προτιμήσεων ώστε να προσεγγίσουν την ετερογένεια των καταναλωτών. Το πλεονέκτημα στην προσέγγισή τους είναι πως μπορούν να ποσοτικοποιήσουν τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά των οχημάτων και των καταναλωτών κι επομένως να τροποποιήσουν τις παραδοχές και να κάνουν εκτιμήσεις σχετικά με μελλοντικές συνθήκες της αγοράς.

Οι Y. Zhang et al προτείνουν να πραγματοποιηθεί ενημέρωση ώστε να ενισχυθεί η γνώση για τα EV, να προωθηθεί η υιοθέτηση τους και κατ' επέκταση η ανάπτυξη της βιομηχανίας EV. Με τα μοντέλα που αναπτύσσουν και με δεδομένες ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούν να υπολογιστούν οι πιθανότητες της πρόθεσης του καταναλωτή να αγοράσει ένα EV, της πρόθεσης του καταναλωτή να αγοράσει ένα EV τα επόμενα πέντε χρόνια και της πρόθεσης του καταναλωτή να αγοράσει ένα EV που κοστίζει πάνω από 150000 γουάν.

Με βάση την έρευνά των V. Lioutas et al. το 50% των χρηστών που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο είναι πρόθυμο να αγοράσει ένα EV ποσοστό όμως που δεν είναι αντιπροσωπευτικό στη διείσδυση των EV στην αγορά της Ελλάδας. Αυτό ίσως να οφείλεται στις ελλείψεις υποδομές φόρτισης, ίσως και στο γεγονός πως δεν υπάρχουν αρκετά δελεαστικά κίνητρα από το κράτος. Επίσης τίθεται και το ζήτημα του χρόνου φόρτισης, οι χρήστες θα προτιμούσαν οχήματα που να ανεφοδιάζονται ταχύτερα.

3.2 Αποτελέσματα Βιβλιογραφικής Ανάλυσης

Η αγορά ενός οχήματος όπως και κάθε άλλου αγαθού συμπεριλαμβάνει τον οικονομικό παράγοντα. Δηλαδή ο καταναλωτής θέλει να καλύψει κάποια ανάγκη του και αυτό θα το κάνει δαπανώντας τα χρήματα που έχει διαθέσιμα για αυτήν την αγορά και θα κάνει την επιλογή που

του προσφέρει τη μεγαλύτερη ικανοποίηση. Όταν πρόκειται για κάτι πιο ακριβό σε σχέση με τα υπόλοιπα διαθέσιμα προϊόντα της αγοράς, όπως είναι τα EV έναντι των CFV ο καταναλωτής πέρα από την περιβαλλοντική συνείδηση που μπορεί να διαθέτει και να συμβάλλει σε κάποια επιλογή, θα πρέπει να αποκομίσει πολλαπλά οφέλη επιλέγοντας το πιο ακριβό. Η αποδοχή κατά τους Ivanova, G. και Moreira, A.C. επηρεάζεται από την προσωπική αντίληψη για οικονομικό όφελος. Το οικονομικό όφελος γενικά στη βιβλιογραφία θεωρείται ως θετική επιρροή σχετικά με την καταναλωτική συμπεριφορά όταν εξετάζονται ζητήματα γύρω από EV. Τέτοιο όφελος μπορεί κατά τους S. Hardman et al να προκύπτει είτε από το χαμηλό κόστος συντήρησης είτε από το χαμηλό, μερικές φορές και μηδενικό λόγω πολιτικών, κόστος ανεφοδιασμού. Για το κόστος ανεφοδιασμού βέβαια θα πρέπει οι τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας να κρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα και κυρίως σε χαμηλότερα σε σχέση με τα καύσιμα από ορυκτές πηγές.

Τέτοιου είδους όφελος είναι η βελτιωμένη απόδοση στα καύσιμα αλλά και τα πλεονεκτήματα που σχετίζονται με πολιτικές όπως κίνητρα στη φορολογία, πρόσβαση σε λωρίδες ταχείας κυκλοφορίας και ανεμπόδιστη πρόσβαση σε περιοχές που ισχύουν μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας. Εφόσον τα κίνητρα που δίνονται από τις κυβερνήσεις είναι πολύ σημαντικά για τους καταναλωτές, Ivanova και G.; Moreira, A.C., θα πρέπει να συνεχίσουν να παρέχονται κι όπου δεν γίνεται αυτό να ξεκινήσουν να εφαρμόζονται ώστε να υπάρξει ταχύτερη διείσδυση των EV στην αγορά αυτοκινήτου. Τα κίνητρα για υιοθέτηση EV από τους καταναλωτές μπορούν να διακριθούν κατά τους Sjoerd Bakker και Jan Jacob Trip σε κατηγορίες όπως υποστήριξη πολιτών και επιχειρήσεων, υποστήριξη δημιουργίας υποδομών ανεφοδιασμού, ευαισθητοποίηση του κοινού και ρυθμιστικά μέτρα από τις κυβερνήσεις, τους φορείς διαχείρισης ή γενικά τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικών. Σχετικά με την άμεση υποστήριξη με μορφή επιδότησης τα κίνητρα μπορούν να απευθύνονται είτε προς τους καταναλωτές απευθείας, είτε προς επιχειρήσεις ώστε να εντάξουν EV στο στόλο τους, είτε προς οργανώσεις car-sharing. Σημαντική ώθηση φυσικά δίνεται προς τους καταναλωτές όταν το ίδιο το κράτος έχει και χρησιμοποιεί EVs αντί οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει η πυκνότητα των σταθμών ανεφοδιασμού. Είναι άλλωστε βασικός άξονας και στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία η ανάπτυξή τους τουλάχιστον ανά 60 χιλιόμετρα στα κεντρικά οδικά δίκτυα έως το 2026. Αυτό δε φαίνεται να απογοητεύει όσους διανύουν εβδομαδιαίως μεγάλες αποστάσεις να προτιμήσουν ηλεκτροκίνητα οχήματα μάλλον για οικονομικούς λόγους. Οι σταθμοί φόρτισης βέβαια περιλαμβάνουν και άλλα χαρακτηριστικά εκτός από την πυκνότητα δικτύου που είναι χρήσιμο να αναφερθούν. Μερικά από αυτά είναι η δυνατότητα κατασκευής υποδομής στο σπίτι, στον χώρο εργασίας και σε δημόσιες τοποθεσίες, η πρόσβαση των χρηστών σε σταθμούς ανεφοδιασμού, το κόστος χρέωσης και οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει η φόρτιση EVs στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με τους S. Hardman et al. η δυνατότητα ανεφοδιασμού ενός EV στο σπίτι είναι το πιο σημαντικό, όταν μιλάμε για υποδομές, ώστε να πειστούν οι καταναλωτές και να υιοθετήσουν ένα EV. Σημαντικό εμπόδιο που μπορεί να προβληματίσει τους χρήστες EV είναι η συμβατότητα των οχημάτων με τις υποδομές φόρτισης, αυτό αναδεικνύει την ανάγκη για τυποποιημένες υποδομές όπως άλλωστε συμβαίνει και με τις αντλίες άλλων καυσίμων.

Η τεχνολογία και η αυτοκινητοβιομηχανία κάνουν συνεχώς βήματα προς την κατεύθυνση της μείωσης του αποτυπώματος του άνθρακα στο περιβάλλον. Αυτό επιδιώκεται με την πρόοδο και τη βελτίωση των δυνατοτήτων καθώς και της λειτουργικότητας των οχημάτων. Κατά τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Προμηθευτών Αυτοκινήτων (CLEPA) η

αυτοκινητοβιομηχανία έχει επενδύσει ώστε η ηλεκτροκίνηση να είναι προσιτή σε περισσότερους. Είναι σημαντικό να μελετάμε για μια τεχνολογία που μπορεί πράγματι να χρησιμοποιηθεί από το ευρύ κοινό. Είναι επίσης σημαντικό αυτή η τεχνολογία να είναι πρακτική στη χρήση της και για αυτό έχουν γίνει βήματα ώστε να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για τη φόρτιση των μπαταριών. Η ταχύτητα φόρτισης των EV φαίνεται να είναι ζήτημα που απασχολεί τους χρήστες που είναι πρόθυμοι να υιοθετήσουν μια τέτοια τεχνολογία. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν λανσάρει ηλεκτροκίνητα σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες. Βασικό όμως εμπόδιο στην περαιτέρω ανάπτυξη και προώθηση είναι η χωρητικότητα της μπαταρίας και το κόστος κατά τους A. Ahmad et al. Το κόστος των πρώτων υλών και τη σταθερή διαθεσιμότητά τους φαίνεται να ξεπέρασε η Κίνα καθώς έκανε επενδύσεις σε εξορυξεις λιθίου και κοβαλτίου. Επίσης προκύπτει το ζήτημα της συνεργασίας των αυτοκινητοβιομηχανιών και των δικτύων κοινής ωφέλειας, των παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας δηλαδή. Ζήτημα προκύπτει επίσης σχετικά με την πρόοδο της τεχνολογίας των μπαταριών καθώς αυτές χρειάζονται δοκιμές οπότε και χρόνο από τη στιγμή που θα βρεθεί κάτι μέχρι να φτάσει στην παραγωγή. Τέλος κρίσιμο ζήτημα είναι η ανακύκλωση των μπαταριών όταν έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους. Με την αυξανόμενη παραγωγή EV το θέμα αυτό θα πρέπει να προβλεφθεί ώστε να μην καταλήξουν τα EV να είναι κερδοφόρα μεν για το κλιματικό ισοζύγιο αλλά ζημιόγωνα για το περιβάλλον.

Η πρόοδος που επιτυγχάνεται σχετικά με τη χρήση εναλλακτικών πηγών καυσίμων όπως είναι η ηλεκτρική ενέργεια και το υδρογόνο παρουσιάζεται με αποτελέσματα πλέον και τα αποτελέσματα αυτά, των ερευνών σχετικά με τους τύπους καυσίμων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη στρατηγικών μάρκετινγκ. Να συμβάλλουν δηλαδή στον εντοπισμό των πιθανών αγοραστών κατανοώντας τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Η πρόοδος των ερευνών βέβαια δεν περιορίζεται εκεί, υπάρχει εξέλιξη στο κομμάτι που αφορά τον θόρυβο και τους κραδασμούς. Ο θόρυβος στα EV σε αντίθεση με τα ICF δεν προκαλείται από το κινητήρα αλλά από την τριβή των ελαστικών. Κατά τους Hua et al. υπάρχει ανάγκη προόδου στην τεχνολογία της γεωμετρίας των αναρτήσεων αλλά και των ελαστικών. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί πρόοδος σχετικά με το θόρυβο που προκαλείται από τον άνεμο στην καμπίνα του οχήματος ώστε να εξασφαλίζεται άνεση στους χρήστες. Όλα αυτά συνθέτουν ένα σύστημα που επηρεάζει την επιλογή του καταναλωτή και φυσικά την αποδοχή πράσινων καυσίμων.

Είναι φανερό από τα συμπεράσματα των ερευνών όπως τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, τα προσωπικά καθώς και τα οικονομικά παίζουν ρόλο όταν μιλάμε για αποδοχή νέων καυσίμων όπως και για κάθε καταναλωτική συμπεριφορά. Γενικά διαπιστώνεται πως οι πρώτοι που τείνουν να υιοθετήσουν ηλεκτρικά οχήματα είναι οι νεότεροι όπως άλλωστε συμβαίνει και με τις νέες τεχνολογίες εκτός από τη Σουηδία που με βάση τις έρευνες αυτοί που τείνουν να υιοθετήσουν ηλεκτροκίνητα οχήματα είναι μεγαλύτερης ηλικίας. Σημαντικό ρόλο πάντα παίζει το εισόδημα του νοικοκυριού, είναι βασικός παράγοντας όταν πρόκειται να ληφθεί μια απόφαση και να γίνει μια επιλογή. Κατά τους C.-f. Chen et al. η επίδραση ορισμένων κοινωνικοδημογραφικών στοιχείων είναι κοινή για τα περισσότερα μοντέλα. Το πρώτο ενδιαφέρον για υιοθέτηση των EVs γίνεται κυρίως από άντρες και νεότερα άτομα. Βέβαια υπάρχουν και αντίθετα συμπεράσματα στη βιβλιογραφία σύμφωνα με τα οποία υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για EV από άτομα νεαρής ηλικίας αλλά καταναλωτές τελικά είναι άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που έχουν αγοραστική δύναμη.

Κάτι αναμενόμενο που έδειξε η έρευνά όπως καταγράφηκε προηγουμένως είναι πως οι ιδιοκτήτες EV και FFV κατέχουν πολύ νεότερα οχήματα. Αυτό προφανώς συμβαίνει διότι όσοι έχουν τη δυνατότητα να αποκτήσουν νέο όχημα επιλέγουν ενεργειακά καλύτερα ενώ όσοι δεν έχουν την επιθυμία, για παράδειγμα μεγαλύτερες ηλικίες που δεν αλλάζουν συνήθειες, μένουν με παλιότερα συμβατικά οχήματα ή όσοι δεν έχουν οικονομικό απόθεμα για κάτι καινούργιο αγοράζουν πιο οικονομικά παλιά συμβατικά οχήματα. Θα πρέπει βέβαια να λάβουμε υπόψη πως τα οχήματα από ορυκτά καύσιμα υπάρχουν εδώ και πολύ περισσότερο καιρό σε σχέση με τα οχήματα που λειτουργούν με πράσινα καύσιμα και αυτό από μόνο του είναι παράγοντας ώστε να είναι πιθανότερο ένα παλιό όχημα που συναντάμε να είναι συμβατικό. Μεγάλο ενδιαφέρον έχει η έρευνα των J. Xing, B. Leard and S. Li σχετικά με τα EVs και συγκεκριμένα σχετικά με τα ποια οχήματα καλούνται να αντικαταστήσουν τα EVs. Διαπιστώθηκε πως οι καταναλωτές που κατευθύνονται προς τα EVs θα αγόραζαν ούτως ή άλλως ένα όχημα οικονομικό με καλή απόδοση καυσίμου. Επίσης μέσω των κινήτρων και των επιδοτήσεων δίνεται η δυνατότητα σε καταναλωτές με μικρότερο κεφάλαιο να αγοράσουν ένα καινούργιο EV αντί για ένα παλαιότερο ή συμβατικό όχημα.

Όλα τα παραπάνω είναι αλληλένδετα καθώς είναι προφανές πως αν κάποιος έχει εισόδημα μπορεί να υποστηρίξει νοικοκυριό, όχημα κι έχει πολλές πιθανότητες να έχει σπουδάσει. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την τελική επιλογή αλλά αν ληφθούν προσωπικές νόρμες τότε φαίνεται να μην υπάρχει στατιστική σημαντικότητα και η επιλογή γίνεται διαφορετικά οπότε δεν μπορεί να μελετηθεί κατά αυτόν τον τρόπο η αποδοχή. Γενικά είναι σημαντική η επιρροή από οικογένεια, φίλους και συναδέλφους και πολύ σημαντική είναι η επιρροή του γείτονα καθώς έχει αποδειχτεί πως οι χρήστες EV τείνουν να συγκεντρώνονται στην ίδια περιοχή. Σχετικά με τέτοια ζητήματα μελέτησαν οι A. Nordlund et al. χρησιμοποιώντας ιεραρχικό μοντέλο και διαπίστωσαν πως η πρόθεση της αγοράς ενός EV βασίζεται στην επίγνωση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής, σε προσωπικές αξίες και πεποιθήσεις. Επίσης η αγορά EV προσελκύει περισσότερο ανοιχτούς ανθρώπου, δηλαδή λιγότερο συντηρητικούς, με υψηλό επίπεδο οικολογικής κοσμοθεωρίας. Γενικά αν η αγορά κατευθυνθεί προς την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης του κοινού εκτιμάται ότι θα υπάρχει αντίστοιχα αύξηση της ζήτησης για AVF και κατ' επέκταση για EV.

Σε πολλές έρευνες αναφέρεται πως ακόμα και όσοι υιοθέτησαν νωρίς ένα όχημα με εναλλακτικά καύσιμα το χρησιμοποίησαν ως δεύτερο για αστικές μετακινήσεις. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί εύκολα καθώς το δίκτυο φόρτισης δεν είναι ακόμα αρκετά πυκνό ώστε οι χρήστες να αισθανθούν ασφάλεια και να πραγματοποιήσουν ταξίδια μεγάλων αποστάσεων καθώς υστερούν σε εμβέλεια από τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Επίσης τα EV είναι ιδανικά οχήματα για μετακινήσει με μικρή ταχύτητα που υπάρχουν συνεχώς παύσεις κι επανεκκινήσεις όπως σε αστικό περιβάλλον με μεγάλους κυκλοφοριακούς φόρτους, W. Li et al.

Βασικό ρόλο παίζει η ενημέρωση καθώς πώς θα αποφασίσει κάποιος αν θα είναι προτιμότερο να αγοράσει κάτι έναντι άλλης εναλλακτικής. Η ενημέρωση παίζει επίσης βασικό ρόλο στην αξιοπιστία μια μελέτης καθώς χωρίς επαρκή ενημέρωση για όλες τις εναλλακτικές, για τα EV στην προκειμένη περίπτωση, δεν είναι σίγουρα πως τα δεδομένα που συλλέγονται σχετικά με τις προτιμήσεις έχουν αξία. Ο ρόλος της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών μέσω ενημερωτικών εκστρατειών φαίνεται να έχει απασχολήσει τους ειδικούς και γίνεται ανάλυση για αυτός στην βιβλιογραφία. Οι J. Kester et al. μέσω συνεντεύξεων σε επαγγελματίες και εμπλεκόμενους στην αγορά των EV προσπάθησαν να εντοπίσουν την κρισιμότητα του

παράγοντα της προώθησης για την αποδοχή των EV. Η έρευνά τους έδειξε πως εκτός από κίνητρα και ευκολίες οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικών είναι καλό να εστιάσουν επίσης στην ευαισθητοποίηση των καταναλωτών.

Τελευταίο αλλά πιο καίριο ίσως είναι να εξασφαλιστεί για τη φόρτιση EV ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς όσο φιλικό στο περιβάλλον και να είναι το όχημα αν η πηγή της ενέργειας δεν είναι επίσης φιλική δεν κερδίζεται τίποτα ως προς το αποτύπωμα στο περιβάλλον. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούνται καθαρές και για αυτό επιδιώκεται όλη αυτή η μετάβαση που περιγράφεται σε όλη την εργασία, για να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω των μεταφορών. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα πρέπει να συντονιστεί ένα ολόκληρο σύστημα το οποίο περιλαμβάνει τον χώρο, το χρόνο και τη διάρκεια της φόρτισης ενός EV. Οι Alexander Schuller και Jan Hoeffler στη μελέτη τους σχετικά με αυτό το ζήτημα διαπιστώνουν πως παράγοντες όπως η απόσταση που διανύεται εβδομαδιαίως με EV καθώς και η διαθεσιμότητα στην βέλτιστη τοποθεσία φόρτισης είναι σημαντικοί. Επίσης δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως η ιδιότητα του εργαζομένου ή του φοιτητή, παίζουν ρόλο στην αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έναντι των υπολοίπων πηγών.

Κεφάλαιο 4 Συμπεράσματα και Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύθηκαν παράγοντες που επιδρούν στην αποδοχή PEV ωστόσο δεν αναλύθηκαν κίνητρα και φορολογικές πολιτικές που επίσης θα μπορούσαν να αξιολογηθούν. Επίσης θα μπορούσε να μελετηθεί η επέκταση των μοντέλων και για άλλους τύπους οχημάτων ώστε να αποτελέσουν εργαλεία για το μέλλον. Κρίσιμο ρόλο παίζει η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Εφόσον πλέον υπάρχουν δεδομένα από την αγορά θα μπορούσε να μελετηθεί ο ρυθμός υιοθέτησης οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων σε σχέση με το ρυθμό υιοθέτησης νέων τεχνολογιών και καινοτομιών.

Σημαντικό θα είναι επίσης να εξεταστεί το ζήτημα των θέσεων εργασίας που υφίστανται χάρη στους κινητήρες εσωτερικής καύσης καθώς μόνο οι προμηθευτές αυτοκινήτων απασχολούν 600000 άτομα στην Ευρώπη κατά τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Προμηθευτών Αυτοκινήτων (CLEPA). Αυτό διότι ναι μεν με τη μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας και νέες ευκαιρίες για εξειδικευμένους επαγγελματίες αλλά θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την απορρόφηση όσων έχουν προφέρει μέχρι τώρα στον κλάδο των μεταφορών.

Η προσπάθεια που έγινε ήταν για να καταγραφούν αποτελέσματα ερευνών για την αποδοχή τύπων καυσίμων. Τα αποτελέσματα αυτά προκύπτουν από μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες αλλά είναι ασήμαντα όταν επηρεάζονται από προσωπικές νόρμες. Είναι ενδιαφέρον να εξεταστούν οι προσωπικές νόρμες όταν μιλάμε για μια επιλογή που έχει περιβαλλοντικό αντίκτυπο και επηρεάζεται από κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες.

Εκεί βέβαια, όπου υπερισχύει η προσωπική νόρμα, λαμβάνονται μέτρα κι έτσι ενισχύεται η προωθούμενη πολιτική. Θα είναι χρήσιμο να μελετηθεί η ακόλουθη κατάσταση έπειτα από εφαρμογή κινήτρων για την υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον οχημάτων, αν υπήρξε αποτέλεσμα στη μαζική αποδοχή AVF. Δηλαδή αν άλλαξαν οι προσωπικές νόρμες ή αν άλλαξε η σημαντικότητά τους δίνοντας κίνητρα στους καταναλωτές να επιλέξουν ηλεκτροκίνητο όχημα.

Η συμπεριφορά των καταναλωτών γενικά ενέχει ρίσκο και το ίδιο ισχύει για την καταναλωτική συμπεριφορά σχετικά με την υιοθέτηση οχημάτων χωρίς ενεργειακό αποτύπωμα. Είναι μεγάλης σημασίας όταν πρέπει να χαραχθεί μια ενεργειακή πολιτική να υπάρχουν δεδομένα και γνώση σχετικά με την συμπεριφορά των καταναλωτών. Για τη χάραξη τέτοιου είδους πολιτικών πρέπει να μελετηθεί σε βάθος η καταναλωτική συμπεριφορά και να ξεπεραστεί η αβεβαιότητα που υπάρχει από αυτό το ρίσκο.

Εφόσον πλέον έχουμε δεδομένα πραγματικών χρηστών οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων (AFV) θα μπορούσαμε να τα συγκρίνουμε με τις εκτιμήσεις και τις έρευνες που είχαν γίνει πριν ή και στην περίοδο των πρώτων χρηστών AFV και να αναπτύξουμε χρήσιμα εργαλεία ου μπορεί να έχουν εφαρμογή και σε άλλα πεδία όταν πρόκειται να εισέλθουν νέα προϊόντα και τεχνολογίες σε μία αγορά.





Κρίσιμος παράγοντας στην επιλογή φαίνεται να είναι η πυκνότητα των υποδομών ανεφοδιασμού. Κι αυτό είναι απολύτως λογικό αν αναρωτηθούμε γιατί ένας καταναλωτής να υιοθετήσει ένα προϊόν πριν να έχει τις ίδιες ευκολίες με την εναλλακτική του, το μεγάλο πλήθος πρατήριων υγρών καυσίμων στην προκειμένη περίπτωση. Ίσως αυτό αφουγκράστηκε η Ευρωπαϊκή Ένωση κι έχει θέσει ως στόχο στην Πράσινη Συμφωνία την ανάπτυξη του δικτύου υποδομών ανεφοδιασμού EV.

Αποδείχτηκε σε πολλές έρευνες πως οι παράμετροι ου παίζουν ρόλο έχουν να κάνουν με τα χαρακτηριστικά των οχημάτων και με τα χαρακτηριστικά των χρηστών. Θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί και η παράμετρος του σκοπού του ταξιδιού κι αν τα EV ως μέρος συνδυασμένων μετακινήσεων μπορούν να έχουν πιο ευρεία αποδοχή.

Η επιτυχημένη πορεία στην αγορά για τα AFV είναι συνάρτηση ενεργειών πολλών παραγόντων όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, οι εταιρείες ανεφοδιασμού καυσίμων, οι καταναλωτές και οι κυβερνήσεις ή οι αρμόδιοι για τη χάραξη πολιτικών ευρείας κλίμακας.

Κεφάλαιο 5 Βιβλιογραφία

- Ahmad, A., Khan, Z. A., Saad Alam, M., & Khateeb, S. (2018). A Review of the Electric Vehicle Charging Techniques, Standards, Progression and Evolution of EV Technologies in Germany. In *Smart Science* (Vol. 6, Issue 1, pp. 36–53). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/23080477.2017.1420132>
- Bakker, S., & Jacob Trip, J. (2013). Policy options to support the adoption of electric vehicles in the urban environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.005>
- cellar_b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02_DOC_1. (n.d.).
- Chen, C. fei, Zarazua de Rubens, G., Noel, L., Kester, J., & Sovacool, B. K. (2020). Assessing the socio-demographic, technical, economic and behavioral factors of Nordic electric vehicle adoption and the influence of vehicle-to-grid preferences. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109692>
- Colvile, R. N., Hutchinson, E. J., Mindell, J. S., & Warren, R. F. (n.d.). *The transport sector as a source of air pollution*.
- Daganzo, C. F. (n.d.). ESTIMATION OF GAP ACCEPTANCE PARAMETERS WITHIN AND ACROSS THE POPULATION FROM DIRECT ROADSIDE OBSERVATIONt. In *Tranxpn Res* (Vol. 15).
- Haas, R., Panzer, C., Resch, G., Ragwitz, M., Reece, G., & Held, A. (2011). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1003–1034. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.015>
- Hardman, S., Jenn, A., Tal, G., Axsen, J., Beard, G., Daina, N., Figenbaum, E., Jakobsson, N., Jochem, P., Kinnear, N., Plötz, P., Pontes, J., Refa, N., Sprei, F., Turrentine, T., & Witkamp, B. (2018). A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 508–523. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.04.002>
- Hua, X., Thomas, A., & Shultis, K. (2021). Recent progress in battery electric vehicle noise, vibration, and harshness. In *Science Progress* (Vol. 104, Issue 1). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/00368504211005224>
- Ivanova, G., & Moreira, A. C. (2023). Antecedents of Electric Vehicle Purchase Intention from the Consumer’s Perspective: A Systematic Literature Review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su15042878>
- Javid, R. J., & Nejat, A. (2017). A comprehensive model of regional electric vehicle adoption and penetration. *Transport Policy*, 54, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.11.003>
- Jenn, A., Springel, K., & Gopal, A. R. (2018). Effectiveness of electric vehicle incentives in the United States. *Energy Policy*, 119, 349–356. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.065>
- Johnston, B., Mayo, M. C., & Khare, A. (2005). Hydrogen: The energy source for the 21st century. *Technovation*, 25(6), 569–585. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2003.11.005>
- Knothe, G., & Razon, L. F. (2017). Biodiesel fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 58, 36–59. <https://doi.org/10.1016/J.PECS.2016.08.001>
- Li, C. J., & Monroe, M. C. (2017). *Environmental Education Research Exploring the essential psychological factors in fostering hope concerning climate change Exploring the essential*

- psychological factors in fostering hope concerning climate change*.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1367916>
- Li, W., Long, R., Chen, H., & Geng, J. (2017). A review of factors influencing consumer intentions to adopt battery electric vehicles. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 78, pp. 318–328). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.076>
- Lioutas, V., Adamos, G., & Nathanail, E. (2021). How Ready Are Greek Consumers to Use Electric Vehicles? *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1278, 760–769. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61075-3_74
- Martins, J., & Brito, F. P. (n.d.). *energies Alternative Fuels for Internal Combustion Engines*. <https://doi.org/10.3390/en13164086>
- Maybury, L., Corcoran, P., & Cipcigan, L. (2022). *Mathematical modelling of electric vehicle adoption: A systematic literature review A R T I C L E I N F O*. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103278>
- Nordlund, A., Jansson, J., & Westin, K. (2016). New Transportation Technology: Norm Activation Processes and the Intention to Switch to an Electric/Hybrid Vehicle. *Transportation Research Procedia*, 14, 2527–2536. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.334>
- Schuller, A., & Hoeffler, J. (2014). Assessing the impact of EV mobility patterns on renewable energy oriented charging strategies. *Energy Procedia*, 46, 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.155>
- Shin, J., Bhat, C. R., You, D., Garikapati, V. M., & Pendyala, R. M. (2015). Consumer preferences and willingness to pay for advanced vehicle technology options and fuel types. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 60, 511–524. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.10.003>
- Stan  Cin, H., Mikul  Ci  C, H., Wang, X., & Dui , N. (2020). A review on alternative fuels in future energy system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 128, 109927. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109927>
- Tran, M., Banister, D., Bishop, J. D. K., & McCulloch, M. D. (2013). Simulating early adoption of alternative fuel vehicles for sustainability. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5), 865–875. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.009>
- Van Mierlo, J., Messagie, M., & Rangaraju, S. (2017). ScienceDirect-review under responsibility of WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH SOCIETY. ScienceDirect Comparative environmental assessment of alternative fueled vehicles using a life cycle assessment-review under responsibility of WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH SOCIETY. ScienceDirect Comparative environmental assessment of alternative fueled vehicles using a life cycle assessment-review under responsibility of WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH SOCIETY. *Transportation Research Procedia*, 25, 3435–3445. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.244>
- Westin, K., Jansson, J., & Nordlund, A. (2018). The importance of socio-demographic characteristics, geographic setting, and attitudes for adoption of electric vehicles in Sweden. *Travel Behaviour and Society*, 13, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.07.004>
- Xing, J., Leard, B., & Li, S. (2021). What does an electric vehicle replace? *Journal of Environmental Economics and Management*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102432>

- Zhang, Y., Yu, Y., & Zou, B. (2011). Analyzing public awareness and acceptance of alternative fuel vehicles in China: The case of EV. *Energy Policy*, 39(11), 7015–7024. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.055>
- Δρ. Αθανάσιος Θεοφιλάτος (2023). Διαλέξεις μαθήματος «ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΣΤΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ» 8ο Εξάμηνο Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας