



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ”

Μεταπτυχιακός Σπουδαστής: Ορέστης Κορλός

Επιβλέπων Καθηγητής: Μιχαήλ Σφακιανάκης

Φεβρουάριος

2025

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα με Διεθνή Προσανατολισμό» με τίτλο:

«ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ»

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου»

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή Ονοματεπώνυμο

ΟΡΕΣΤΗΣ ΚΟΡΛΟΣ 13/2/2025



4 1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	7
1.1 Εξέλιξη της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των ηλεκτρικών οχημάτων	7
1.2 Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων.....	9
1.3 Κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων	11
1.4 Στατιστικά στοιχεία αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων	16
1.3 Τάσεις της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	35
2.1 Πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων	35
2.2 Ευκαιρίες επέκτασης της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων	36
2.3 Μειονεκτήματα και προκλήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	44
3.1 Υποδομές.....	44
3.2 Κόστος και περιβαλλοντική ευαισθησία	46
3.3 Δημογραφικά στοιχεία καταναλωτών	48
3.4 Λοιποί παράγοντες.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	51
4.1 Κυβερνητικές πρωτοβουλίες	51
4.2 Πρωτοβουλίες αυτοκινητοβιομηχανίας	56
4.3 Συνεργατικές πρωτοβουλίες.....	57
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1.1 Παγκόσμιο μερίδιο και πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων, 2010-2021 .	17
Γράφημα 1.2 Παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών αυτοκινήτων, 2010-2021.....	20
Γράφημα 1.3 Εγγραφές ηλεκτρικών αυτοκινήτων και μερίδιο πωλήσεων στην Κίνα, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ευρώπη και άλλες περιοχές, 2016-2021	22
Γράφημα 1.4 Πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων, 2012-2024	23
Γράφημα 1.5 Τριμηνιαίες πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων ανά περιοχή, 2021-2024	26
Γράφημα 1.6 Προβλέψεις πωλήσεων ηλεκτρικών οχημάτων, 2025-2029.....	28
Γράφημα 1.7 Μέγεθος αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού, 2022-2032	31

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι οδικές μεταφορές συμβάλλουν στις παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα, κάτι το οποίο εμποδίζει τους στόχους για πράσινη ενεργειακή μετάβαση, προστασία του περιβάλλοντος και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Σε απάντηση, οι κυβερνήσεις και η αυτοκινητοβιομηχανία επιδιώκουν στρατηγικές που μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν μία σταδιακή μετάβαση από τα παραδοσιακά αυτοκίνητα που τροφοδοτούνται από κινητήρες εσωτερικής καύσης σε τεχνολογίες κίνησης με μικρότερη ένταση άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων των πλήρως ηλεκτρικών οχημάτων με μπαταρία και των υβριδικών ηλεκτρικών αυτοκινήτων (IEA, 2022, 2024; Srivastana et al., 2022; Qadir et al., 2024). Για τον λόγο αυτό, κυβερνήσεις έχουν προχωρήσει σε οικονομικά κίνητρα όπως επιδοτήσεις (IEA, 2024), ενώ δεν θα πρέπει να παραβλέπεται και ο ρόλος των αυτοκινητοβιομηχανιών μέσω επενδύσεων σε νέα μοντέλα και σε στρατηγικές έρευνας και ανάπτυξης (Paoli & Gül, 2022).

Ωστόσο, τα ηλεκτρικά οχήματα συνεχίζουν να αντιπροσωπεύουν ένα πολύ μικρό ποσοστό των νέων πωλήσεων αυτοκινήτων, καταδεικνύοντας ότι υπάρχουν εμπόδια στην υιοθέτηση αυτών από μέρους των καταναλωτών, κάτι που έχει τονιστεί από αρκετές μελέτες, όπως το κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων, η διαθεσιμότητα υποδομών φόρτισης, η περιβαλλοντική ευαισθησία των καταναλωτών, τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων, το επίπεδο γνώσεων των καταναλωτών για τα ηλεκτρικά οχήματα, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των καταναλωτών (Altenburg et al., 2016; Thananusak et al., 2017; Chen et al., 2020; Ali & Naushad, 2022; Zhang et al., 2022; Lashram & Alkabaa, 2024; Qadir et al., 2024). Στα ανωτέρω θα πρέπει ακόμα να συμπεριληφθούν μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων που σχετίζονται με στοιχεία φόρτισης, μπαταριών, ασφάλειας (Lashari et al., 2021; Kumar et al., 2023; Qadir et al.,

2024), υποδομών ηλεκτρικού δικτύου (Kumar et al., 2023; Qadir et al., 2024), αποθήκευσης ενέργειας (Altenburg et al., 2016), ρυθμιστικών πλαισίων (Fortune Business Insight, 2025) και τιμών εξαρτημάτων (Paoli & Gül, 2022).

Παρ' όλα αυτά, η προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων παρουσιάζει σημαντικές ευκαιρίες στη βάση των περιβαλλοντικών τους οφελών (Altenburg et al., 2016; Lashram & Alkaba, 2024), με αποτέλεσμα να εντάσσεται στη διαμόρφωση φιλοπεριβαλλοντικών πολιτικών από μέρους εθνικών και ευρωπαϊκών φορέων (Fortune Business Insight, 2025; Precedence Research, 2025). Ως εκ τούτου απαιτούνται περαιτέρω ενέργειες για την άρση των εμποδίων πιο ευρείας αποδοχής και υιοθέτησης των ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους των καταναλωτών, αλλά και των επιχειρήσεων ή ακόμα και των κυβερνήσεων στα δημόσια μέσα μεταφοράς.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εξετάσει ζητήματα που άπτονται της υιοθέτησης και προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Οι επί μέρους στόχοι της εργασίας είναι οι εξής: α) να διερευνηθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων, β) να εντοπιστούν προσδιοριστικοί παράγοντες της αποδοχής των ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους των καταναλωτών, γ) να προσδιοριστούν ευκαιρίες και πρωτοβουλίες για την περαιτέρω προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων.

Απώτερος στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστούν πτυχές που άπτονται των ηλεκτρικών οχημάτων συγκεντρώνοντας δεδομένα από την υφιστάμενη βιβλιογραφία, σε μία προσπάθεια με διττό στόχο: α) διερεύνησης των ζητημάτων που άπτονται της έρευνας στον τομέα των ηλεκτρικών οχημάτων σε διεθνές πλαίσιο, β) της κατάθεσης προτάσεων για την ενίσχυση της θετικής στάσης καταναλωτών και επιχειρήσεων έναντι των ηλεκτρικών οχημάτων και ενθάρρυνση αυτών ώστε να επενδύσουν στην απόκτηση ενός ηλεκτρικού οχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

1.1 Εξέλιξη της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των ηλεκτρικών οχημάτων

Τα πρώτα πειραματικά ελαφρού βάρους ηλεκτρικά οχήματα εμφανίστηκαν ήδη στα μέσα της δεκαετίας του 1830 και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, ήταν ο πιο κοινός τύπος οχήματος στις ΗΠΑ (Haghani et al., 2023). Σύμφωνα και με τους Taalbi και Nielsen (2021), το 1900, υπήρχαν τρεις ισοδύναμοι ανταγωνιστές στην αυτοκινητοβιομηχανία των ΗΠΑ: βενζινοκίνητα, ηλεκτρικά και ατμοκίνητα αυτοκίνητα. Μόλις μια δεκαετία αργότερα, το βενζινοκίνητο αυτοκίνητο είχε επιτύχει μια συντριπτική κυριαρχία. Αυτή η κυριαρχία συχνά αποδίδεται σε τεχνοοικονομικούς παράγοντες, όπως η έμφυτη κατωτερότητα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Ωστόσο, μέχρι το τέλος του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου, αντικαταστάθηκαν από τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης και συνεπώς δεν παρήχθησαν μαζικά στην αγορά. Η περιορισμένη εμβέλεια και το υψηλό κόστος των μπαταριών ήταν οι κυριότεροι παράγοντες για τους οποίους δεν υιοθετήθηκαν ευρέως τα ηλεκτρικά οχήματα (Høyer, 2008; Haghani et al., 2023). Υπήρξαν διάφορες φάσεις στην παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων τα τελευταία 100 χρόνια, οι οποίες ωθήθηκαν από την πολιτική για την αντιμετώπιση των περιορισμών πόρων που σχετίζονται με τα ορυκτά καύσιμα, κυρίως κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου για την εξοικονόμηση καυσίμων που είχαν προτεραιότητα για τον στρατό, και κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης. Από τη δεκαετία του 1990 και μετά, ο περιορισμός των εκπομπών - αρχικά σχετιζόμενες κυρίως με την τοπική ποιότητα του αέρα και αργότερα τις εκπομπές άνθρακα που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή - ήταν το κύριο πολιτικό κίνητρο (Haghani et al., 2023).

Τα εμπορικά σύγχρονα υβριδικά οχήματα ήταν αρχικά διαθέσιμα στην Ιαπωνία, τα οποία ωθήθηκαν έντονα από κυβερνητικά προγράμματα υποστήριξης E&A για να προωθήσουν ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία και αργότερα άλλα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων (Åhman, 2006; Haghani et al., 2023). Η ιαπωνική κυβέρνηση έχει υιοθετήσει μια ολοκληρωμένη στρατηγική που περιλαμβάνει E&A, προγράμματα επίδειξης και υποστήριξη της αγοράς που καθοδηγείται από μακροπρόθεσμα στρατηγικά σχέδια. Ο ρόλος της κυβέρνησης ήταν αυτός του αγωγού στη διαδικασία ανάπτυξης παρέχοντας υποστήριξη E&A και τεχνητά δημιουργημένες εξειδικευμένες αγορές και διευκολύνοντας το δρόμο για στοχευμένες τεχνολογίες μέσω νομοθεσίας και προτύπων. Αν και τα οχήματα BPEV δεν είχαν καθιερωθεί στην αγορά ως αποτέλεσμα των κυβερνητικών πολιτικών, η επιτυχία των HEV μπορεί εν μέρει να αποδοθεί στην κυβερνητική υποστήριξη της τεχνολογίας BPEV. Το εξάρτημα ενεργοποίησης, το ηλεκτρικό σύστημα μετάδοσης κίνησης, αναπτύχθηκε για χρήση στην αυτοκινητοβιομηχανία στο πλαίσιο των προγραμμάτων BPEV που χρησιμοποιήθηκε αργότερα στα HEV. Το παράδειγμα της Ιαπωνίας καταδεικνύει πως, οι παράγοντες επιτυχίας για την πολιτική φαίνονται περισσότερο σχετιζόμενες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας παρά με το συγκεκριμένο στυλ πολιτικής. Το συμπέρασμα είναι ότι η ευελιξία, η προσαρμοστικότητα και η συνεργασία όσον αφορά την τεχνική επιλογή είναι απαραίτητη στην πολιτική. Αυτό αυξάνει τις πιθανότητες να επιβιώσει μια τεχνολογία από την ιδέα στην ανταγωνιστική τεχνολογία. Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι η υποστήριξη της αγοράς, ακόμη και στις πρώτες φάσεις ανάπτυξης, αποτελεί σημαντικό συμπλήρωμα της E&A για την απόκτηση εμπειρίας και τη δημιουργία αγορών (Åhman, 2006).

Στην ΕΕ, η αυστηροποίηση των στόχων CO₂ για την αυτοκινητοβιομηχανία οδήγησε τα τελευταία χρόνια σε αύξηση των μεριδίων αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων (Haghani et al., 2023). Οι ωθήσεις από τις κυβερνήσεις σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες κατευθύνονταν προς την υποστήριξη E&A για τη βιομηχανία, που δεν είναι εκπληκτικά

διαδεδομένες σε χώρες παραγωγής αυτοκινήτων όπως η Ιαπωνία και η Γερμανία ή/και προς την υποστήριξη της αγοράς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Νορβηγία, όπου το υπόβαθρο της επιτυχίας των ηλεκτρικών οχημάτων είναι οι υψηλές επιδοτήσεις που ξεκίνησαν ήδη από τη δεκαετία του 1990, καθιστώντας τις τιμές των ηλεκτρικών οχημάτων ανταγωνιστικές σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα (Figenbaum, 2017; Haghani et al., 2023). Τα κίνητρα και οι πολιτικές της Νορβηγίας αναπτύχθηκαν σταδιακά σε μια περίοδο 25 ετών μέσω αλληλεπιδράσεων μεταξύ του διεθνούς τοπίου και των εθνικών δικτύων διακυβέρνησης. Οι φορείς μπόρεσαν να αξιοποιήσουν ευκαιρίες που οδήγησαν στη δυνητική καθιέρωση ενός καθεστώτος BEV που εξομοιώνεται με το καθεστώς αυτοκινήτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης από το 2016. Τα κίνητρα BEV, μερικά από τα οποία έχουν τεθεί σε ισχύ από το 1990, δεν απέδωσαν αποτελέσματα έως ότου οι παραδοσιακοί κατασκευαστές οχημάτων κατασκεύασαν BEV με μπαταρίες ιόντων λιθίου από το 2010. Τα κίνητρα αγοράς της Νορβηγίας είναι αρκετά μεγάλα ώστε να καταστήσουν τα ηλεκτρικά οχήματα μια εναλλακτική σε ανταγωνιστικές τιμές για αγοραστές οχημάτων. Η αυξημένη επιλογή μοντέλων, η βελτιωμένη τεχνολογία, οι μειωμένες τιμές των οχημάτων και το εκτεταμένο μάρκετινγκ έχουν ωθήσει περαιτέρω τις πωλήσεις στη συγκεκριμένη χώρα (Figenbaum, 2017).

Η Κίνα είναι μία από τις χώρες που έχει πιέσει περισσότερο από κάθε άλλη για την προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων, ιδίως από το 2009 και εξής. Η ισχυρή ώθηση οφείλεται τόσο στην κακή ποιότητα του αέρα στη χώρα όσο και στην ευκαιρία απόκτησης ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος (Altenburg et al., 2016; Haghani et al., 2023). Καθοδηγούμενη από την πολιτική ώθηση σε πολλές χώρες, η έρευνα και η ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων έχουν ενταθεί σημαντικά από τη δεκαετία του 1990, κάτι που μπορεί να παρατηρηθεί σε έναν αυξανόμενο αριθμό διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που καταγράφονται (Altenburg et al., 2016; Haghani et al., 2023).

1.2 Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων

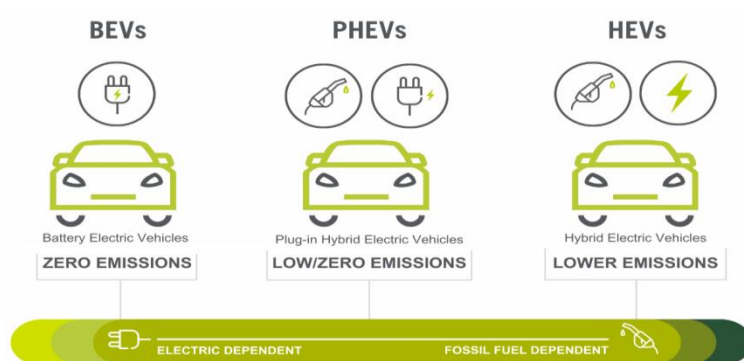
Για την πρόωση, το ηλεκτρικό όχημα αποτελείται από έναν ή περισσότερους ηλεκτρικούς κινητήρες (ή προωθητικά). Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν ως πηγές ενέργειας ένα σύστημα φόρτισης, ένα ηλιακό πάνελ και μια γεννήτρια που μετατρέπει το καύσιμο σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα βασικά εξαρτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων είναι (Vigneshwaran & Naveen Kumar, 2023):

- Μπαταρία: Σε ένα ηλεκτρικό όχημα, η βοηθητική μπαταρία παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στα εξαρτήματα του οχήματος.
- Θύρα φόρτισης: Το όχημα μπορεί να συνδεθεί σε μια εξωτερική πηγή ρεύματος μέσω της θύρας φόρτισης, η οποία φορτίζεται από τη φόρτιση της μπαταρίας.
- Μετατροπέας DC/DC: Αυτή η συσκευή μετατρέπει την τάση DC της μπαταρίας υψηλής τάσης στη χαμηλή τάση DC που απαιτείται για την τροφοδοσία των εξαρτημάτων του οχήματος και τη φόρτιση της βοηθητικής μπαταρίας.
- Ηλεκτρικός κινητήρας έλξης: Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο χρησιμοποιεί ισχύ μπαταρίας για να κινεί τους τροχούς. Ορισμένα οχήματα χρησιμοποιούν γεννήτριες που είναι υπεύθυνες για την εκκίνηση και την επανεκκίνηση του οχήματος.
- Ενσωματωμένος φορτιστής: Παίρνει εναλλασσόμενο ρεύμα από τη θύρα ανάφλεξης και το μετατρέπει σε ρεύμα συνεχούς ρεύματος για να τροφοδοτήσει τη φορητή μπαταρία. Συνδέεται με τον φορτιστή για να φορτίσει την μπαταρία ενώ παρακολουθεί τα χαρακτηριστικά της μπαταρίας όπως τάση, ρεύμα, θερμοκρασία και ρυθμός ροής.
- Power Electronics Controller: Αυτή η συσκευή ελέγχει τη ροή της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται από την μπαταρία έλξης για τον έλεγχο της ταχύτητας και της ροπής που δημιουργείται από τον ηλεκτροκινητήρα έλξης.

- Θερμικό σύστημα (ψύξη): Αυτό το σύστημα διατηρεί τη σωστή θερμοκρασία του κινητήρα, των ηλεκτροκινητήρων, των ηλεκτρονικών και άλλων εξαρτημάτων.
- Μπαταρία έλξης: Αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από τους ηλεκτροκινητήρες έλξης.
- Μετάδοση: Το κιβώτιο ταχυτήτων μεταδίδει μηχανική ισχύ από τον ηλεκτροκινητήρα έλξης για να κινήσει τους τροχούς.

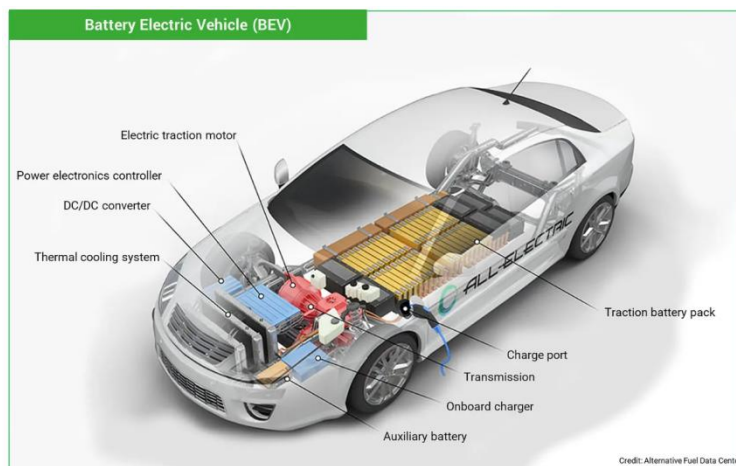
1.3 Κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων

Με βάση τις τεχνολογίες λειτουργίας και τους τύπους αποθήκευσης ενέργειας, τα ηλεκτρικά οχήματα χωρίζονται σε διάφορους τύπους που παρατίθενται πιο κάτω (Vigneshwaran & Naveen Kumar, 2023; US Department of Energy, 2025; Alectra, 2025; Iberdrola, 2025). Τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα, αναφέρονται επίσης ως ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία (BEV), τα plug-in υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (PHEV) και τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEVs) χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που βελτιώνει την απόδοση του οχήματος. Τα BEV και τα PHEV αναφέρονται επίσης πιο συγκεκριμένα ως ηλεκτρικά οχήματα με σύνδεση (PEV) (US Department of Energy, 2025).



Πηγή: Alectra, 2025

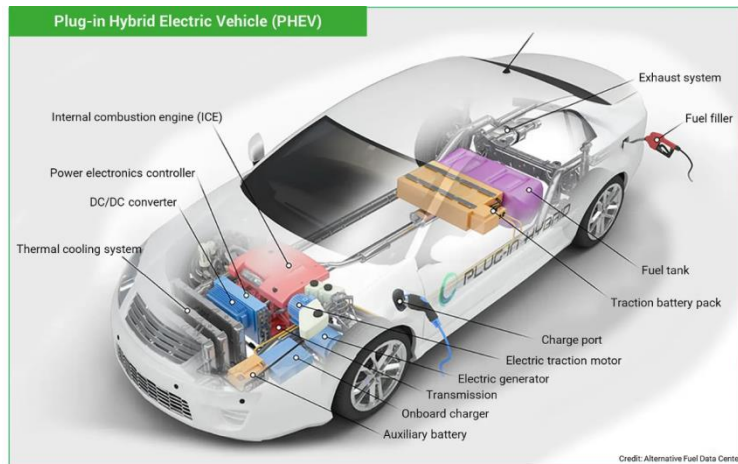
Ηλεκτρικό όχημα με μπαταρία (BEV): Τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα τροφοδοτούνται μόνο με ηλεκτρισμό, αντικαθιστώντας τη βενζίνη ή το ντίζελ και για τον λόγο αυτό έχουν μια μπαταρία που φορτίζεται συνδέοντας το όχημα σε εξοπλισμό φόρτισης. Αυτά τα οχήματα λειτουργούν πάντα σε πλήρως ηλεκτρικό τρόπο λειτουργίας και συνεπώς δεν παράγουν διοξείδιο του άνθρακα ή άλλες εκπομπές, και έχουν τυπική αυτονομία οδήγησης από 150 έως 400 μίλια. Χωρίς ορυκτά καύσιμα, υπάρχει περισσότερος χώρος για μεγαλύτερη μπαταρία, που σημαίνει μεγαλύτερη ηλεκτρική αυτονομία. Επιπλέον, τα περισσότερα μοντέλα διαθέτουν σύστημα ανάκτησης ενέργειας πέδησης και επιβράδυνσης, το οποίο λειτουργεί ως γεννήτρια ρεύματος ικανή να «αυτοφορτίζει» την μπαταρία. Τα ηλεκτρικά με μπαταρία είναι πολύ αποδοτικά και τα περισσότερα νεότερα μοντέλα έχουν αρκετή εμβέλεια για να λειτουργούν για πολλές ημέρες χωρίς πλήρη επαναφόρτιση. Επίσης, απαιτούν χαμηλότερο κόστος συντήρησης λόγω της μηχανικής απλότητας και προσφέρουν ομαλή και αθόρυβη οδήγηση.



Πηγή: Evesco, 2025

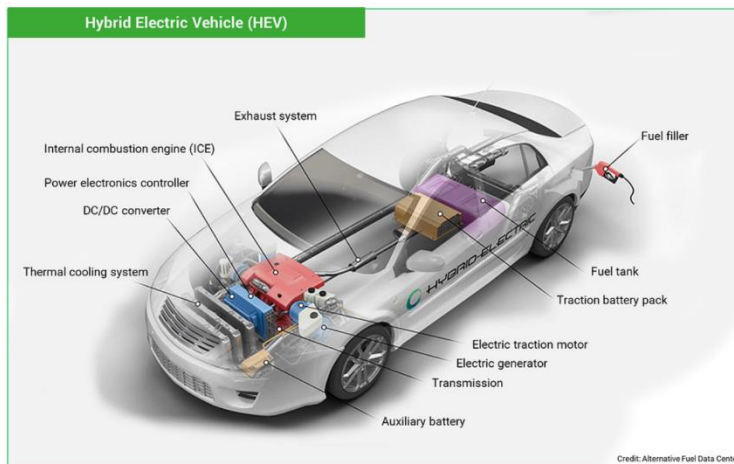
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV): Τα PHEV τροφοδοτούνται από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης και έναν ηλεκτροκινητήρα που χρησιμοποιεί την ενέργεια που αποθηκεύεται σε μια μπαταρία. Τα PHEV μπορούν να λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια, αλλά μπορούν επίσης να λειτουργούν με βενζίνη όταν απαιτείται μεγαλύτερη

αυτονομία ή πρόσθετη ισχύς. Συνεπώς, δεν εκπέμπουν ρύπους μόνο όταν λειτουργούν σε ηλεκτρική λειτουργία. Ως εκ τούτου, το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των μοντέλων είναι ότι τόσο ο κινητήρας εσωτερικής καύσης όσο και ο ηλεκτροκινητήρας μπορούν να κινήσουν τους τροχούς του οχήματος, έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί είτε σε ηλεκτρική λειτουργία για μια συγκεκριμένη απόσταση χιλιομέτρων χρησιμοποιώντας την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία είτε σε υβριδικό μορφή που συνδυάζει την ισχύ του κινητήρα εσωτερικής καύσης με τον ηλεκτροκινητήρα. Συνήθως έχουν μικρότερες μπαταρίες και μικρότερη ηλεκτρική εμβέλεια, επειδή ο βενζινοκινητήρας μπορεί να παρέχει ισχύ όταν η μπαταρία αδειάζει. Η μπαταρία μπορεί να φορτιστεί από εξωτερική πηγή ισχύος ή σημείο φόρτισης και ο κινητήρας εσωτερικής καύσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη φόρτιση του ηλεκτροκινητήρα. Τέτοια οχήματα προσφέρουν μεγαλύτερη αυτονομία από τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία και παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ή βενζίνης ανάλογα με τις ανάγκες του οδηγού. Για αυτόν τον λόγο, τα υβριδικά plug-in είναι ιδανικά για οδηγούς που μετακινούνται σε μικρές αποστάσεις και μπορούν να επωφεληθούν από τη λειτουργία με ηλεκτρική ενέργεια για το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου ταξιδιού τους, αλλά μπορούν να έχουν επιπλέον αυτονομία από τον βενζινοκινητήρα όταν χρειάζεται. Για να ενεργοποιηθεί η λειτουργία σε πλήρως ηλεκτρική λειτουργία, τα PHEV απαιτούν μεγαλύτερη μπαταρία, η οποία μπορεί να συνδεθεί σε μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας για φόρτιση. Για την υποστήριξη των τυπικών καθημερινών αναγκών ενός οδηγού, τα περισσότερα PHEV μπορούν να καλύψουν μία απόσταση μεταξύ 20 και 40 μιλίων μόνο με ηλεκτρική ενέργεια, ενώ στη συνέχεια θα λειτουργούν αποκλειστικά με βενζίνη, παρόμοια με ένα συμβατικό υβριδικό.



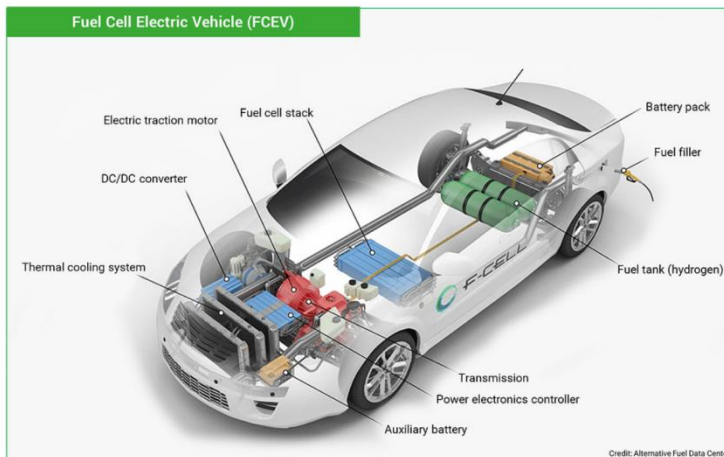
Πηγή: Evesco, 2025

Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (HEV): Τα HEV έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν μπαταρία για να συμπληρώνουν τα ορυκτά καύσιμα που τροφοδοτούν το όχημα. Έχουν δύο συμπληρωματικά συστήματα κίνησης που λειτουργούν ταυτόχρονα: έναν κινητήρα αερίου με ρεζερβουάρ καυσίμου, μαζί με έναν ηλεκτροκινητήρα και μια μπαταρία. Ο ηλεκτροκινητήρας βοηθά τον κινητήρα εσωτερικής καύσης σε περιόδους υψηλής ζήτησης και επιτρέπει στον κινητήρα εσωτερικής καύσης να απενεργοποιηθεί προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου. Τα HEV δεν είναι plug-in, καθώς δεν μπορούν να επαναφορτιστούν από το ηλεκτρικό δίκτυο. Η ενέργεια του HEV προέρχεται από τη βενζίνη και μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια από αναγεννητική πέδηση και από γεννήτρια ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτείται από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης. Η μπαταρία χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του οχήματος σε χαμηλές ταχύτητες ή όταν το όχημα βρίσκεται στο ρελαντί. Κατά συνέπεια, η χρήση HEV επιτρέπει μειωμένες εκπομπές ρύπων και βελτιωμένη απόδοση καυσίμου σε σύγκριση με τα παραδοσιακά οχήματα, ειδικά σε καταστάσεις συχνής στάσης-εκκίνησης.



Πηγή: Evesco, 2025

Ηλεκτρικό όχημα κυψελών καυσίμου (FCEV): Το όχημα FCEV χρησιμοποιεί τεχνολογία κυψελών καυσίμου υδρογόνου για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του οχήματος. Μια κυψέλη καυσίμου είναι μια συσκευή στην οποία λαμβάνει χώρα μια ηλεκτροχημική αντίδραση μεταξύ υδρογόνου και οξυγόνου. Η αρχή λειτουργίας ενός FCEV είναι διαφορετική σε σύγκριση με αυτή ενός «plug-in», επειδή το FCEV παράγει την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία αυτού του οχήματος στο ίδιο το όχημα. Σε αυτά τα οχήματα, η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα FCEV ανεφοδιάζονται με συμπιεσμένο υδρογόνο σε σταθμούς ανεφοδιασμού υδρογόνου. Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι εκπέμπουν μόνο υδρατμούς, έχουν μικρότερους χρόνους ανεφοδιασμού σε σύγκριση με τα ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία και έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια. Από την άλλη πλευρά, το υδρογόνο είναι διαθέσιμο σε πολύ λίγους χώρους διανομής. Για το λόγο αυτό, η τεχνολογία κυψελών καυσίμου είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί κυρίως σε μεγαλύτερα οχήματα που λειτουργούν από τοποθεσίες μεγάλων στόλων (π.χ. βαρέα οχήματα).



Πηγή: Evesco, 2025

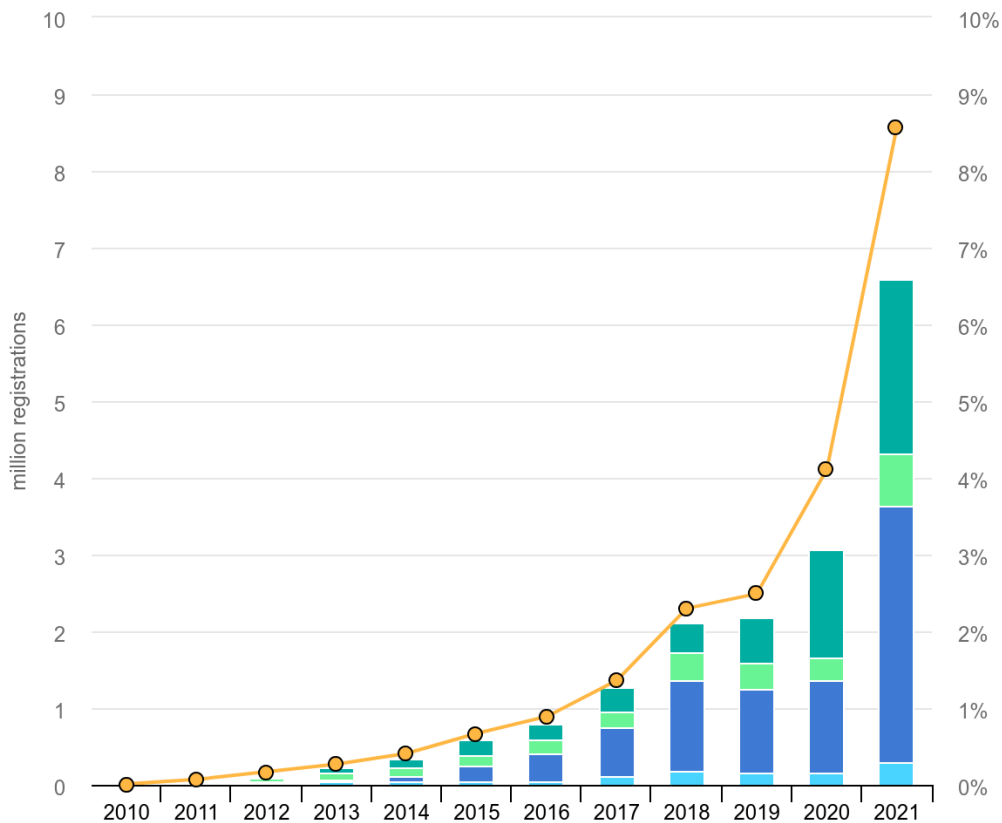
Ηλεκτρικό όχημα εκτεταμένης εμβέλειας (ER-EV): Τα ηλεκτρικά οχήματα εκτεταμένης εμβέλειας (EREV) συνδυάζουν χαρακτηριστικά ηλεκτρικού οχήματος (EV) και plug-in υβριδικού οχήματος (PHEV). Αν και η ισχύς πρόωσης παρέχεται από μια επαναφορτιζόμενη ηλεκτρική μονάδα, είναι εξοπλισμένα με έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης που λειτουργεί ως γεννήτρια για τη φόρτιση της μπαταρίας όταν εξαντληθεί. Σε αντίθεση με τα υβριδικά, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης δεν κινεί καθόλου τους τροχούς αυτού του τύπου αυτοκινήτου. Τα EREV μπορούν να φορτιστούν είτε μέσω σύνδεσης σε πηγή ηλεκτρικής ενέργειας είτε με χρήση βενζίνης μέσω του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Τα EREV παρέχουν την απόδοση και τις μειωμένες εκπομπές ρύπων ενός ηλεκτρικού οχήματος, ενώ ξεπερνούν τους περιορισμούς της εμβέλειας της χρήσης ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης ως εφεδρικό.

1.4 Στατιστικά στοιχεία αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων

Οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων έφθασαν σε υψηλό ρεκόρ το 2021 παρά τις προκλήσεις της πανδημίας και της εφοδιαστικής αλυσίδας λόγω της πανδημίας Covid-19, συμπεριλαμβανομένων των ελλείψεων τσιπ ημιαγωγών. Περίπου 120.000 ηλεκτρικά αυτοκίνητα πωλήθηκαν παγκοσμίως το 2012, ενώ το 2019 πωλήθηκαν 2,2 εκατομμύρια

ηλεκτρικά αυτοκίνητα, αντιπροσωπεύοντας μόλις το 2,5% των παγκόσμιων πωλήσεων αυτοκινήτων. Το 2020 οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν σε 3 εκατομμύρια και αντιπροσωπεύοντας το 4,1% των συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων. Το 2021, οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων υπερδιπλασιάστηκαν σε 6,6 εκατομμύρια, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το 9% της παγκόσμιας αγοράς αυτοκινήτων. Οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων-μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων (BEVs) αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης (περίπου 70%) συγκριτικά με τα Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV) (Paoli & Gül, 2022).

Γράφημα 1.1 Παγκόσμιο μερίδιο και πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων, 2010-2021

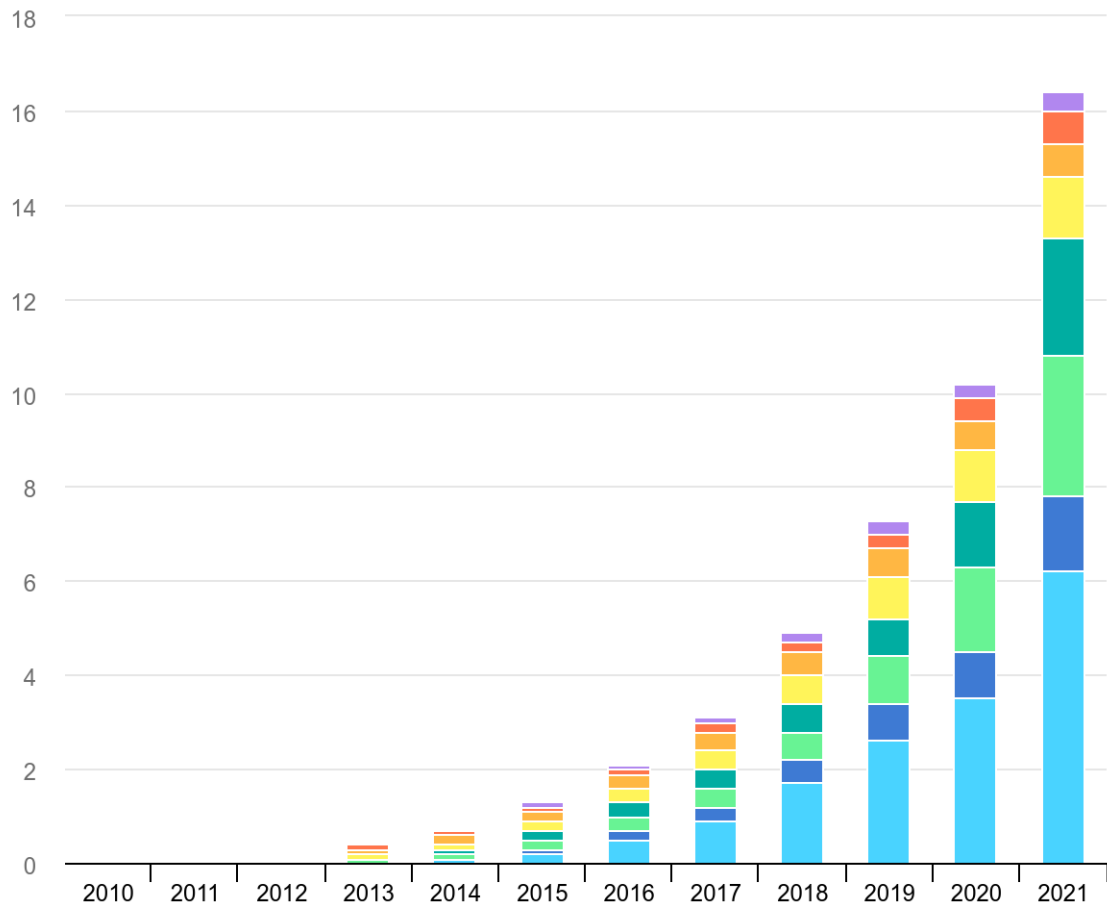


Πηγή: Paoli και Gül, 2022

Περισσότερα ηλεκτρικά αυτοκίνητα πωλήθηκαν στην Κίνα το 2021 (3,3 εκατομμύρια) από ό, τι σε ολόκληρο τον κόσμο το 2020 (3,0 εκατομμύρια). Ο αριθμός τους στη χώρα παρέμεινε ο μεγαλύτερος στον κόσμο στα 7,8 εκατομμύρια το 2021, γεγονός που υπερβαίνει το απόθεμα του 2019 πριν από την πανδημία Covid-19. Πάνω από 2,7 εκατομμύρια BEVs πωλήθηκαν στην Κίνα το 2021, αντιπροσωπεύοντας το 82% των νέων πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αντιπροσώπευαν το 16% των εγχώριων πωλήσεων αυτοκινήτων το 2021, από 5% το 2020 στο 20% το Δεκέμβριο, αντανakλώντας μια πολύ ταχύτερη ανάκαμψη των αγορών ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα. Η αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων της Κίνας αναμένεται να επεκταθεί περαιτέρω το 2022 και πέρα, καθώς οι επενδύσεις από τα

προηγούμενα χρόνια αυξάνουν την παραγωγική ικανότητα, συνδυαστικά με τις κυβερνητικές πολιτικές του πενταετούς σχεδίου (FYP) 2021-2025, το οποίο περιλαμβάνει μεσοπρόθεσμες στόχους στις μεταφορές, όπως η επίτευξη ετήσιου μέσου όρου 20% μεριδίου αγοράς για τις πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2025, αλλά και αρκετούς υπο-εθνικούς κανονισμούς με προνομιακή μεταχείριση των ηλεκτρικών οχημάτων, όπως οι τοπικές επιδοτήσεις ή οι φορολογικές ελαφρύνσεις, τα οικονομικά κίνητρα και οι εξαιρέσεις από τους περιορισμούς αγοράς (IEA, 2022; Paoli & Gül, 2022).

Γράφημα 1.2 Παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών αυτοκινήτων, 2010-2021



Πηγή: Πηγή: IEA, 2022

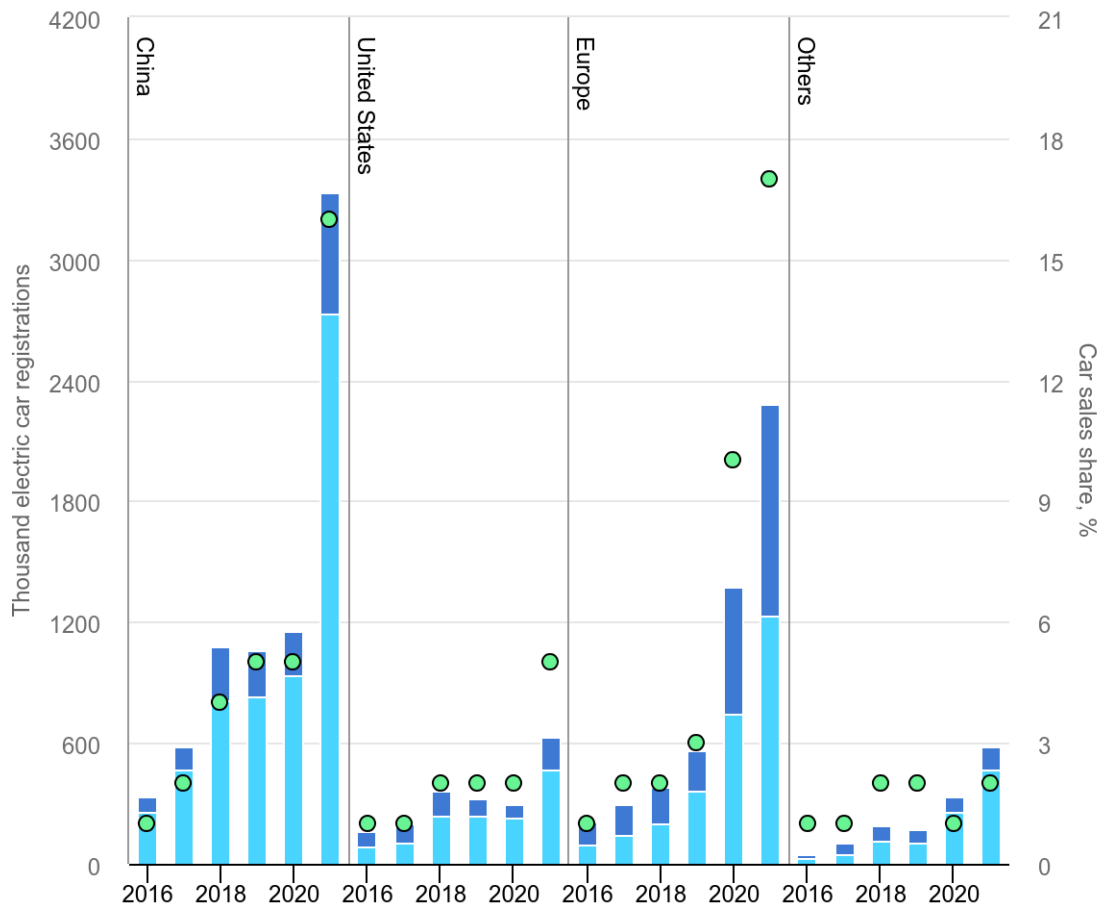
Στην Ευρώπη, οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων συνέχισαν να αυξάνονται το 2021 κατά περισσότερο από 65% σε ετήσια βάση σε 2,3 εκατομμύρια. Οι συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων το 2021 ήταν 25% χαμηλότερες από ό, τι το 2019. Κατά την περίοδο 2016-2021, οι πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη αυξήθηκαν κατά ένα σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 61%, το υψηλότερο στον κόσμο, πάνω από την Κίνα (58%) και τις Ηνωμένες Πολιτείες (32%). Συνολικά, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αντιπροσώπευαν το 17% των πωλήσεων αυτοκινήτων της Ευρώπης το 2021. Οι μηνιαίες

πωλήσεις ήταν υψηλότερες το τελευταίο τρίμηνο (27%) και ξεπέρασε τα οχήματα ντίζελ για πρώτη φορά. Ωστόσο, η κατανομή των πωλήσεων είναι άνιση μεταξύ των χωρών. Η μεγαλύτερη αγορά παραμένει στη Γερμανία (25%), δεδομένου ότι προσφέρει τις υψηλότερες επιδοτήσεις στην Ευρώπη. Το υψηλότερο μερίδιο αγοράς για τις νέες πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2021 στην Ευρώπη είναι η Νορβηγία (86%), η Ισλανδία (72%), η Σουηδία (43%) και οι Κάτω Χώρες (30%), ακολουθούμενη από τη Γαλλία (19%), την Ιταλία (9 %) και η Ισπανία (8%). Ο βασικός παράγοντας που υποστηρίζει την ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη είναι τα αυστηρότερα πρότυπα εκπομπών CO₂. Διαπιστώθηκε επίσης μία ομοιομορφία μεταξύ BEVs και PHEV, σε αντίθεση με την Κίνα. Το 2021, το απόθεμα ηλεκτρικών αυτοκινήτων της Ευρώπης ήταν περίπου 55% BEVs, ένα ποσοστό που παρέμεινε σταθερό από το 2015, αλλά είναι χαμηλότερο από άλλες περιοχές όπως η Κίνα (80%) και οι Ηνωμένες Πολιτείες (65%). Αυτό μπορεί να αντικατοπτρίζει μια εταιρική στρατηγική μεταξύ των ευρωπαϊκών αυτοκινητοβιομηχανιών και των κατασκευαστών πρωτότυπου εξοπλισμού της προσφοράς εκδόσεων PHEV πολλών μεγάλων και υψηλών προτύπων μοντέλων αυτοκινήτων για να επωφεληθούν από την εμπειρία τους στην ανάπτυξη συμβατικών αυτοκινήτων (απαραίτητο μέρος των PHEV). Επιπλέον, η δομή ρύθμισης του CO₂ στην Ευρώπη καθιστά τα PHEV πολύ ελκυστικούς για τους ΚΑΕ όσον αφορά τη συμμόρφωση (IEA, 2022).

Μετά από δύο χρόνια διαδοχικής μείωσης κατά 10%, οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2021. Περίπου 630.000 ηλεκτρικά αυτοκίνητα πωλήθηκαν το 2021, με το συνολικό απόθεμα ηλεκτρικών αυτοκινήτων να είναι πάνω από 2 εκατομμύρια. Περίπου το 75% των νέων πωλήσεων ήταν BEVs, από 55% μόλις πριν από πέντε χρόνια, με αποτέλεσμα υψηλότερο μερίδιο των BEV σε σχέση με τα PHEV, με αποτέλεσμα υψηλότερο ποσοστό το 2021 (65%) συγκριτικά με την περίοδο 2015-2016 (περίπου 50%). Η Tesla αντιπροσωπεύει πάνω από το ήμισυ όλων των μονάδων που πωλούνται, αλλά υπάρχουν γενικά λιγότερα μοντέλα διαθέσιμα στις

Ηνωμένες Πολιτείες από ό, τι σε άλλες μεγάλες αγορές. Μερικοί από τους κύριους παράγοντες που υποστήριξαν την ανάπτυξη στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2021 ήταν η αυξημένη παραγωγή μοντέλων Tesla και η διαθεσιμότητα νέων ηλεκτρικών μοντέλων από τις κατεστημένες αυτοκινητοβιομηχανίες (IEA, 2022).

Γράφημα 1.3 Εγγραφές ηλεκτρικών αυτοκινήτων και μερίδιο πωλήσεων στην Κίνα, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ευρώπη και άλλες περιοχές, 2016-2021

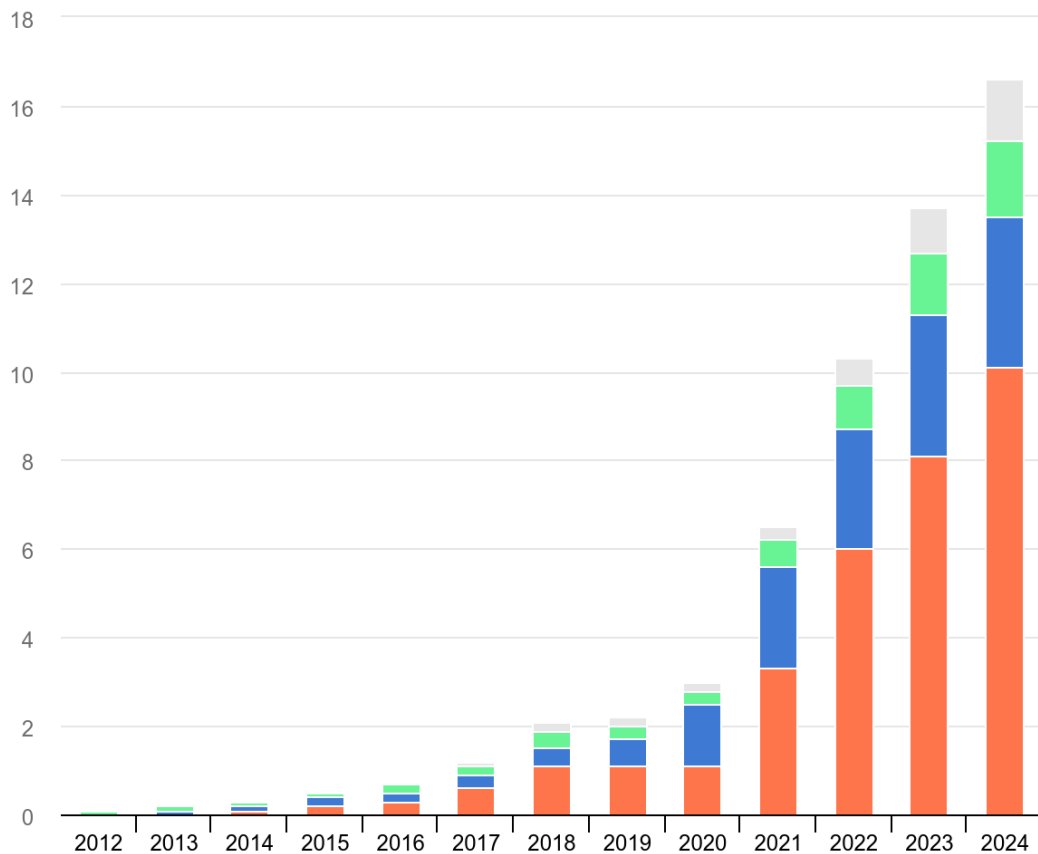


Πηγή: IEA, 2022

Σχεδόν 14 εκατομμύρια νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα πωλήθηκαν παγκοσμίως το 2023, ανεβάζοντας τον συνολικό αριθμό τους σε 40 εκατομμύρια. Οι πωλήσεις ηλεκτρικών

αυτοκινήτων το 2023 ήταν 3,5 εκατομμύρια υψηλότερες από ό,τι το 2022, σημειώνοντας αύξηση 35% από έτος σε έτος. Αυτό είναι περισσότερο από έξι φορές υψηλότερο από το 2018. Το 2023, υπήρχαν περισσότερες από 250.000 νέες εγγραφές την εβδομάδα, που είναι περισσότερες από το ετήσιο σύνολο το 2013. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αντιπροσώπευαν περίπου το 18% όλων των αυτοκινήτων που πωλήθηκαν το 2023, από 14% το 2022 και μόλις 2% 5 χρόνια νωρίτερα, το 2018. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα με μπαταρία αντιπροσώπευαν το 70% του αποθέματος ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2023 (IEA, 2024).

Γράφημα 1.4 Πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων, 2012-2024



Πηγή: IEA, 2024

Στην Κίνα ο αριθμός των νέων ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων έφτασε τα 8,1 εκατομμύρια το 2023, σημειώνοντας αύξηση κατά 35% σε σχέση με το 2022. Οι αυξανόμενες πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων ήταν ο κύριος λόγος ανάπτυξης στη συνολική αγορά αυτοκινήτων, η οποία συρρικνώθηκε κατά 8% για τη συμβατική αγορά (κινητήρας εσωτερικής καύσης) αλλά αυξήθηκε συνολικά κατά 5%, γεγονός που δείχνει ότι οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων συνεχίζουν να αποδίδουν καθώς η αγορά ωριμάζει. Το έτος 2023 ήταν το πρώτο κατά το οποίο η βιομηχανία New Energy Vehicle (NEV) της Κίνας λειτούργησε χωρίς υποστήριξη από εθνικές επιδοτήσεις. Η φορολογική απαλλαγή για αγορές ηλεκτρικών οχημάτων και η μη οικονομική στήριξη παραμένουν σε ισχύ, μετά από παράταση, καθώς η αυτοκινητοβιομηχανία θεωρείται ως ένας από τους βασικούς μοχλούς οικονομικής ανάπτυξης. Κάποια υποστήριξη και επενδύσεις υπό την ηγεσία της επαρχίας παραμένουν επίσης σε ισχύ και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο τοπίο των ηλεκτρικών οχημάτων της Κίνας. Επιπλέον, η Κίνα εξήγαγε πάνω από 4 εκατομμύρια αυτοκίνητα το 2023, , μεταξύ των οποίων 1,2 εκατομμύρια ήταν οι εξαγωγές ηλεκτρικών αυτοκινήτων ήταν 80% υψηλότερες από το 2022. Οι κύριες εξαγωγικές αγορές για αυτά τα οχήματα ήταν η Ευρώπη και χώρες στην περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού, όπως η Ταϊλάνδη και η Αυστραλία (IEA, 2024).

Στην Ευρώπη, οι ταξινομήσεις νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων έφτασαν σχεδόν τα 3,2 εκατομμύρια το 2023, σημειώνοντας αύξηση σχεδόν 20% σε σχέση με το 2022. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι πωλήσεις ανήλθαν σε 2,4 εκατομμύρια, με παρόμοιους ρυθμούς ανάπτυξης. Η Γερμανία έγινε η τρίτη χώρα μετά την Κίνα και τις Ηνωμένες Πολιτείες που καταγράφει μισό εκατομμύριο ταξινομήσεις νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων με μπαταρία σε ένα μόνο έτος, με το 18% των πωλήσεων αυτοκινήτων να είναι ηλεκτρικά με μπαταρία και 6% plug-in υβριδικά. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι ταξινομήσεις νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων ανήλθαν σε 1,4 εκατομμύρια το 2023, αυξημένες κατά περισσότερο από 40% σε σύγκριση με το 2022 (IEA, 2024).

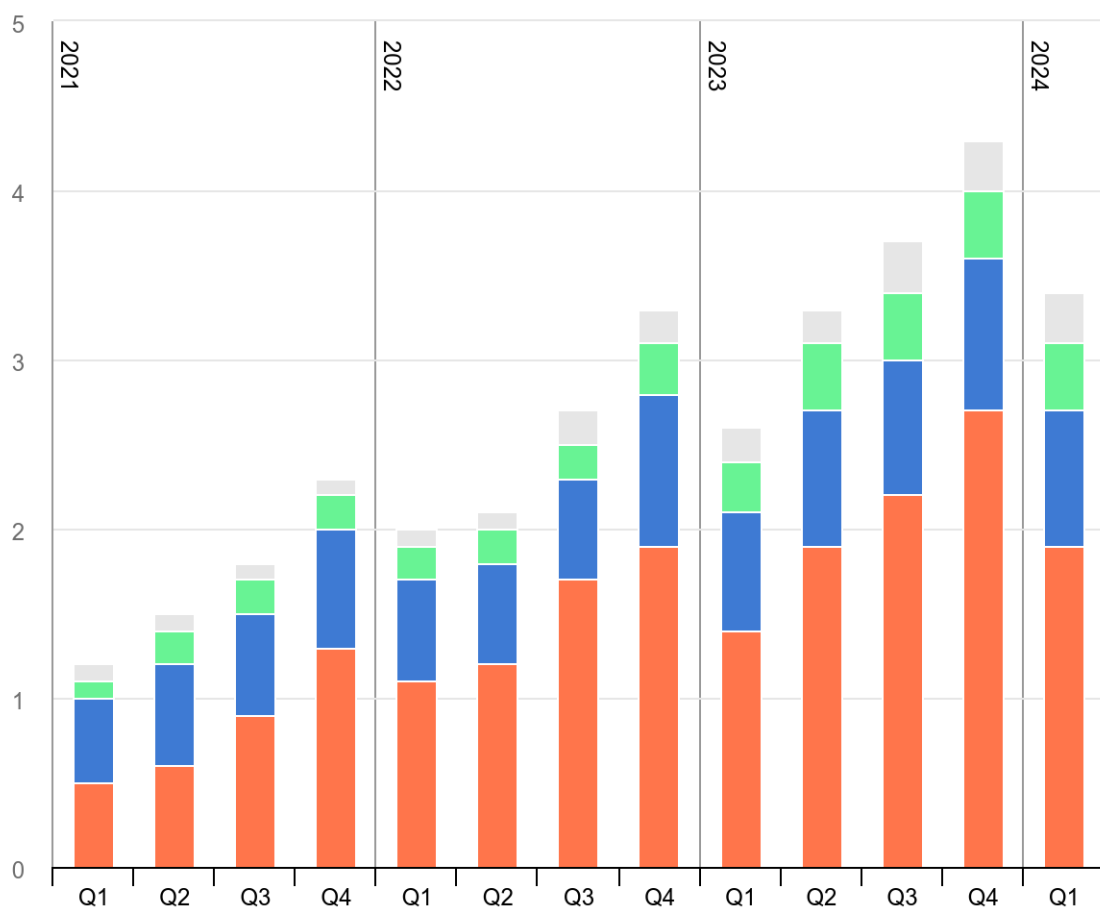
Σημαντική αύξηση παρατηρείται και στις αναδυόμενες αγορές. Στην Ινδία, οι εγγραφές ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν κατά 70% σε 80.000, σε σύγκριση με ρυθμό αύξησης κάτω του 10% για τις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων. Ορισμένα νέα μοντέλα έγιναν επίσης δημοφιλή το 2023, όπως το XUV400 της Mahindra, το Comet της MG, το e-C3 της Citroën, το Yuan Plus της BYD και το Ioniq 5 της Hyundai, αυξάνοντας την ανάπτυξη σε σύγκριση με το 2022. Οι τοπικές αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν διατηρήσει μέχρι στιγμής ισχυρό έδαφος στην αγορά, υποστηριζόμενες από ευνοϊκούς εισαγωγικούς δασμούς και αντιπροσωπεύουν το 80% των πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε σωρευτικούς όρους από το 2010, με επικεφαλής την Tata (70%) και τη Mahindra (10%). Στην Ταϊλάνδη, οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων τετραπλασιάστηκαν σε ετήσια βάση σε σχεδόν 90.000, φτάνοντας στο 10%. Αυτό είναι ακόμη πιο εντυπωσιακό, δεδομένου ότι οι συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων στη χώρα μειώθηκαν από το 2022 έως το 2023. Στο Βιετνάμ οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων καταγράφουν αύξηση: από κάτω από 100 το 2021, σε 7.000 το 2022 και πάνω από 30.000 το 2023, φτάνοντας το μερίδιο πωλήσεων του 15%. Η εγχώρια πρωτοπόρος VinFast, που ιδρύθηκε το 2017, αντιπροσώπευε σχεδόν όλες τις εγχώριες πωλήσεις. Στη Μαλαισία, οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων υπερτριπλασιάστηκαν σε 10.000. Το 2023, η Mercedes-Benz κυκλοφόρησε στην αγορά το πρώτο εγχώρια συναρμολογημένο ηλεκτρικό όχημα και τόσο η BYD όσο και η Tesla εισήλθαν επίσης στην αγορά (IEA, 2024).

Στη Λατινική Αμερική, οι πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων έφτασαν σχεδόν τις 90.000 το 2023, με τις αγορές στη Βραζιλία, την Κολομβία, την Κόστα Ρίκα και το Μεξικό να πρωτοστατούν. Στη Βραζιλία, οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων σχεδόν τριπλασιάστηκαν, με αποτέλεσμα να είναι περισσότερες από 50.000 με μερίδιο αγοράς 3%. Στο Μεξικό, οι εγγραφές ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν κατά 80% σε 15.000, ένα μερίδιο αγοράς μόλις πάνω από 1%. Δεδομένης της εγγύτητάς της με τις Ηνωμένες Πολιτείες, η αγορά αυτοκινήτου του Μεξικού είναι ήδη καλά ενοποιημένη με τους εταίρους της Βόρειας Αμερικής και επωφελείται από ευνοϊκές εμπορικές συμφωνίες,

μεγάλη υπάρχουσα παραγωγική ικανότητα και επιλεξιμότητα για επιδοτήσεις. Ως αποτέλεσμα, οι τοπικές αλυσίδες εφοδιασμού EV αναπτύσσονται γρήγορα, με προσδοκίες ότι αυτό θα διαχυθεί στις εγχώριες αγορές. Η Tesla, η Ford, η Stellantis, η BMW, η GM, η Volkswagen (VW) και η Audi είτε έχουν ξεκινήσει την κατασκευή είτε έχουν ανακοινώσει σχέδια για την κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων στο Μεξικό. Κινεζικές αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η BYD, η Chery και η SAIC εξετάζουν επίσης το ενδεχόμενο να επεκταθούν στο Μεξικό. Η Κολομβία και η Κόστα Ρίκα βλέπουν αυξανόμενες πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων, με περίπου 6.000 και 5.000 το 2023, αντίστοιχα, αλλά οι πωλήσεις παραμένουν περιορισμένες σε άλλες χώρες της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής (IEA, 2024).

Αντίθετα, στην Αφρική, την Ευρασία και τη Μέση Ανατολή, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα εξακολουθούν να είναι σπάνια, αντιπροσωπεύοντας λιγότερο από το 1% των συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων. Ωστόσο, καθώς οι κινεζικές αυτοκινητοβιομηχανίες αναζητούν ευκαιρίες στο εξωτερικό, νέα μοντέλα – συμπεριλαμβανομένων αυτών που παράγονται εγχώρια – θα μπορούσαν να ενισχύσουν τις πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων. Για παράδειγμα, στο Ουζμπεκιστάν, η BYD δημιούργησε μια κοινοπραξία με την UzAuto Motors το 2023 για την παραγωγή 50.000 ηλεκτρικών αυτοκινήτων ετησίως, και η Chery International δημιούργησε μια συνεργασία με την ADM Jizzakh. Αυτή η συνεργασία έχει ήδη οδηγήσει σε απότομη αύξηση των πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο Ουζμπεκιστάν, φθάνοντας περίπου τις 10.000 το 2023. Στη Μέση Ανατολή, η Ιορδανία διαθέτει το υψηλότερο μερίδιο πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων, σε ποσοστό άνω του 45%, που υποστηρίζεται από πολύ χαμηλότερους εισαγωγικούς δασμούς και ακολουθούν τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα με 13% (IEA, 2024).

Γράφημα 1.5 Τριμηνιαίες πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων ανά περιοχή, 2021-2024



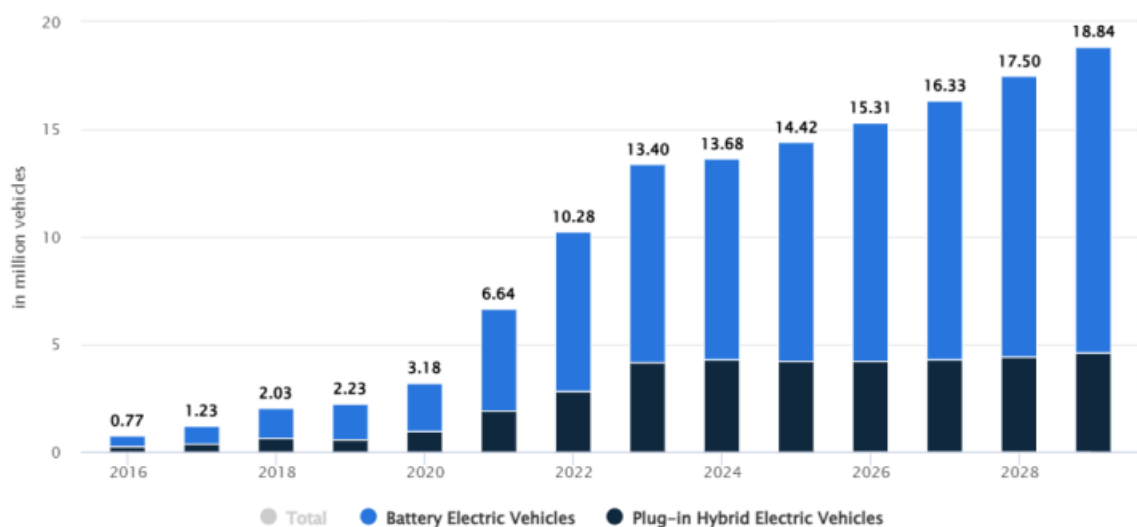
Πηγή: IEA, 2024

1.3 Τάσεις της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων

Το 2025 τα έσοδα από την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων προβλέπεται να φτάσουν τα 828,6 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ παγκοσμίως. Όσον αφορά το μέλλον, αναμένεται ότι η αγορά θα επιδείξει σταθερό ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 6,95% την περίοδο 2025-2029. Αυτή η ανάπτυξη θα οδηγήσει τελικά σε προβλεπόμενο όγκο αγοράς 1.084,0 δισεκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το 2029 και τα 18,84 εκατομμύρια μονάδες οχημάτων έως το 2029. Κατά την εξέταση της αγοράς το 2025, προβλέπεται ότι η σταθμισμένη κατά όγκο μέση τιμή της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων θα ανέλθει σε 57,4 χιλιάδες δολάρια

ΗΠΑ. Από διεθνή άποψη, η Κίνα θα δημιουργήσει τα υψηλότερα έσοδα, με εκτιμώμενα 377.900 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2025. Αυτό δείχνει τη σημαντική παρουσία της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στο τμήμα της κινεζικής αγοράς. Στην Ευρώπη η υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων αυξάνεται, με χώρες όπως η Νορβηγία να πρωτοστατούν όσον αφορά το μερίδιο αγοράς (Statista, 2024).

Γράφημα 1.6 Προβλέψεις πωλήσεων ηλεκτρικών οχημάτων, 2025-2029



Πηγή: Statista, 2024

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων υπολογίστηκε σε 1.328,08 δισεκατομμύρια ΗΠΑ το 2024 και προβλέπεται να αυξηθεί με CAGR 32,5% από το 2025 έως το 2030 (Grand View Research, 2024). Σύμφωνα με άλλες εκτιμήσεις, το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων αποτιμήθηκε σε 500,48 δισεκατομμύρια δολάρια το 2023 και προβλέπεται να αυξηθεί από 671,47 δισεκατομμύρια δολάρια το 2024 σε 1.891,08 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2032, παρουσιάζοντας CAGR 13,8% κατά την περίοδο 2024-2032 (Fortune Business Insight, 2025). Βάσει των προβλέψεων της Pcedence Research (2025), το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων εκτιμάται ότι θα ανέλθει σε 393,42 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2025 και

προβλέπεται να φτάσει περίπου τα 2.453,48 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2034, αντιπροσωπεύοντας CAGR 22,69% την περίοδο 2025-2034.

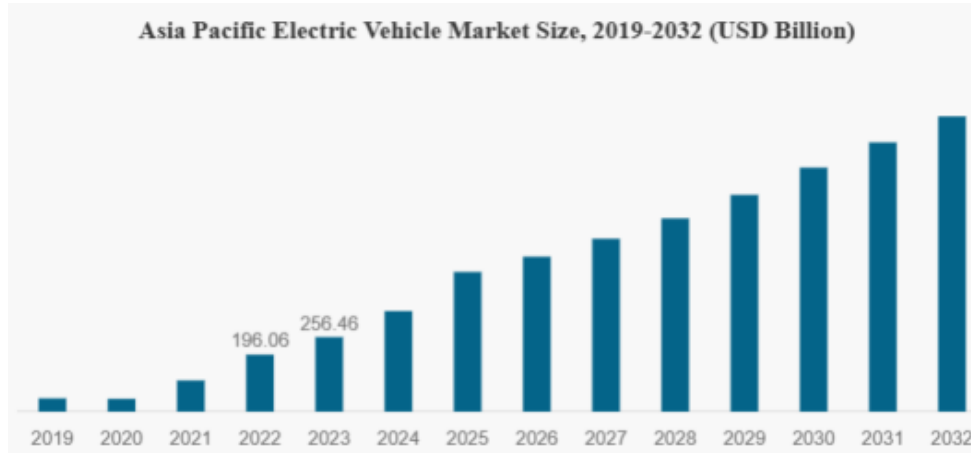
Η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική σημειώνουν σημαντική ανάπτυξη στην παγκόσμια αγορά ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτό αποδίδεται στην αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα στις ΗΠΑ, τη Νορβηγία, τη Γαλλία και τη Γερμανία. Η Γερμανία και η Νορβηγία είναι οι κορυφαίες αγορές στην ευρωπαϊκή περιοχή, σημειώνοντας CAGR σχεδόν 40%. Επιπλέον, για την προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων στη Βόρεια Αμερική, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, κατασκευαστές αυτοκινήτων και εταιρείες δικτύων φόρτισης έχουν ξεκινήσει έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό που ονομάζεται «Veloz». Στόχος του οργανισμού ήταν να προσελκύσει καινοτομία, επενδύσεις, μάρκετινγκ και ανάπτυξη στην αγορά ηλεκτρικών οχημάτων. Η Electrify America, κατασκευαστής ηλεκτρικών οχημάτων με έδρα τις ΗΠΑ, ανακοίνωσε ότι θα επενδύσει δύο δισεκατομμύρια δολάρια σε υποδομή οχημάτων μηδενικών εκπομπών στις ΗΠΑ για δέκα χρόνια από το 2017 έως το 2027, εκ των οποίων 800 εκατομμύρια δολάρια επενδύθηκαν στην Καλιφόρνια, ένα από τα τις μεγαλύτερες αγορές σε όλο τον κόσμο (Precedence Research, 2025).

Η περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού κυριάρχησε στη βιομηχανία ηλεκτρικών οχημάτων με μερίδιο αγοράς 51,24% το 2023, αλλά και η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων των ΗΠΑ προβλέπεται να αναπτυχθεί σημαντικά, φθάνοντας σε εκτιμώμενη αξία 233,70 δισεκατομμυρίων ΗΠΑ έως το 2032, λόγω των ευνοϊκών κρατικών επιδοτήσεων και πολιτικών (Fortune Business Insight, 2025). Βάσει άλλων εκτιμήσεων, το μέγεθος της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων Ασίας-Ειρηνικού εκτιμήθηκε σε 1 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2024, με μερίδιο εσόδων 42,14%, και αναμένεται να επεκταθεί με CAGR 23,07% κατά την περίοδο 2025-2034 (Precedence Research, 2025). Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η Κίνα θα κατέχει το πιο σημαντικό μερίδιο αγοράς για ηλεκτρικά οχήματα στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού, ακολουθούμενη από την Ινδία και την Ιαπωνία. Το σημαντικό μερίδιο αγοράς της Κίνας αποδίδεται κυρίως στην εκτεταμένη κρατική υποστήριξη της χώρας και στην επέκταση της υποδομής για τη φόρτιση ηλεκτρικών

οχημάτων, στη βελτίωση της ποιότητας των ηλεκτρικών οχημάτων και στην αύξηση του αριθμού των σταθμών φόρτισης. Επιπλέον, η περιοχή Ασία-Ειρηνικού έχει τους περισσότερους κατασκευαστές μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της Κίνας, της Νότιας Κορέας και της Ιαπωνίας. Η κυριαρχία της βιομηχανίας μπαταριών αυξάνεται στην Κίνα. Κινέζοι κατασκευαστές όπως η CATL και η BYD έχουν αυξήσει και διευρύνει τα μερίδια αγοράς τους στην παγκόσμια αγορά λόγω των εκτεταμένων επενδύσεων της κυβέρνησης και των ενθαρρυντικών κανονισμών (Precedence Research, 2025).

Παρά το ότι η Κίνα είναι η κύρια αγορά ηλεκτρικών οχημάτων παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το μισό, δηλαδή το 45% της παγκόσμιας πώλησης ηλεκτρικών οχημάτων, άλλες χώρες όπως η Ιαπωνία, η Κορέα και η Ινδία είναι επίσης σημαντικές αγορές, καθώς οι κυβερνήσεις αυτών των χωρών επενδύουν σημαντικά σε νεοσύστατες εταιρείες για να προωθήσουν την κατασκευή και την πώληση ηλεκτρικών οχημάτων σε όλο τον κόσμο. Τον Ιούλιο του 2019, η ιαπωνική εταιρεία Mitsui & Co. επένδυσε 13,3 εκατομμύρια δολάρια σε μια ινδική startup e-Vehicle, SmartE. Η επένδυση θα βοηθήσει την SmartE να φέρει πολλαπλές συνέργειες στην παγκόσμια αγορά EV για τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξή της. Ομοίως, τον Ιούνιο του 2019, η Toyota Motor Corp. επένδυσε 2 δισεκατομμύρια δολάρια για την ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων στην Ινδονησία.

Γράφημα 1.7 Μέγεθος αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού, 2022-2032



Πηγή: Fortune Business Insight, 2025

Ανά τύπο πρόωσης, τα BEV είχε το μεγαλύτερο μερίδιο εσόδων 67,7% το 2024. Ανά τύπο οχήματος, η κατηγορία επιβατικών αυτοκινήτων αντιπροσώπευε το 62,4% του μεριδίου εσόδων το 2024. Η κατηγορία των υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων αναμένεται να φτάσει τα 301,67 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2030, αξίας 77.581,7 εκατομμυρίων ΗΠΑ το 2021. Η κατηγορία plug-in υβριδικών αναμένεται να έχει έσοδα 385.617 εκατομμυρίων ΗΠΑ την περίοδο 2025-2034. Η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων επιβατικών αυτοκινήτων αποτιμήθηκε σε 127.394 εκατομμύρια δολάρια το 2021 και προβλέπεται να φτάσει τα 598.735 εκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2030. Η αγορά επαγγελματικών οχημάτων αποτιμήθηκε σε 47.351,9 εκατομμύρια USD το 2024. Η αγορά των πολυτελών προβλέπεται να φτάσει τα 441.273 εκατομμύρια ΗΠΑ έως το 2030, από 104.380 εκατομμύρια ΗΠΑ το 2021 (Precedence Research, 2025).

Επιπρόσθετα, η επέκταση των τομέων μεταφορών και logistics οδηγεί σημαντικά την αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα. Καθώς το παγκόσμιο εμπόριο και το ηλεκτρονικό εμπόριο συνεχίζουν να αυξάνονται, υπάρχει αυξημένη ανάγκη για

αποτελεσματικές και βιώσιμες λύσεις μεταφορών. Τα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση στους παραδοσιακούς κινητήρες εσωτερικής καύσης, καθώς παράγουν χαμηλότερες εκπομπές ρύπων και μειώνουν το λειτουργικό κόστος. Αυτός ο προσανατολισμός είναι ιδιαίτερα εμφανής στις αστικές περιοχές όπου οι υπηρεσίες παράδοσης αυξάνονται και η ανάγκη μετριασμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι κρίσιμη. Κατά συνέπεια, οι εταιρείες logistics ενσωματώνουν ολοένα και περισσότερο ηλεκτρικά φορτηγά και φορτηγά στους στόλους τους, λόγω των ρυθμιστικών πιέσεων και των οικονομικών οφελών των χαμηλότερων εξόδων καυσίμου και συντήρησης. Για παράδειγμα, τον Μάιο του 2024, η Amazon ανέπτυξε βαρέα ηλεκτρικά φορτηγά στη Νότια Καλιφόρνια για εμπορευματικές μεταφορές (Grand View Research, 2024).

Επιπλέον, η αντικατάσταση σχολικών λεωφορείων και λεωφορείων δημόσιων συγκοινωνιών με συμβατικά καύσιμα με ηλεκτρικά αντίστοιχα προσφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Τα ηλεκτρικά λεωφορεία παράγουν μηδενικές εκπομπές καυσαερίων, μειώνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην κλιματική αλλαγή και στην ποιότητα του αέρα των πόλεων. Αν και η αρχική επένδυση σε ηλεκτρικά λεωφορεία και υποδομές φόρτισης μπορεί να είναι υψηλή, το συνολικό κόστος κατά τη διάρκεια ζωής είναι συχνά χαμηλότερο. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά λεωφορεία έχουν μειωμένο κόστος συντήρησης και αυξημένη αξιοπιστία (Grand View Research, 2024).

Επιπλέον, μεγάλοι παίκτες στην αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων βελτιώνουν τα ηλεκτρικά τους οχήματα ενσωματώνοντας Wi-Fi, συστήματα επικοινωνίας και προηγμένα συστήματα υποστήριξης οδηγού (ADAS) για να βελτιώσουν την ταξιδιωτική εμπειρία και να διασφαλίσουν την ασφάλεια των επιβατών. Για παράδειγμα, τον Απρίλιο του 2023, η Scania AB παρουσίασε ένα ηλεκτρικό λεωφορείο στο Μεξικό εξοπλισμένο με δέκα μπαταρίες συνολικής ισχύος 330 kWh, παρέχοντας αυτονομία 300 km. Διαθέτει

επίσης κιβώτιο δύο ταχυτήτων για αποτελεσματική διαχείριση της μπαταρίας, ισχύ εξόδου 230 kW και ροπή 1.800 Nm (Grand View Research, 2024).

Εκτός των στατιστικών στοιχείων και των σεναρίων πρόβλεψης, διαφαίνονται και ορισμένες τάσεις στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης, κάτι το οποίο καθοδηγείται από τον ισχυρισμό ότι η απαιτούμενη πράσινη αλλαγή υπερβαίνει κατά πολύ την ανταλλαγή των κινητήρων και των κιβωτίων ταχυτήτων των αυτοκινήτων. Συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές στον τρόπο κατασκευής των αυτοκινήτων και οργάνωσης των αλυσίδων αξίας των αυτοκινήτων. Επιπλέον, η ηλεκτροδότηση των οδικών μεταφορών δημιουργεί νέες υποδομές και νέες διεπαφές μεταξύ συστημάτων μεταφορών και ενεργειακών συστημάτων. Ευνοεί τις νέες έννοιες της κινητικότητας (π.χ. συνδυασμός φορέων μαζικής μεταφοράς για μεγάλες αποστάσεις με ηλεκτρικά οχήματα) και νέες στάσεις των καταναλωτών απέναντι στην κινητικότητα και την ιδιοκτησία αυτοκινήτου. Προβλέποντας τέτοιες συστημικές αλλαγές, αναδύονται πολλαπλές νέες συμμαχίες μεταξύ ενεργειακών επιχειρήσεων κοινής ωφελείας, κατασκευαστών αυτοκινήτων, σιδηροδρομικών εταιρειών και εταιρειών λογισμικού. Πολλοί παρατηρητές υποθέτουν ότι βρισκόμαστε στην αρχή μιας «αλλαγής παραδείγματος» που εκτείνεται πολύ πέρα από την αυτοκινητοβιομηχανία. Για παράδειγμα, απαιτείται ένα νέο σύνολο προσόντων για την παραγωγή εξειδικευμένων μερών των ηλεκτρικών οχημάτων, νέες λύσεις υποδομής φόρτισης, σχεδιασμός των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων ώστε να καλύπτουν τις συγκεκριμένες ενεργειακές ανάγκες των στόλων αυτοκινήτων, αλλά και νέους τρόπους διαχείρισης των μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων καλά σχεδιασμένων λύσεων «διατροφικών» μεταφορών που συνδυάζουν γρήγορες σιδηροδρομικές συνδέσεις για μεγάλες αποστάσεις με αργούς αλλά ευέλικτους μεταφορείς (Altenburg et al., 2016).

Οι Haghani et al. (2023) εξετάζοντας την εξέλιξη της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των ηλεκτρικών οχημάτων τονίζουν πως, καθώς ηλεκτροκίνηση είναι μια βασική τεχνολογία στον τομέα των μεταφορών για την επίτευξη των κλιματικών στόχων, η

έρευνα και ανάπτυξη εστιάζουν σε δύο βασικούς τομείς: την ηλεκτρολογική μηχανική και την επιστήμη των υπολογιστών. Αυτό οφείλεται και στην ανάγκη για έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογιών αυτόνομης οδήγησης σε ηλεκτρικά οχήματα, ως απαραίτητο στοιχείο για τη βελτίωση της ασφάλειας και της αποδοτικότητας των μεταφορών και για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας βελτιστοποιώντας τα πρότυπα οδήγησης και μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Ωστόσο, αυτή η εξέλιξη πρέπει να ευθυγραμμιστεί με πολιτικές για να μην προκληθεί περισσότερη κίνηση και συνεπώς ζήτηση ενέργειας. Σε αυτό το πλαίσιο αναδύονται ολοένα και περισσότερες μελέτες ενέργειας και καυσίμων και περιβαλλοντικών παραγόντων. Με περισσότερα ηλεκτρικά οχήματα, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδοσία αυτών των οχημάτων θα αυξηθεί, επηρεάζοντας τον ενεργειακό τομέα. Έτσι, παρουσιάζεται ενδιαφέρον στον τομέα της ενέργειας και των καυσίμων, ιδίως σε σχέση με την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για παράδειγμα, οι τάσεις της έρευνας στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν δείξει ότι η υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων οδηγεί σε μια μετάβαση σε καθαρότερες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια (Taalbi & Nielsen, 2021; Haghani et al., 2023). Επιπλέον, η υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων θα επηρεάσει επίσης τη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου καθώς μειώνει τη ζήτηση για ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές. Αυτή η στροφή προς τα ηλεκτρικά οχήματα θα δημιουργήσει νέες προκλήσεις και ευκαιρίες στον κλάδο της ενέργειας, απαιτώντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση της σχέσης μεταξύ των ηλεκτρικών οχημάτων και των σχετικών με την ενέργεια τομέων (Haghani et al., 2023).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Ο τομέας των μεταφορών προσπαθεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών άνθρακα και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής μέσω της αύξησης της υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους των καταναλωτών. Επίσης, τεχνολογικές εξελίξεις και κυβερνητικές πολιτικές συνιστούν παράγοντες που μπορούν να προωθήσουν περαιτέρω την αποδοχή των ηλεκτρικών οχημάτων από το ευρύ κοινό, αλλά και τα δημόσια συστήματα μεταφοράς. Όμως, παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία ηλεκτρικών οχημάτων είναι διαθέσιμη εδώ και δεκαετίες, υπάρχουν σημαντικά μειονεκτήματα και προκλήσεις, κυρίως σε επίπεδο τεχνολογιών και ασφάλειας, που εμποδίζουν την ευρεία υποδοχή αυτών από μέρους των καταναλωτών. Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζονται τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων, οι ευκαιρίες που παρουσιάζονται για επέκταση της αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά και τα μειονεκτήματα που συνιστούν σημαντικές προκλήσεις στην ευρεία υιοθέτησή τους από το κοινό.

2.1 Πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων

Στην προσπάθεια για τη βελτίωση του περιβάλλοντος με τη χρήση βιώσιμης ενέργειας και την επίτευξη του στόχου των εκπομπών μηδενικού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), πολλές χώρες έχουν καθιερώσει πολιτικές και κανονισμούς για βιώσιμη ενέργεια. Η μεταφορά είναι υπεύθυνη για περίπου το ένα τέταρτο των άμεσων εκπομπών CO₂, και επομένως έχει σημαντική συνεισφορά στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Ο τομέας των μεταφορών αναγνωρίζει την ανάγκη μετάβασης από συμβατικά αυτοκίνητα καυσίμων σε οχήματα εναλλακτικών καυσίμων που είναι πιο οικολογικά φιλικά για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών από συμβατικά οχήματα. Ειδικότερα, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να εξοικονομήσουν έως και τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Ως αποτέλεσμα, για τις μελλοντικές απαιτήσεις

μεταφοράς, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θεωρούνται ως πιο βιώσιμη επιλογή από τα αυτοκίνητα μηχανών εσωτερικής καύσης (Lashgram & Alkaba, 2024).

Σε σύγκριση με τα συμβατικά οχήματα μηχανών εσωτερικής καύσης (ICEVs), οι ΗΕ έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) και τους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Επιπλέον, δεν εκπέμπονται ρύποι όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλες ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των οξειδίων του αζώτου, του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), των σωματιδίων (PM) και των υδρογονανθράκων μη μεθάνης (NMHC) (Lashgram & Alkaba, 2024).

Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής δεν είναι το μόνο πλεονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων που οδηγεί τις κυβερνήσεις, τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τους καταναλωτές να στραφούν στην ηλεκτροκίνηση. Τα ηλεκτρικά οχήματα δεν έχουν εκπομπές και επομένως συνιστούν μία πολλά υποσχόμενη λύση για τις μητροπολιτικές περιοχές με μειωμένη ποιότητα αέρα. Επιπρόσθετα, εάν η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται με βάση μη ορυκτές πηγές, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μειώνουν την εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα, γεγονός που προκαλεί σήμερα μεγάλα ελλείμματα εξωτερικού εμπορίου σε πολλές χώρες. Περαιτέρω, ορισμένες χώρες έχουν επενδύσει στην ηλεκτροκίνηση προκειμένου να ενισχύσουν τη διεθνή ανταγωνιστικότητα των αυτοκινητοβιομηχανιών τους (Altenburg et al., 2016).

2.2 Ευκαιρίες επέκτασης της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων

Για να μειώσουν την ποσότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, οι κυβερνήσεις πολλών χωρών έχουν εφαρμόσει αυστηρούς κανονισμούς για τις εκπομπές των οχημάτων. Για παράδειγμα, το 2022, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε κανονισμό για τη μείωση των εκπομπών CO₂ των ελαφρών και μεσαίων επαγγελματικών οχημάτων κατά 15% πριν από το 2025. Το Υπουργείο Πετρελαίου της Ινδίας έδωσε εντολή σε όλους τους κατασκευαστές αυτοκινήτων να ξεκινήσουν την παραγωγή

οχημάτων BS-VI μετά την 1η Απριλίου 2020. Η απόφαση είχε στόχο τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη χώρα. Αυτά τα αυστηρά βήματα που λαμβάνονται από διάφορους ρυθμιστικούς φορείς για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αναμένεται να τονώσουν την ανάπτυξη του κλάδου των ηλεκτρικών οχημάτων τα επόμενα χρόνια (Fortune Business Insight, 2025).

Οι αυστηροί κυβερνητικοί κανονισμοί για τις εκπομπές αερίων οχημάτων μαζί με μείωση του κόστους των μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων και αύξηση του κόστους καυσίμου αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που αναμένεται να καθοδηγήσουν την αγορά. Περαιτέρω, η αυξανόμενη υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων σε κυβερνητικούς και εμπορικούς τομείς αναμένεται να οδηγήσει την αγορά. Για παράδειγμα, το 2020, η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου ενέκρινε 200 ηλεκτρικά λεωφορεία με φιλοδοξία να γίνουν όλα τα λεωφορεία πλήρως ηλεκτρικά μέχρι το 2025, κάτι που θα μπορούσε να εξοικονομήσει σχεδόν 7.400 τόνους CO₂ κάθε χρόνο. Επιπλέον, μέσω άμεσων επενδύσεων, η Καλιφόρνια και μερικές άλλες περιφέρειες των ΗΠΑ προωθούν την κατασκευή της υποδομής που απαιτείται για ηλεκτρικά οχήματα. Το μεγαλύτερο δίκτυο ανεφοδιασμού με υδρογόνο στη Βόρεια Αμερική έχει υποστηριχθεί από την Επιτροπή Ενέργειας της Καλιφόρνια (CEC) με περισσότερα από 125 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ για 62 δημόσιους σταθμούς ως μέρος της φιλοδοξίας της πολιτείας να δημιουργήσει 200 σταθμούς έως το 2025. Οι επενδύσεις έχουν επικεντρωθεί κυρίως στην LDV υποδομή ανεφοδιασμού έως το 2020. Σχέδιο διάθεσης έως και 115 εκατομμυρίων ΗΠΑ επιπλέον για ανεφοδιασμό με υδρογόνο Η υποδομή, συμπεριλαμβανομένης της τροφοδοσίας για φορτηγά μεσαίου και βαρέως τύπου, εγκρίθηκε ήδη από τον Δεκέμβριο του 2020 (Precedence Research, 2025).

Εκτός των ανωτέρω, η αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων είναι πιθανό να επηρεαστεί θετικά από την πρόσφατη τάση των αυτοοδηγούμενων οχημάτων. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία που αφορά την αυτόνομη οδήγηση θα αυξήσει τη ζήτηση για ηλεκτρικά αυτοκίνητα, μακροπρόθεσμα, λόγω των πλεονεκτημάτων της μειωμένης απειλής

ατυχημάτων, της εύκολης χρήσης και της παρουσίας χαρακτηριστικών προστιθέμενης αξίας (Precedence Research, 2025). Σύμφωνα και με τους Singh et al. (2023), τα αυτόνομα οχήματα μπορούν να προωθήσουν την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Ειδικότερα, τα αυτόνομα οχήματα μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση της μπαταρίας και τη διάρκεια ζωής των ηλεκτρικών οχημάτων βελτιστοποιώντας τους κύκλους οδήγησης και την ανάκτηση ενέργειας κατά την αναγεννητική πέδηση, γεγονός που θα μετριάσει ορισμένους από τους περιορισμούς των ηλεκτρικών οχημάτων. Από την άλλη πλευρά, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να επιλύσουν τα ζητήματα των αυξημένων εκπομπών και του λειτουργικού κόστους των αυτόνομων οχημάτων. Λόγω του χαμηλού λειτουργικού τους κόστους, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν επίσης να μειώσουν το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας των αυτόνομων ηλεκτρικών οχημάτων.

Άλλες μελέτες επίσης τονίζουν πως, οι κυβερνητικές πολιτικές, τα οικονομικά κίνητρα, οι τεχνολογικές εξελίξεις και η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για περιβαλλοντικά ζητήματα επιταχύνουν την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων (Grand View Research, 2024; Fortune Business Insight, 2025; Precedence Research, 2025). Πολλές χώρες εφαρμόζουν αυστηρούς κανονισμούς εκπομπών και παρέχουν επιδοτήσεις, φορολογικά οφέλη και άλλα κίνητρα (π.χ. υποδομή φόρτισης) τόσο στους καταναλωτές όσο και στους κατασκευαστές, ενθαρρύνοντας τη στροφή από οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης σε ηλεκτρικές εναλλακτικές λύσεις. Επιπλέον, οι εξελίξεις στην τεχνολογία των μπαταριών ενισχύουν σημαντικά την εμβέλεια, την απόδοση και την οικονομική προσιτότητα των ηλεκτρικών οχημάτων. Καινοτομίες όπως οι μπαταρίες στερεάς κατάστασης και οι βελτιώσεις στις μπαταρίες ιόντων λιθίου μειώνουν το κόστος και αυξάνουν την ενεργειακή πυκνότητα, καθιστώντας τα ηλεκτρικά οχήματα πιο ελκυστικά για τους καταναλωτές (Grand View Research, 2024; Fortune Business Insight, 2025).

Η μείωση του κόστους των ηλεκτρικών οχημάτων αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα που αναμένεται να ενθαρρύνει την πιο ευρεία αποδοχή των ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους των καταναλωτών. Η τιμή των μπαταριών, που αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό

μέρος του κόστους κατασκευής των ηλεκτρικών οχημάτων, έχει μειωθεί με την πάροδο του χρόνου. Η μέση τιμή των πακέτων μπαταριών ιόντων λιθίου μειώθηκε κατά 89% από 1.200 \$ ανά kWh σε 132 \$ ανά kWh σε μια δεκαετία (2011-2021). Αυτή η τιμή είναι κοντά στο όριο των 100 \$ ανά kWh που θα επέτρεπε στα ηλεκτρικά οχήματα να τιμολογούνται παρόμοια με τα οχήματα με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Επιπλέον, η μέση τιμή των νέων αυτοκινήτων αυξήθηκε κατά 2,2% μεταξύ 2020 και 2021, ενώ το κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων μειώθηκε κατά 10,8% (Precedence Research, 2025).

2.3 Μειονεκτήματα και προκλήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων

Η ηλεκτροδότηση των ηλεκτρικών οχημάτων είναι κρίσιμη στην προσπάθεια μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και τη ρύπανση. Ωστόσο, οι υπάρχουσες τεχνολογίες ηλεκτρικών οχημάτων έχουν σημαντικά μειονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένων των σύντομων σειρών, των μεγάλων περιόδων φόρτισης, των βραχυπρόθεσμων στοιχείων ζωής, του υψηλού κόστους και ορισμένων ανησυχιών για την ασφάλεια, οι οποίες πρέπει να λυθούν εάν τα ηλεκτρικά οχήματα πρέπει να υιοθετηθούν ευρέως (Zhou, Ou & Zhang, 2013; Lashari et al., 2021).

Οι τεχνολογίες μπαταριών αντιμετωπίζουν επί του παρόντος προκλήσεις που σχετίζονται με την ενεργειακή πυκνότητα, τη γρήγορη φόρτιση, την ασφάλεια, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση. Καθώς τα βενζινοκίνητα οχήματα αντικαθίστανται σταδιακά από ηλεκτρικά, η αυξημένη ζήτηση για μπαταρίες αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην ευρεία υιοθέτηση αυτών. Επιπρόσθετα, η τρέχουσα τεχνολογία μπαταριών έχει περιορισμούς παρά τις σημαντικές προόδους. Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα λόγω του χαμηλότερου ενεργειακού περιεχομένου των μπαταριών, το οποίο επηρεάζει την αυτονομία οδήγησης. Οι ζεστές καιρικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση και τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Επιπλέον, η φόρτιση των μπαταριών διαρκεί πολύ περισσότερο από τον ανεφοδιασμό ενός οχήματος με συμβατικά καύσιμα (Liu, Placke & Chau, 2022; Qadir et al., 2024). Εκτός

από το ζήτημα που σχετίζεται με τη θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα πρώτων υλών για τις μπαταρίες αποτελεί επίσης ανησυχία για την ευρύτερη υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Το λίθιο, το κοβάλτιο, το νικέλιο, το μαγγάνιο και το αλουμίνιο είναι βασικά συστατικά στις περισσότερες χημικές μπαταρίες για ηλεκτρικά οχήματα. Τα αποθέματα λιθίου είναι σχετικά άφθονα, αλλά υπάρχουν ανησυχίες για τη συγκέντρωση των αποθεμάτων σε λίγες χώρες, κυρίως στη Νότια Αμερική. Το κοβάλτιο και το νικέλιο είναι λιγότερο άφθονο και μπορεί να υπόκεινται σε ζητήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας και αστάθεια των τιμών (Fotouhi et al., 2016; Qadir et al., 2024).

Προκλήσεις ενέχει και η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης. Υπάρχουν υλικοτεχνικά εμπόδια όσον αφορά τον εντοπισμό κατάλληλων τοποθεσιών, την απόκτηση των απαραίτητων αδειών και τη διασφάλιση σταθερής παροχής ρεύματος. Επιπλέον, οι ρυθμιστικές προκλήσεις μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από τη μια περιοχή στην άλλη, καθιστώντας απαραίτητη την πλοήγηση σε περίπλοκες νομικές και διοικητικές διαδικασίες. Η ιδιοκτησία και η λειτουργία της υποδομής φόρτισης προσδιορίζεται επίσης ως πιθανό εμπόδιο. Οι κρατικοί ή ιδιωτικοί φορείς ενδέχεται να είναι απρόθυμοι να επενδύσουν και να λειτουργήσουν αυτούς τους σταθμούς λόγω ανησυχιών σχετικά με την κερδοφορία και το κόστος συντήρησης. Εκτός από την υποδομή φόρτισης, ενδέχεται να υπάρχουν και άλλες προκλήσεις υποδομής, όπως η ανάγκη για αναβαθμίσεις στο ηλεκτρικό δίκτυο για την αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης από τα ηλεκτρικά οχήματα (Qadir et al., 2024). Η χρήση σταθμών φόρτισης από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκτός δικτύου θα αντισταθμίσει τυχόν ελλείψεις που ενδέχεται να εμφανιστούν στα τοπικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας (Kumar et al., 2023), αλλά αυτό μπορεί και πάλι να επιφέρει προκλήσεις που σχετίζονται με τις υποδομές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Περαιτέρω, δεν έχουν βρει όλες οι μελέτες σημαντική συνεισφορά των ηλεκτρικών οχημάτων στη μείωση των εκπομπών CO₂. Για παράδειγμα, στη μελέτη των Huo et al. (2010) αναφέρεται ότι η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων δεν μειώνει τις εκπομπές CO₂ επί

του παρόντος, αλλά μεγαλύτερη μείωση του CO₂ θα μπορούσε να αναμένεται στο μέλλον, εάν βελτιωθούν οι τεχνολογίες καύσης άνθρακα ή μειωθεί το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα. Οι Doucette και McCulloch (2011) προσομοίωσαν τις εκπομπές CO₂ των BEV σε συνδυασμό με δεδομένα σχετικά με την ένταση CO₂ του μείγματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορες χώρες. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι για την Κίνα, την Ινδία και άλλες χώρες με παρόμοια υψηλή ένταση CO₂ - εκτός εάν η παραγωγή ενέργειας καταστεί λιγότερο εντάσεως CO₂ - τα BEV δεν θα είναι σε θέση να προσφέρουν σημαντική μείωση στις εκπομπές CO₂ και η αύξηση στη διείσδυση των BEV θα μπορούσε πράγματι να οδηγήσει σε υψηλότερες εκπομπές CO₂.

Η έλλειψη υποδομής φόρτισης, οι διακυμάνσεις στα ρυθμιστικά πλαίσια και η έλλειψη τυποποίησης είναι ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες που εμποδίζουν την ανάπτυξη της αγοράς. Επίσης, διαφορετικές περιοχές, όπως η Κίνα, η Ευρώπη, οι ΗΠΑ, η Ιαπωνία, η Κορέα και άλλες, έχουν διαφορετικά πρότυπα για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων. Η μη ύπαρξη τυποποίησης μεταξύ των εθνών μπορεί να επηρεάσει τις συνδέσεις των σταθμών φόρτισης και να εμποδίσει την επέκταση της αγοράς. Η χρήση πολλών προτύπων φόρτισης παγκοσμίως δημιουργεί ένα εμπόδιο στην εναρμόνιση των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Ορισμένοι κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων, όπως η Tesla Inc., εστιάζουν στην παγκόσμια τυποποίηση της υποδομής φόρτισης για να ξεπεράσουν αυτό το μειονέκτημα (Precedence Research, 2025). Παράλληλα, το υψηλό κόστος κατασκευής, η δομή φόρτισης και τα έξοδα συντήρησης συνιστούν επιπρόσθετα μειονεκτήματα (Precedence Research, 2025). Το κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο των συμβατικών αυτοκινήτων που κινούνται με ορυκτά καύσιμα. Αυτό οφείλεται στο ότι τα ηλεκτρικά οχήματα δεν έχουν ακόμη επιτύχει οικονομίες κλίμακας καθώς δεν παράγονται μαζικά. Οι κατασκευαστές χρειάζονται επίσης πολλές επενδύσεις και περιουσιακά στοιχεία, τα οποία μπορεί να εμποδίσουν την πρόοδο της αγοράς (Fortune Business Insight, 2025).

Ταυτόχρονα, η επιτυχία των ηλεκτρικών οχημάτων αμφισβητήθηκε από τα προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας λόγω της πανδημίας, αλλά και τις αυξήσεις των τιμών των χύδην υλικών, φέρνοντας τις ανησυχίες της προσφοράς στην κορυφή της ατζέντας τόσο για την κυβέρνηση όσο και για τη βιομηχανία. Το 2021, η τιμή του χάλυβα αυξήθηκε κατά 100%, του αλουμινίου περίπου 70% και του χαλκού περισσότερο από 33%, επηρεάζοντας τόσο τα συμβατικά όσο και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, οι πρόσθετες προκλήσεις τέθηκαν από αυξημένες τιμές για τα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή μπαταριών: η τιμή του ανθρακικού λιθίου αυξήθηκε κατά 150% ετησίως, του γραφίτη κατά 15% και του νικέλιου κατά 25%. Αρκετές αυτοκινητοβιομηχανίες αντιμετώπισαν επίσης ελλείψεις μικροτσιπ. Η έλλειψη συνιστά ένα σημαντικό πρόβλημα για τα ηλεκτρικά οχήματα, τα οποία απαιτούν περίπου δύο φορές περισσότερα τσιπ ως ισοδύναμα συμβατικά οχήματα, κυρίως λόγω πρόσθετων στοιχείων ηλεκτρονικών ισχύος (Paoli & Gül, 2022).

Οι Altenburg et al. (2016) επισημαίνουν τέσσερις προκλήσεις προς τον μετασχηματισμό της ηλεκτροκίνησης. Η πρώτη αναφέρεται σε πολλά τεχνικά προβλήματα που δεν έχουν ακόμη επιλυθεί. Μεταξύ αυτών η αποθήκευση ενέργειας είναι το μεγαλύτερο. Η βενζίνη μπορεί να αποθηκευτεί σε δεξαμενές, ενώ δεν υπάρχει ακόμη μια αποτελεσματική λύση για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μπαταρίες που χρειάζονται για τα BEV, REEV και PHEV είναι βαριές, ακριβές και παρέχουν μικρή εμβέλεια οδήγησης. Η φόρτιση διαρκεί σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα και ενώ η γρήγορη φόρτιση είναι δυνατή, έχει υψηλό κόστος όσον αφορά τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Δεύτερον, είναι δύσκολο να προβλεφθεί πόσο γρήγορα θα ωριμάσουν οι εναλλακτικές τεχνολογίες σε σχέση με την ηλεκτρική οδήγηση με μπαταρία. Αυτό αφορά τις κυψέλες καυσίμου και το μεθάνιο ως εναλλακτικές οδούς. Στην πραγματικότητα, οι σταδιακές βελτιώσεις των κινητήρων εσωτερικής καύσης, συμπεριλαμβανομένων εξελιγμένου άμεσου ψεκασμού, στροβιλοσυμπιεστών, συμπιεστών, τεχνολογίας start-stop και ήπιων μορφών υβριδισμού, όπως συστήματα ανάκτησης ενέργειας πέδησης, προχωρούν με ταχείς

ρυθμούς διεθνώς. Άλλωστε, σύμφωνα με το λεγόμενο φαινόμενο «sailing ship», η ταχύτητα της καινοτομίας στις κατεστημένες τεχνολογίες μερικές φορές επιταχύνεται όταν αμφισβητείται από ένα αναδυόμενο νέο παράδειγμα. Ως αποτέλεσμα, η επιτυχία της παλιάς τεχνολογίας κινητήρων εσωτερικής καύσης στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών CO₂ μειώνει την πίεση για την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Τρίτον, οι καταναλωτές δεν είναι εξοικειωμένοι με τα ηλεκτρικά οχήματα. Σε αυτό συμβάλει και το ότι τα αυτοκίνητα δεν είναι απλά λειτουργικά μέσα μεταφοράς: συμβολίζουν την κοινωνική θέση, προσφέρουν οδηγική απόλαυση και οι συνήθειες μετακίνησης είναι βαθιά εδραιωμένες στους εθνικούς πολιτισμούς. Τέταρτον, πολλά εξαρτώνται από τον τρόπο με τον οποίο θα διαμορφωθούν τα πλαίσια πολιτικής στο μέλλον. Είναι δύσκολο να προβλεφθεί, για παράδειγμα, πόσο γρήγορα θα γίνουν αυστηρότερα τα πρότυπα εκπομπών διεθνώς, σε ποιο βαθμό οι διαφορετικές δικαιοδοσίες θα φορολογήσουν (ή θα μειώσουν τις επιδοτήσεις για) τα ορυκτά καύσιμα και εάν και πότε θα δημιουργηθούν αποτελεσματικές αγορές άνθρακα. Ομοίως, ορισμένες κυβερνήσεις επιδοτούν την αγορά οχημάτων χαμηλών εκπομπών άνθρακα, χρηματοδοτούν E&A ή χρησιμοποιούν συστήματα δημόσιων προμηθειών για να ενθαρρύνουν την ηλεκτροκίνηση ενώ άλλες όχι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Οι αντιλήψεις των οδηγών μπορεί να επηρεάσουν τις πολιτικές προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Επίσης, η πρόθεση των οδηγών να αποκτήσουν ένα ηλεκτρικό όχημα και να καταβάλουν υψηλότερο ποσό επηρεάζει δυναμική της αγοράς που σχετίζεται με την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Για τον λόγο αυτό είναι σημαντικό να μελετηθούν οι γνώσεις, οι αντιλήψεις, οι στάσεις των ατόμων έναντι των ηλεκτρικών οχημάτων. Σε αυτό το κεφάλαιο, επομένως, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα συναφών μελετών.

3.1 Υποδομές

Η διαθεσιμότητα υποδομής φόρτισης έχει αναγνωριστεί ως κρίσιμος παράγοντας στην ευρεία υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Συγκεκριμένα, υπάρχει μια τάση προς την υψηλότερη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς η υποδομή φόρτισής τους γίνεται ευρύτερα διαθέσιμη. Η υποδομή φόρτισης μπορεί να ταξινομηθεί σε διάφορες κατηγορίες, όπως η ισχύς φόρτισης (αναφέρεται στον ρυθμό με τον οποίο μπορεί να αναπληρωθεί η μπαταρία ενός ηλεκτρικού οχήματος), η προσβασιμότητα (διαθεσιμότητα υποδομής φόρτισης) και η στρατηγική (περιλαμβάνει παράγοντες όπως η τιμολόγηση, η διαλειτουργικότητα και η έξυπνη χρέωση) φόρτισης. Καθεμία από αυτές τις πτυχές έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ευκολία και τη σκοπιμότητα της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων, η οποία, με τη σειρά της, επηρεάζει τον ρυθμό με τον οποίο υιοθετούνται τα ηλεκτρικά οχήματα από τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις (Qadir et al., 2024).

Οι Taalbi και Nielsen (2021) τονίζουν ότι οι επενδύσεις μεγάλης κλίμακας σε υποδομές είναι κρίσιμες για την επίτευξη βιώσιμων κοινωνικο-τεχνολογικών μεταβάσεων και προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Επί παραδείγματι, οι Vergis και Chen (2015) σε

έρευνα τους στις ΗΠΑ διαπίστωσαν ότι ο αριθμός των κατά κεφαλήν σταθμών φόρτισης συνδέεται σημαντικά με το μερίδιο αγοράς αυτών των οχημάτων. Οι Figenbaum, Assum & Kolbenstvedt (2015) στη Νορβηγία βρήκαν πως μια δημόσια υποστηριζόμενη επέκταση των σταθμών φόρτισης οδήγησαν σε μία πιο ευρεία αποδοχή αυτών των οχημάτων από μέρους των καταναλωτών. Οι Schulz και Rode (2022) επίσης αναφέρουν πως η αύξηση της δημόσιας υποδομής φόρτισης στη Νορβηγία οδηγεί στην υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων με μπαταρία. Παρομοίως σε μελέτη στην Κίνα διαπιστώθηκε πως η κατασκευή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων είναι ένας σημαντικός τρόπος για τις κυβερνήσεις να προωθήσουν την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων (Ma & Fan, 2020). Μία μακροχρόνια αλληλεπίδραση μεταξύ ιδιωτικών επιχειρήσεων, δημόσιων αρχών και μη κυβερνητικών οργανώσεων σε συνδυασμό με ένα φορολογικό σύστημα που δίνει στις αρχές την ευκαιρία να επηρεάσουν την αγορά οχημάτων και να αντισταθμίσουν τις προκλήσεις μάρκετινγκ που σχετίζονται με την τιμή, υποστήριξαν την αποδοχή των ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους του κοινού στη Νορβηγία (Figenbaum et al., 2015).

Από την άλλη πλευρά, ωστόσο, μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι η χρέωση και η διαθεσιμότητα σταθμών φόρτισης έχει προκαλέσει σημαντική ανησυχία για τους πιθανούς αγοραστές, παρεμποδίζοντας την ταχύτερη υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Επί παραδείγματι, σε έρευνα των Haustein, Jensen και Cherchi (2021) στη Δανία και τη Σουηδία διαπιστώθηκε πως υπήρξε σημαντική επίδραση των νέων γρήγορων φορτιστών στη Δανία, αλλά όχι στη Σουηδία, ενώ το αντίθετο συνέβη στην περίπτωση των ενημερωτικών εκστρατειών. Επίσης υπήρξε μια πιο αρνητική αξιολόγηση και υψηλότερη αβεβαιότητα σχετικά με την πολιτική υποστήριξη των σταθμών φόρτισης από τους Δανούς. Η συμβατότητα στον τρόπο ζωής και οι συμβολικές συμπεριφορές ήταν σημαντικές για την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων και στις δύο χώρες. Για διασυννοριακά ταξίδια, ο πιο σχετικός παράγοντας ήταν αν οι οδηγοί κατείχαν ένα Tesla ή όχι, αντανακλώντας την καλύτερη περιοχή οδήγησης και την ταχεία υποδομή

φόρτισης. Η αύξηση της υποδομής, η σαφής πολιτική και το συμβολικό μάρκετινγκ συνολικά βρέθηκε ότι αποτελούν τρόπους αύξησης της υιοθέτησης των ηλεκτρικών οχημάτων.

3.2 Κόστος και περιβαλλοντική ευαισθησία

Περαιτέρω, οι Qadir et al. (2024) έχουν τονίσει πως το κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων, όπως και το περιορισμένο εύρος μοντέλων προς επιλογή από μέρος των καταναλωτών, συνιστούν εμπόδια στην απόκτηση ηλεκτρικού οχήματος. Σε μελέτη των Ali και Naushad (2022) στην Ινδία διαπιστώθηκε ότι η τιμολόγηση έχει σημαντικό αντίκτυπο στην υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων από μέρος του κοινού. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες των ατόμων συνδυαστικά με την τιμή επηρεάζουν την πρόθεσή τους να αποκτήσουν ηλεκτρικά οχήματα. Σε μελέτη των Heynaert et al. (2015) στη Φλάνδρα διαπιστώθηκε πως οι ερωτηθέντες είχαν μια μέτρια θετική στάση απέναντι στην ηλεκτρική κινητικότητα. Το χαμηλό κόστος ανά χιλιόμετρο και η περιβαλλοντική φιλικότητα αναφέρθηκαν ως σημαντικά πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων, με τους καταναλωτές με πιο θετική στάση να αντιμετωπίζουν τον περιβαλλοντικό χαρακτήρα ως μεγαλύτερο πλεονέκτημα. Κύριο μειονέκτημα ωστόσο είναι η υψηλή τιμή αγοράς και καταναλωτές με πιο θετική στάση απέναντι στο περιβάλλον ήταν πιο πρόθυμοι να πληρώσουν παραπάνω. Η έρευνα των Das, Srinivasan και Dhankar (2011) στην Ινδία βρήκε ότι παρά το γεγονός ότι είναι ευαίσθητοι στις τιμές, οι Ινδοί καταναλωτές είναι πρόθυμοι να πληρώσουν ένα υψηλότερο ποσό για την απόκτηση αυτού του φιλικού προς το περιβάλλον αυτοκινήτου. Οι Thananusak et al. (2017) διερεύνησαν τους παράγοντες που επηρέασαν την πρόθεση καταναλωτών να αγοράσουν ηλεκτρικά οχήματα στην Ταϊλάνδη διαπιστώνοντας ότι οι παράγοντες απόδοσης, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και τα ασφάλιστρα των τιμών συσχετίζονται σημαντικά με την πρόθεση των οδηγών να αγοράσουν ένα ηλεκτρικό όχημα. Οι Bauer, Menrad και Decker (2014) εξέτασαν τις απόψεις φοιτητών στη Γερμανία για την πιθανή αγορά ενός

ηλεκτρικού οχήματος, διαπιστώνοντας μία προτίμηση για τα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων με ηλεκτρικό σύστημα κίνησης (ηλεκτρικά μπαταριών και υβριδικά). Οι περιβαλλοντικές στάσεις ήταν σημαντικότερες από την κατάσταση και το κύρος των αυτοκινήτων για όσους είχαν πιο θετική στάση.

Οι Jensen, Cherchi και Mabit (2013) σε έρευνά τους σε Δανούς καταναλωτές κατέδειξε ότι προτιμήσεις των ατόμων αλλάζουν σημαντικά μετά από μια πραγματική εμπειρία με ένα ηλεκτρικό όχημα. Συγκεκριμένα, υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στις προτιμήσεις για το εύρος οδήγησης, την κορυφαία ταχύτητα, το κόστος καυσίμου, τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και τη φόρτιση σε κέντρα πόλεων και σταθμούς αμαξοστοιχίας. Οι συγγραφείς βρήκαν ακόμα ότι η περιβαλλοντική ανησυχία έχει θετική επίδραση στην προτίμηση των ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά η ίδια η στάση και η επίδρασή της στην επιλογή του οχήματος δεν αλλάζει στη βάση της εμπειρίας των οδηγών. Η εμπειρία των οδηγών έχει αναφερθεί συνδυαστικά με άλλους παράγοντες ως σημαντική της αποδοχής ή μη ηλεκτρικών οχημάτων. Μεταξύ των χαρακτηριστικών της ηλεκτρικής κινητικότητας, η ικανότητα του οχήματος και του πλέγματος και ο χρόνος φόρτισης είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες αποδοχής και απόκτησης ενός ηλεκτρικού οχήματος, βάσει της έρευνας των Chen et al. (2020). Στην ίδια μελέτη διαπιστώθηκε ακόμα ότι η οικονομία καυσίμου, η οικονομική αποταμίευση και η περιβαλλοντική αξία ήταν οι ισχυρότεροι προγνωστικοί παράγοντες στην απόκτηση ενός ηλεκτρικού οχήματος. Το εύρος οδήγησης κατατάχθηκε λιγότερο κρίσιμος παράγοντας για τους πρώην ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων σε σύγκριση με τους υφιστάμενους ιδιοκτήτες. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας κατατάχθηκε πιο σημαντική για τους συμβατικούς ιδιοκτήτες οχημάτων καυσίμων από τους σημερινούς και πρώην ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων. Τέλος, οι πρώην ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων θεωρούσαν ότι το όχημα-σε-πλέγμα είναι πιο σημαντικό από τους σημερινούς ιδιοκτήτες και τους ιδιοκτήτες συμβατικών αυτοκινήτων.

Η έλλειψη περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης όταν συνδυάζεται με την έλλειψη πληροφόρησης για τα ηλεκτρικά οχήματα μεγεθύνουν το πρόβλημα. Όσο πιο περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένος είναι ένας καταναλωτής, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να επιλέξει μια τεχνολογία ή ένα προϊόν που είναι λιγότερο επιβλαβές για το περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένοι καταναλωτές δίνουν προτεραιότητα σε προϊόντα που έχουν μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα. Παραδοσιακά, ο τομέας των μεταφορών έχει συνδεθεί μόνο με ορυκτά καύσιμα, αλλά αυτό αποτελεί μία εσφαλμένη αντίληψη που προκύπτει λόγω της απουσίας ευκαιριών εκπαίδευσης και κατάρτισης για το ευρύ κοινό, καθώς και για τεχνικούς και μηχανικούς αυτοκινήτων. Αυτή η έλλειψη εκπαίδευσης μπορεί να οδηγήσει σε αβεβαιότητα και απροθυμία μεταξύ των καταναλωτών που ανησυχούν για την εξυπηρέτηση και τη συντήρηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Ως εκ τούτου, χωρίς επαρκή εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση, η επίτευξη μαζικής υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων παραμένει μια πρόκληση, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες (Singh, Singh & Vaibhav, 2020; Patyal, Kumar & Kushwah, 2021; Qadir et al., 2024).

3.3 Δημογραφικά στοιχεία καταναλωτών

Εκτός των ανωτέρω, έχει εξεταστεί και η επίδραση των δημογραφικών στοιχείων των καταναλωτών. Οι Lashram και Alkaba (2024) διεξήγαγαν μία μελέτη σε 655 οδηγούς στη Σαουδική Αραβία για τον προσδιορισμό παραγόντων που επηρεάζουν τις αντιλήψεις τους για την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Διαπιστώθηκε μια σημαντική ανισότητα μεταξύ των φύλων στις αντιλήψεις για ανεπαρκή γνώση ως προς τα ηλεκτρικά οχήματα. Παράλληλα, οι οδηγοί που είναι απόφοιτοι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανησυχία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αναζητούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα και είναι πρόθυμοι να πληρώσουν περισσότερα για ένα ηλεκτρικό όχημα. Οι άντρες νεαρής ηλικίας έχει βρεθεί πως είναι πιο πρόθυμοι να αποκτήσουν ένα ηλεκτρικό όχημα σε μελέτη των Ali και Naushad (2022)

στην Ινδία. Αντίθετα, άλλες μελέτες (Axsen et al., 2016; Hardman et al., 2016; Vassileva & Campillo, 2017) υποδηλώνουν ότι οι άντρες μεγαλύτερης ηλικίας μπορεί να είναι πιο ικανοί να χρηματοδοτήσουν τα υψηλότερα εκ των προτέρων έξοδα των ηλεκτρικών οχημάτων λόγω των υψηλότερων αμοιβών / κερδών τους και της συσσώρευσης κεφαλαίου κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Οι Chen et al. (2020) σε μελέτη τους στη Δανία, τη Φινλανδία, την Ισλανδία, τη Νορβηγία και τη Σουηδία βρήκαν πως νεαροί άντρες, με υψηλότερο εισόδημα, μεγαλύτερο αριθμό παιδιών και που είχαν εμπειρίες με ηλεκτρικά οχήματα και έχουν αξίες βιωσιμότητας, είναι περισσότερο πιθανό να αποκτήσουν ένα ηλεκτρικό όχημα.

Πολιτισμικά και ψυχολογικά εμπόδια επίσης έχουν τονιστεί στη βιβλιογραφία. Οι άνθρωποι έχουν μια ισχυρή συναισθηματική σύνδεση με τα παραδοσιακά βενζινοκίνητα αυτοκίνητά τους. Για πολλούς, η μετάβαση σε νέα και άγνωστη τεχνολογία μπορεί να αντιμετωπίσει αντίσταση λόγω πολιτισμικής αδράνειας και ψυχολογικής αντίστασης, ακόμα κι αν τα πρακτικά οφέλη είναι εμφανή (Altenburg et al., 2016; Qadir et al., 2024).

3.4 Λοιποί παράγοντες

Επιπρόσθετα, άλλες μελέτες έχουν επισημάνει την ύπαρξη και άλλων εμποδίων που σχετίζονται με νομικούς και τεχνολογικούς παράγοντες, συνδυαστικά με την αντιλαμβανόμενη αξία των ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους των καταναλωτών. Οι περιβαλλοντικές και οικονομικές αντιλήψεις σχετικά με τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων ήταν οι ισχυρότεροι προγνωστικοί παράγοντες για την αγορά ενός τέτοιου οχήματος στην Κορέα, σύμφωνα με τη μελέτη των Lashari, Ko και Jang (2022). Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι τεχνολογικές ανησυχίες έχουν αρνητικές επιπτώσεις στις προθέσεις αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ επιπρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση αυτών των οχημάτων από μέρους των καταναλωτών είναι η συνειδητοποίηση των κυβερνητικών πολιτικών που προωθούν την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και η αντίληψη των χρηστών για τα οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων,

συμπεριλαμβανομένης της μείωσης του οικονομικού, περιβαλλοντικού και λειτουργικού κόστους.

Στην Ινδία διαπιστώθηκε από την ανασκόπηση των Goel et al. (2021) ότι το πρωταρχικό εμπόδιο στην υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων είναι η ασάφεια των κανονισμών που περιβάλλουν τη μετάβαση από οχήματα ορυκτών καυσίμων σε ηλεκτρικά, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών κινήτρων, των εκστρατειών ευαισθητοποίησης και της υφιστάμενης υποδομής. Από την άλλη πλευρά, η μελέτη κατέδειξε ότι η τιμολόγηση των ηλεκτρικών οχημάτων δεν αποτελεί σημαντικό ζήτημα και ότι οι καταναλωτές ανησυχούν περισσότερο για τη διαθεσιμότητα της υποστήριξης συντήρησης μετά την αγορά των οχημάτων. Στη μελέτη των Zhang et al. (2022) στην Κίνα καταδείχθηκε ότι οι φιλικές προς το περιβάλλον πληροφορίες και οι πληροφορίες για τις επιδόσεις τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων (πληροφορίες σχετικά με το κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, της λειτουργίας και της συντήρησης και τα χαρακτηριστικά του οχήματος, όπως η ταχύτητα, η φιλικότητα προς το χρήστη, η ενεργειακή απόδοση και η οδήγηση) σχετίζονται θετικά με την αντιληπτή αξία των καταναλωτών και την αντιληπτή εμπιστοσύνη τους σε αυτά τα οχήματα, με τις δύο τελευταίες μεταβλητές να συνδέονται θετικά με τις προθέσεις των καταναλωτών να αποκτήσουν ένα ηλεκτρικό όχημα. Ωστόσο, τα ανωτέρω εξαρτώνται από την ποιότητα των πληροφοριών. Η ποιότητα των πληροφοριών μετριάζει θετικά και ενισχύει τις σχέσεις μεταξύ των πληροφοριών που σχετίζονται με τα ηλεκτρικά οχήματα και της αντιληπτικής αξίας και της αντιληπτικής εμπιστοσύνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Από τα όσα προηγήθηκαν διαπιστώνεται πως αρκετοί παράγοντες είναι προσδιοριστικοί της αποδοχής των ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους των καταναλωτών. Για τον λόγο αυτό, πρωτοβουλίες και πολιτικές θα πρέπει να εστιάζουν στην άρση των εμποδίων και στην παροχή κινήτρων για την περαιτέρω προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων, σε μία προσπάθεια μείωσης των εκπομπών και αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Σχεδόν όλοι οι μεγάλοι κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων έχουν ανακοινώσει επενδυτικά σχέδια για να διασφαλίσουν ότι τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν ένα σημαντικό, αν όχι πλήρες, κομμάτι των χαρτοφυλακίων προϊόντων τους. Από την πλευρά τους, οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο (π.χ. Κίνα, Πολωνία, Ινδία, ΗΠΑ, κ.λπ.) έχουν χρησιμοποιήσει διάφορα μέτρα πολιτικής για να διευκολύνουν την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους του κοινού. Όμως, το χαμηλό ποσοστό κατόχων ηλεκτρικών οχημάτων, παρά την επέκταση της αγοράς, υποδηλώνει την αναγκαιότητα για περαιτέρω μέτρα. Στο κεφάλαιο αυτό κατατίθενται σχετικές προτάσεις.

4.1 Κυβερνητικές πρωτοβουλίες

Το πρώτο σημείο που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι κυβερνητικές πρωτοβουλίες και πολυμερής συνεργασία συνιστούν κρίσιμους παράγοντες της προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Ως παράδειγμα αναφέρεται η Πρωτοβουλία Ηλεκτρικών Οχημάτων (Electric Vehicles Initiative - EVI) είναι ένα φόρουμ πολιτικής για την πολιτική που ιδρύθηκε το 2010. Αναγνωρίζοντας τις ευκαιρίες που προσφέρει η ηλεκτρική κινητικότητα, η EVI είναι αφιερωμένη στην επιτάχυνση της υιοθέτησης των ηλεκτρικών οχημάτων παγκοσμίως. Η EVI διευκολύνει τις ανταλλαγές μεταξύ κυβερνητικών

υπευθύνων για τη χάραξη πολιτικής που δεσμεύονται να υποστηρίξουν την ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων και σε διάφορους εταίρους. Η πολυμερή φύση της, το άνοιγμα σε διάφορους ενδιαφερόμενους και η δέσμευση σε διαφορετικά επίπεδα διακυβέρνησης (από χώρα σε επίπεδο πόλης) προσφέρουν ευκαιρίες για ανταλλαγή πληροφοριών και για μάθηση από εμπειρίες που αναπτύχθηκαν από μια σειρά παραγόντων στη μετάβαση στην ηλεκτρική κινητικότητα. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας χρησιμεύει ως συντονιστής για να υποστηρίξει τις κυβερνήσεις των μελών της EVI σε αυτή τη δραστηριότητα. Οι κυβερνήσεις που δραστηριοποιούνταν στην EVI κατά την περίοδο 2020-2021 περιελάμβαναν τον Καναδά, τη Χιλή, τη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας, τη Φινλανδία, τη Γαλλία, τη Γερμανία, την Ινδία, την Ιαπωνία, τις Κάτω Χώρες, τη Νέα Ζηλανδία, τη Νορβηγία, την Πολωνία, Πορτογαλία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και Ηνωμένες Πολιτείες. Ο Καναδάς και η Κίνα είναι οι συν-επικεφαλής της πρωτοβουλίας (IEA, 2022).

Αν και πολλοί οδηγοί κατανοούν τα περιβαλλοντικά οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων, το υψηλότερο κόστος τους αποτρέπει από το να κάνουν τη μετάβαση. Όπως αναφέρεται και από τον Alfonso Martinez, Διευθύνων Σύμβουλο της ALD Automotive, απαιτείται μία κρατική πολιτική στήριξης των κατόχων ηλεκτρικών οχημάτων. Τα κρατικά κίνητρα, όπως οι χαμηλότεροι συντελεστές παροχών σε είδος για τα ηλεκτρικά οχήματα και ο μειωμένος ΦΠΑ για τη χρέωση φόρτισης ακόμα και στην οικία του κατόχου, είναι χρήσιμα, αλλά πρέπει να επεκταθούν. Η μείωση του ΦΠΑ στη δημόσια χρέωση, σε ευθυγράμμιση με το κόστος χρέωσης οικιακής φόρτισης, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά κίνητρα, ειδικά για τους οδηγούς χωρίς στάθμευση εκτός δρόμου. Περαιτέρω, απαιτείται μία σαφής πολιτική όσον αφορά στη φορολόγηση των οχημάτων, σε μία προσπάθεια ενθάρρυνσης των οδηγών να στραφούν στα ηλεκτρικά οχήματα (Motor Finance Online, 2024).

Σύμφωνα με τους Qadir et al. (2024) οι κυβερνήσεις και οι τοπικές αρχές μπορούν να προσφέρουν δημοσιονομικά κίνητρα με πολλές μορφές, όπως εκπτώσεις φόρου,

εκπτώσεις και επιχορηγήσεις για να ενθαρρύνουν ιδιώτες και επιχειρήσεις να επενδύσουν σε ηλεκτρικά οχήματα. Τα φορολογικά κίνητρα μπορούν να παρέχονται με διάφορες μορφές: κίνητρα για ανάπτυξη υποδομής φόρτισης υψηλής ισχύος στις οικίες/εγκαταστάσεις τους για αύξηση προσβασιμότητας, μείωση των εξόδων κατοχής ηλεκτρικών οχημάτων (π.χ. κρατικές επιδοτήσεις, μειώσεις στα τέλη ταξινόμησης οχημάτων), αύξηση κόστους που σχετίζεται με την κατοχή και τη λειτουργία οχημάτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης (π.χ. επιβολή υψηλότερων τελών ταξινόμησης, αύξηση των τιμών της βενζίνης επιβολή φόρων ειδικά για τα οχήματα αυτά). Υπό αυτό το πρίσμα είναι ζωτικής σημασίας να παρέχεται υποστήριξη σε άτομα με χαμηλό εισόδημα για να διασφαλιστεί ότι δεν επηρεάζονται δυσανάλογα από αυτές τις αλλαγές, διασφαλίζοντας τη συνολική ευημερία τους κατά τη μετάβαση προς ένα σύστημα ηλεκτροκίνησης μεταφορών. Επίσης σημαντικό είναι οι κυβερνήσεις να επεκτείνουν αυτά τα μέτρα και για τις επιχειρήσεις, όπως χαμηλότερα τέλη ταξινόμησης, φόρο εταιρικού αυτοκινήτου ή απαλλαγές από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης οχημάτων, απαλλαγή των ηλεκτρικών οχημάτων από τα τέλη στάθμευσης στις δημόσιες εγκαταστάσεις στάθμευσης ή η σταδιακή δημιουργία «πράσινων ζωνών» σε περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση. Τέλος, τα κίνητρα τόσο για οικιακούς όσο και για εμπορικούς χρήστες να εγκαταστήσουν ηλιακούς συλλέκτες ή να χρησιμοποιούν πράσινες πηγές ενέργειας μπορούν να αποτελέσουν μέρος της στρατηγικής για πράσινη μετάβαση.

Οι Srivastana et al. (2022) στη μελέτη τους ανέλυσαν διαφορετικά μοντέλα υπό ομοιόμορφες και διαφοροποιημένες φορολογικές πολιτικές με και χωρίς επιδότηση, χρησιμοποιώντας μια μη συνεργατική προσέγγιση της θεωρίας παιγνίων. Η ανάλυσή τους κατέδειξε ότι η κυβέρνηση μπορεί να ακολουθήσει τη διαφορετική φορολογία με και χωρίς επιδότηση, καθώς και την ίδια φορολογία με επιδότηση. Το κέρδος του κατασκευαστή, το δημόσιο εισόδημα και το πλεόνασμα των καταναλωτών για αυτά τα τρία μοντέλα είναι τα ίδια, ενώ η πράσινη ευαισθητοποίηση από μέρους των καταναλωτών μπορεί να ενισχύσει το θετικό αποτέλεσμα. Από περιβαλλοντική άποψη,

η επιβολή φόρου στα βενζινοκίνητα οχήματα χωρίς επιδότηση στον κατασκευαστή ελαχιστοποιεί τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αντίθετα, η επιβολή του ίδιου φόρου και για τους δύο τύπους οχημάτων χωρίς επιδότηση στον κατασκευαστή δημιουργεί τη μέγιστη συνολική περιβαλλοντική επίπτωση. Επιπλέον, η αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά μονάδα των οχημάτων προσελκύει υψηλότερους φόρους. Από την έρευνά τους οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι η αύξηση της διαφοράς κόστους μεταξύ ηλεκτροκίνητων οχημάτων και οχημάτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης αυξάνει τη ζήτηση για τα τελευταία και είναι επιζήμια για την αποδοχή των ηλεκτροκίνητων.

Η πρόοδος της τεχνολογίας των μπαταριών, η μείωση του χρόνου φόρτισης, η δημιουργία υποδομής γρήγορης φόρτισης και η μείωση των συνολικών εξόδων είναι ζωτικής σημασίας για την ευρύτερη υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Η επένδυση στην έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογίας μπορεί να οδηγήσει σε ανακαλύψεις, μειώνοντας το κόστος παραγωγής και βελτιώνοντας την απόδοση. Οι κυβερνήσεις μπορούν να παρέχουν επιχορηγήσεις για την προώθηση των συνεργασιών φορέων του κλάδου και της υποστήριξη της έρευνας και ανάπτυξης της τεχνολογίας μπαταριών, των λύσεων φόρτισης και άλλων κρίσιμων πτυχών της ανάπτυξης ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτή η στρατηγική όχι μόνο επιταχύνει την υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά επίσης προωθεί την καινοτομία και την οικονομική ανάπτυξη (Zhu et al., 2021; Qadir et al., 2024).

Στις ΗΠΑ τα αναθεωρημένα κριτήρια για το Clean Vehicle Tax Credit, παράλληλα με τις μειώσεις στις τιμές των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, σήμαιναν ότι ορισμένα δημοφιλή μοντέλα έγιναν επιλέξιμα για πίστωση το 2023. Οι πωλήσεις του Tesla Model Y, για παράδειγμα, αυξήθηκαν 50% σε σύγκριση με το 2022 αφού κατέστη επιλέξιμο για την πλήρη έκπτωση φόρου 7.500\$. Επίσης, τη διετία 2023-2024 τα επιχειρηματικά μοντέλα χρηματοδοτικής μίσθωσης επιτρέπουν στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να πληρούν τις προϋποθέσεις για εκπτώσεις φόρου, μία πολιτική που συμβάλει στη διαρκή ανάπτυξη

ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Στην Ινδία τα κίνητρα αγορών στο πλαίσιο του προγράμματος Faster Adoption and Manufacturing of Electric Vehicles (FAME II), τα κίνητρα από την πλευρά της προσφοράς στο πλαίσιο του συστήματος Production Linked Incentive (PLI), τα φορολογικά οφέλη και η εκστρατεία Go Electric συνέβαλαν στην ενίσχυση της ζήτησης τα τελευταία χρόνια (IEA, 2024).

Στην Ταϊλάνδη οι νέες επιδοτήσεις, συμπεριλαμβανομένης της εγχώριας κατασκευής μπαταριών, και οι χαμηλότεροι φόροι εισαγωγών και ειδικών φόρων κατανάλωσης, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη παρουσία των κινεζικών κατασκευαστών αυτοκινήτων, συνέβαλαν στην αύξηση πωλήσεων των ηλεκτρικών οχημάτων. Η χώρα στοχεύει να γίνει ένας σημαντικός κόμβος παραγωγής ηλεκτρικών οχημάτων για εγχώριες και εξαγωγικές αγορές και στοχεύει να προσελκύσει ξένες επενδύσεις ύψους 28 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ εντός τεσσάρων ετών, με τη στήριξη συγκεκριμένων κινήτρων για την ενίσχυση των επενδύσεων. Στη Μαλαισία η αύξηση των ηλεκτρικών οχημάτων οφείλεται σε πολιτικές που στοχεύουν σε φορολογικές ελαφρύνσεις και απαλλαγές από εισαγωγικούς δασμούς, καθώς και στην επιτάχυνση της ανάπτυξης της υποδομής φόρτισης (IEA, 2024).

Η Βραζιλία ξεκίνησε το 2023 το Πρόγραμμα Πράσινης Κινητικότητας και Καινοτομίας, το οποίο παρέχει φορολογικά κίνητρα στις εταιρείες να αναπτύξουν και να κατασκευάζουν τεχνολογία οδικών μεταφορών χαμηλών εκπομπών. Αρκετές μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες ήδη στη Βραζιλία αναπτύσσουν υβριδικά μοντέλα αιθανόλης-ηλεκτρικά. Η κινεζική BYD και η Great Wall σχεδιάζουν επίσης να ξεκινήσουν την εγχώρια κατασκευή, βασιζόμενη σε τοπικά κοιτάσματα μετάλλων μπαταριών και σχεδιάζουν να πουλήσουν τόσο πλήρως ηλεκτρικά όσο και υβριδικά μοντέλα αιθανόλης. Η BYD επενδύει πάνω από 600 εκατομμύρια δολάρια στο εργοστάσιό της ηλεκτρικών αυτοκινήτων στη Βραζιλία – το πρώτο της εκτός Ασίας – για ετήσια δυναμικότητα 150.000 οχημάτων. Η BYD συνεργάστηκε επίσης με την Raízen για την ανάπτυξη υποδομής φόρτισης σε οκτώ πόλεις της Βραζιλίας ξεκινώντας από το 2024. Η GM, από

την άλλη πλευρά, σχεδιάζει να σταματήσει την παραγωγή μοντέλων ICE (συμπεριλαμβανομένης της αιθανόλης) και να παράγει πλήρως ηλεκτρικά, κυρίως για να παράγει για εξαγωγικές αγορές. Το 2024, η Hyundai ανακοίνωσε επενδύσεις 1,1 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ έως το 2032 για την έναρξη της τοπικής κατασκευής ηλεκτρικών, υβριδικών και υδρογονοκίνητων αυτοκινήτων (IEA, 2024).

4.2 Πρωτοβουλίες αυτοκινητοβιομηχανίας

Οι κυβερνητικές πολιτικές παραμένουν η βασική κινητήρια δύναμη για τις παγκόσμιες αγορές ηλεκτρικών αυτοκινήτων, αλλά δεν θα πρέπει να παραβλέπονται και οι πρωτοβουλίες και ο δυναμισμός της αυτοκινητοβιομηχανίας, όπως καταδεικνύουν και τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι ανακοινώσεις, οι στόχοι και η παραγωγή νέων εξελιγμένων μοντέλων βοήθησαν στην ενίσχυση της άποψης ότι το μέλλον των αυτοκινήτων είναι ηλεκτρικό. Κατά τη διάρκεια του 2020 και του 2021, πολλές κυβερνήσεις έθεσαν στόχους για να καταργήσουν τις πωλήσεις αυτοκινήτων μηχανών εσωτερικού καύσης μέσα στις επόμενες δύο δεκαετίες, όπως και αρκετοί κατασκευαστές αυτοκινήτων. Η αμερικανική κυβέρνηση ανακοίνωσε τον Νοέμβριο του 2021 έναν φιλόδοξο στόχο ηλεκτροδότησης 50% για νέα αυτοκίνητα μέχρι το 2030, υποστηριζόμενο από την ανακοίνωση της εγκατάστασης 500.000 σημείων χρέωσης για την αύξηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών. Στην Ευρώπη, η Επιτροπή της ΕΕ πρότεινε να μηδενίσει το πρότυπο εκπομπών CO₂ για τα νέα αυτοκίνητα μέχρι το 2035. Ταυτόχρονα, αρκετοί αυτοκινητοβιομηχανίες ανακοίνωσαν σχετικούς στόχους. Για παράδειγμα, η Volkswagen δήλωσε ότι οι μισές από τις πωλήσεις της θα ήταν ηλεκτρικές μέχρι το 2030. Η Ford δήλωσε ότι αναμένει ότι το 40% -50% των πωλήσεών της θα είναι ηλεκτρική μέχρι το τέλος της δεκαετίας. Ένα άλλο σημαντικό ορόσημο το 2021 ήταν η δήλωση της Toyota, του μεγαλύτερου κατασκευαστή αυτοκινήτων στον κόσμο, ανακοινώνοντας νέες επενδύσεις με στόχο την επίτευξη πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων 3,5 εκατομμυρίων το χρόνο μέχρι το 2030 (Paoli & Gül, 2022).

Επιπλέον, η εισαγωγή πρωτοβουλιών, όπως τα σχολικά ταξίδια και οι δοκιμαστικές εμπειρίες από την αυτοκινητοβιομηχανία και τους αντιπροσώπους, μπορούν να εισαγάγουν τα ηλεκτρικά οχήματα στο ευρύ κοινό (Lashram & Alkaba, 2024). Σε αυτό το πλαίσιο σημαντική είναι και η διεξαγωγή εκτεταμένης έρευνας αγοράς σε διάφορες δημογραφικές ομάδες από μέρους των αυτοκινητοβιομηχανιών, δεδομένου ότι τα δημογραφικά χαρακτηριστικά συνιστούν προσδιοριστικό παράγοντα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω (Axsen et al., 2016; Hardman et al., 2016; Vassileva & Campillo, 2017; Chen et al., 2020; Ali & Naushad, 2022; Lashram & Alkaba, 2024). Κάτι τέτοιο θα επέτρεπε τη διερεύνηση των αντιλήψεων, των αναγκών και των προτιμήσεων του κοινού, με τα αποτελέσματα να μπορούν να ενημερώσουν ενέργειες προς την κατεύθυνση της αλλαγής της συμπεριφοράς και της στάσης των ατόμων έναντι των ηλεκτρικών οχημάτων.

4.3 Συνεργατικές πρωτοβουλίες

Λαμβάνοντας υπόψη το κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων ως προσδιοριστικός παράγοντας της απόκτησής τους, οι Lashram και Alkaba (2024) αναφέρονται στην αναγκαιότητα κατάλληλης τιμολόγησης αυτών, συνδυαστικά με την παροχή οικονομικών κινήτρων με τη μορφή επιδοτήσεων. Ειδικότερα, επισημαίνουν πως ο καθορισμός ενός ανώτατου ορίου τιμών για τα ηλεκτρικά οχήματα μεταξύ \$ 13.500 και \$ 26.500, σε συνδυασμό με προγράμματα επιδότησης, θα μπορούσε να μειώσει τα οικονομικά εμπόδια που σχετίζονται με την απόκτηση ενός τέτοιου οχήματος και να ενισχύσει την ευρεία υιοθέτησή του από το κοινό. Αυτό ενδεχομένως να απαιτεί μία συνεργασία των αυτοκινητοβιομηχανιών και των κυβερνήσεων, ώστε από κοινού να καθορίσουν μέτρα επιδοτήσεων στη βάση της τιμολόγησης των οχημάτων. Οι κυβερνήσεις μπορούν να παράσχουν κίνητρα στους κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων να επεκτείνουν τις παραγωγικές και ερευνητικές τους ικανότητες, όπως κίνητρα με τη μορφή επιχορηγήσεων, φορολογικών πλεονεκτημάτων ή συνεργασιών για

έρευνα και ανάπτυξη για διάφορα εξαρτήματα, καθώς και μέτρα πολιτικής για την αλλαγή του επιχειρηματικού μοντέλου (Qadir et al., 2024). Σε αυτό το πλαίσιο οι Haghani et al. (2023) υποστηρίζουν πως απαιτείται περαιτέρω έρευνα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να εφαρμοστούν κίνητρα σε διαφορετικές αγορές, ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στα δημόσια έσοδα και πώς θα πρέπει τελικά να καταργηθούν σταδιακά τα κίνητρα.

Εκτός των ανωτέρω, μελέτες (Burs et al., 2020; Srivastana et al., 2022; Haghani et al., 2023; Lashram & Alkaba, 2024) έχουν υπογραμμίσει και την αναγκαιότητα προσφοράς δωρεάν, ή τη μείωση της χρέωσης, σημείων στάθμευσης σε δημόσιες τοποθεσίες με σταθμούς φόρτισης, αλλά και την επέκταση της υποδομής φόρτισης. Αυτά απαιτούν συνεργατικές προσπάθειες από μέρους εθνικών και τοπικών κυβερνήσεων, ακόμα και επενδυτών για την παροχή δημόσιας υποδοχής (Qadir et al., 2024), προκειμένου να ενθαρρυνθεί περαιτέρω η αποδοχή και η υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων όχι μόνο από μεμονωμένους καταναλωτές, αλλά και από επιχειρήσεις.

Περαιτέρω, έχει επισημανθεί από μελετητές (Burs et al., 2020; Haghani et al., 2023; Lashram & Alkaba, 2024; Qadir et al., 2024) η αναγκαιότητα ενίσχυσης της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης των ατόμων, συνδυαστικά με την ενημέρωση για τα περιβαλλοντικά οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων. Για να επιτευχθεί αυτό οι κυβερνήσεις σε συνεργασία με τα ακαδημαϊκά ιδρύματα θα πρέπει να ενσωματώνουν τις έννοιες της βιωσιμότητας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε προγράμματα σπουδών. Οι εκστρατείες ευαισθητοποίησης που προωθούν τα οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων, ιδιαίτερα τα περιβαλλοντικά οφέλη όσον αφορά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, μπορούν να συμβάλλουν στην μεγαλύτερη αποδοχή αυτών των οχημάτων από μέρους των καταναλωτών. Οι διαφημίσεις, το διαδικτυακό περιεχόμενο και τα εργαστήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση κοινών παρανοήσεων και για την παροχή ακριβών πληροφοριών σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα, την εξοικονόμηση κόστους και

τα περιβαλλοντικά οφέλη. Η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για την ενημέρωση των πιθανών αγοραστών σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων ηλεκτροκίνητων οχημάτων, τις επιλογές φόρτισης και τον τρόπο μεγιστοποίησης των πλεονεκτημάτων από την κατοχή ενός ηλεκτρικού οχήματος θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω συνεργασιών με αντιπροσωπείες, διαδικτυακούς πόρους ή προγράμματα προβολής της κοινότητας. Τέτοιες πρωτοβουλίες ενδεχομένως να απαιτήσουν έρευνα για να κατανοηθεί πώς η εκπαίδευση μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικά και πώς θα οδηγήσει σε θετικής τάση έναντι των ηλεκτροκίνητων οχημάτων από τις διαφορετικές κοινωνικοδημογραφικές ομάδες.

Επιπλέον, είναι απαραίτητες αυξημένες επενδύσεις στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων για τη μείωση των απορριμμάτων και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικών οχημάτων (Haghani et al., 2023). Αυτό παράλληλα απαιτεί και την εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού, ώστε να γνωρίζουν τον κύκλο ζωής των εξαρτημάτων των ηλεκτρικών οχημάτων, προκειμένου να υιοθετήσουν μία θετική στάση και συμπεριφορά και να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη του στα ηλεκτρικά οχήματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Από την προηγηθείσα ανάλυση διαπιστώθηκε πως σε θεωρητικό επίπεδο οι μελέτες που σχετίζονται με τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στους παράγοντες που είναι προσδιοριστικοί της αποδοχής τους από το κοινό, καθώς και στα περιβαλλοντικά τους οφέλη, αλλά και τα μειονεκτήματά τους που συνιστούν σημαντικές προκλήσεις ευρείας αποδοχής τους. Σε πρακτικό επίπεδο καταδείχθηκε η σημασία πρωτοβουλιών σε συνεργατικό επίπεδο, μέσα από την ανάπτυξη κυβερνητικών πολιτικών, ενέργειες από την αυτοκινητοβιομηχανία, αλλά και την υποστήριξη ακαδημαϊκών ιδρυμάτων για την εκπαίδευση του κοινού.

Στόχος αυτών των συνεργατικών πρωτοβουλιών θα πρέπει να είναι η αλλαγή των παραγόντων εκείνων που εμποδίζουν τον πλήρη μετασχηματισμό των υφιστάμενων επιχειρηματικών μοντέλων των αυτοκινητοβιομηχανιών και της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων από μέρους καταναλωτών και επιχειρήσεων. Η διαμόρφωση μίας ευνοϊκής στάσης απέναντι στα ηλεκτρικά οχήματα είναι απαραίτητη για την επίτευξη του οράματος διαφόρων χωρών για το 2030 σχετικά με την πλήρη σταδιακή κατάργηση των οχημάτων ορυκτών καυσίμων. Το σχέδιο μετάβασης σε ηλεκτρικά οχήματα θα πρέπει να συνεχίσει να καθοδηγείται από την παγκόσμια αποφασιστικότητα κυβερνήσεων και οργανώσεων προς την επίτευξη βιωσιμότητας και τη μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου. Αυτή η προσπάθεια παρακινείται σε μεγάλο βαθμό από την επιτακτική ανάγκη να αντιμετωπιστούν οι κίνδυνοι που συνδέονται με τη συνεχή χρήση

παραδοσιακών μέσων μεταφοράς για την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση προκλήσεων που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή.

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί πως τα προαναφερθέντα συμπεράσματα απορρέουν από την ανασκόπηση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, η οποία όμως δεν θα πρέπει να θεωρείται εξαντλητική της διεθνούς βιβλιογραφίας, λόγω περιορισμών πρόσβασης σε ορισμένες βάσεις δεδομένων, αλλά και μελέτες στη βάση της γλώσσας συγγραφής τους. Συνεπώς απαιτείται περαιτέρω μελέτη όσον αφορά στις υπάρχουσες έρευνες, ενώ μία έρευνα χρησιμοποιώντας πιο συστηματικές μεθόδους, όπως η συστηματική ανασκόπηση, θα μπορούσε να παράσχει και αποτελέσματα ως προς τον αριθμό και τα μεθοδολογικά χαρακτηριστικά των μελετών σε κάθε πεδίο έρευνας. Επιπρόσθετα, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και μία πρωτογενής έρευνα στην Ελλάδα σε καταναλωτές, επιχειρήσεις, ακόμα και σε κυβερνητικούς φορείς, σχετικά με τους προσδιοριστικούς παράγοντες αποδοχής και επένδυσης σε ηλεκτρικά οχήματα. Αυτή η μελέτη θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες στη βάση και της σύγκρισης των απόψεων των συμμετεχόντων. Τέλος, μελέτες και σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως αυτοκινητοβιομηχανίες ή κατασκευαστές εξαρτημάτων ηλεκτρικών οχημάτων ή ακόμα και ερευνητές στον τομέα της ενέργειας, θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν τη διεθνή βιβλιογραφία όσον αφορά στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης, ή παραγόντων που επηρεάζουν αποφάσεις επενδύσεων και δημιουργίας συνεργατικών δικτύων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Åhman, M. (2006). Government policy and the development of electric vehicles in Japan. *Energy Policy*, 34(4), 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.06.011>.
- Alectra (2025). Electric Vehicle Technology & Types. <https://www.alectra.com/electric-vehicle-technology-types>.
- Ali, I., & Naushad, M. (2022). A study to investigate what tempts consumers to adopt electric vehicles. *World Electric Vehicle Journal*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/wevj13020026>.
- Altenburg, T., Schamp, E. W., & Chaudhary, A. (2016). The emergence of electromobility: Comparing technological pathways in France, Germany, China and India. *Science and Public Policy*, 43(4), 464–475. <https://doi.org/10.1093/scipol/scv054>.
- Axsen, J., Goldberg, S., & Bailey, J. (2016). How might potential future plug-in electric vehicle buyers differ from current ‘Pioneer’ owners?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 47, 357–370. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.05.015>.
- Bauer, R., Menrad, K., & Decker, T. (2014). Alternative fuel vehicles: Preferences, attitudes, and motives of German students in the field of mobility. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 6(4). <https://doi.org/10.1504/ijehv.2014.067604>.

- Burs, L., Roemer, E., Worm, S., & Masini, A. (2020). Are they all equal uncovering adopter groups of battery electric vehicles. *Sustainability* 12(7). <https://doi.org/10.3390/su12072815>.
- Chen, C.-f., de Rubens, G. Z., 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 Sustainable Energy Reviews*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109692>.
- Das, D., Srinivasan, R., & Dhankar, R. S. (2011). Demand for hybrid car in Indian metro cities. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 3(1). <https://doi.org/10.1504/ijehv.2011.040470>.
- Doucette, R. T., & McCulloch, M. D. (2011). Modeling the CO2 emissions from battery electric vehicles given the power generation mixes of different countries. *Energy Policy* 39(2), 803–811. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.054>.
- Evesco (2025). Types of electric vehicles-A complete guide. <https://www.power-sonic.com/blog/types-of-electric-vehicles/>.
- Figenbaum, E. (2017). Perspectives on Norway's supercharged electric vehicle policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 25, 15-34. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.11.002>.
- Figenbaum, E., Assum, T., & Kolbenstvedt, M. (2015). Electromobility in Norway: Experiences and opportunities. *Research in Transportation Economics*, 50, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.06.004>.
- Fortune Business Insight (2025). Electric Vehicle Market Size, Share & Industry Analysis By Vehicle Type (Passenger Car and Commercial Vehicle), By Propulsion Type (Battery Electric Vehicle (BEV) and Hybrid Electric Vehicle (HEV)), By Drive Type (All Wheel Drive, Front Wheel Drive, and Rear Wheel Drive), By Range (Up to 150 Miles, 151-

300 Miles, and Above 300 Miles), By Component (Battery Pack & High Voltage Component, Motor, Brake, Wheel & Suspension, Body & Chassis, and Low Voltage Electric Component) and Regional Forecast, 2024-2032. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/electric-vehicle-market-101678>.

Fotouhi, A., Auger, D. J., Propp, K., Longo, S., & Wild, M. (2016). A review on electric vehicle battery modelling: From Lithium-ion toward Lithium–Sulphur. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 1008-1021. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.009>.

Goel, P., Sharma, N., Mathiyazhagan, K., & Vimal, K. E. K. (2021). Government is trying but consumers are not buying: A barrier analysis for electric vehicle sales in India. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 71–90. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.029>.

Grand View Research (2024). Electric Vehicle Market Size, Share & Trends Analysis Report By Vehicle Type, By Propulsion Type, By Drive Type, By Vehicle Speed, By Vehicle Class, By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2025 – 2030. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/electric-vehicles-ev-market>.

Haghani, M., Sprei, F., Kazemzadeh, K., Shahhoseini, Z., & Aghaei, J. (2023). Trends in electric vehicles research. *Transportation Research Part D*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103881>.

Hardman, S., Shiu, E., Steinberger-Wilckens, R. (2016). Comparing high-end and low-end early adopters of battery electric vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 40–57. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.010>.

- Haustein, S., Jensen, A. F., & Cherchi, E. (2021). Battery electric vehicle adoption in Denmark and Sweden: Recent changes, related factors and policy implications. *Energy Policy*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112096>.
- Heyvaert, S., Coosemans, T., Van Mierlo, J., & Macharis, C. (2015). Electric vehicle attitudes and purchase intention: A Flemish case study. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 7(1). <https://doi.org/10.1504/ijehv.2015.068946>.
- Høyer, K. G. (2008). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utilities Policy*, 16(2), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.iup.2007.11.001>.
- Huo, H., Zhang, Q., Wang, M.Q., Streets, D. G., & He, K. (2010). Environmental implication of electric vehicles in China. *Environmental Science and Technology* 44(13), 4856–4861. <http://dx.doi.org/10.1021/es100520c>.
- Iberdrola (2025). Types of electric vehicles. <https://www.iberdrola.com/about-us/what-we-do/electric-mobility/types-electric-vehicles>.
- IEA (2024). Global EV Outlook 2024. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.
- IEA (2022). Global EV Outlook 2022. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>.
- Jensen, A. F., Cherchi, E., & Mabit, S. L. (2013). On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.006>.
- Kumar, M., Panda, K. P., Naayagi, R. T., Thakur, R., & Panda, G. (2023). Comprehensive Review of Electric Vehicle Technology and Its Impacts: Detailed Investigation of

Charging Infrastructure, Power Management, and Control Techniques. *Applied Sciences*, 13, 8919. <https://doi.org/10.3390/app13158919>.

Lashari, Z. A. et al, (2021). Consumers' intention to purchase electric vehicles: Influences of user attitude and perception. *Sustainability* 13(12). <https://doi.org/10.3390/su13126778>.

Lashram, Y., & Alkabaa, A. S. (2024). Navigating challenges in the transition to green transportation: A perception study exploring factors influencing drivers' intentions for electric vehicle adoption. *AIP Advances*, 14. <https://doi.org/10.1063/5.0194493>.

Liu, W., Placke, T., & Chau, K. T. (2022). Overview of batteries and battery management for electric vehicles. *Energy Reports*, 8, 4058-4084. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.03.016>.

Ma, S. C., & Fan, Y. (2020). A deployment model of EV charging piles and its impact on EV promotion. *Energy Policy*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111777>.

Motor Finance Online (2024). How government and business can boost the EV adoption. <https://www.motorfinanceonline.com/comment/how-government-and-business-can-boost-the-ev-adoption/?cf-view>.

Paoli, L., & Gül, T. (2022). Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>.

Patyal, V. S., Kumar, R., & Kushwah, S. (2021). Modeling barriers to the adoption of electric vehicles: An Indian perspective. *Energy*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121554>.

Precedence Research (2025). Electric Vehicle Market Size, Share and Trends 2025 to 2034. <https://www.precedenceresearch.com/electric-vehicle-market>.

- Qadir , S. A., Ahmad, F., Mohsin, A., Al-Wahedi, A. B., Iqbal , A., & Ali, A. (2024). Navigating the complex realities of electric vehicle adoption: A comprehensive study of government strategies, policies, and incentives. *Energy Strategy Reviews*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101379>.
- Schulz, F., & Rode, J. (2017). Public charging infrastructure and electric vehicles in Norway. *Energy Policy*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112660>.
- Singh, V., Singh, V., & Vaibhav, S. (2020). A review and simple meta-analysis of factors influencing adoption of electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102436>.
- Singh, H., Kavianipour, M., Ghamami, M., & Zockaie, A. (2023). Adoption of autonomous and electric vehicles in private and shared mobility systems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103561>.
- Srivastava, A., Kumar, R. R., Chakraborty, A., Mateen, A., & Narayanamurthy, G. (2022). Design and selection of government policies for electric vehicles adoption: A global perspective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102726>.
- Statista (2024). Electric Vehicles – Worldwide. <https://www.statista.com/outlook/mmo/electric-vehicles/worldwide>.
- Taalbi, J., & Nielsen, H. (2021). The role of energy infrastructure in shaping early adoption of electric and gasoline cars. *Nature Energy*, 6, 970–976. <https://doi.org/10.1038/s41560-021-00898-3>.
- Thananusak, T., Rakthin, S., Tavewatanaphan, T., & Punnakitikashem, P. (2017). Factors affecting the intention to buy electric vehicles: Empirical evidence from Thailand.

International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 9(4), 361-381.
<https://doi.org/10.1504/ijehv.2017.10011120>.

US Department of Energy (2025). Electric Vehicles.
<https://afdc.energy.gov/vehicles/electric>.

Vassileva, I., & Campillo, J. (2017). Adoption barriers for electric vehicles: Experiences from early adopters in Sweden. *Energy* 120, 632–641.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.11.119>.

Vergis, S., & Chen, B. (2015). Comparison of plug-in electric vehicle adoption in the United States: A state by state approach. *Research in Transportation Economics*, 52, 56–64.
<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.10.003>.

Vigneshwaran, A., & Naveen Kumar, K. A. (2023). Electric Vehicles and Their Types.
<https://www.igi-global.com/chapter/electric-vehicles-and-their-types/318599>.

Zhang, W., Wang, S., Wan, L., Zhang, Z., & Zhao, D. (2022). Information perspective for understanding consumers' perceptions of electric vehicles and adoption intentions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 102.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103157>.

Zhou, G., Ou, X., & Zhang, X. (2013). Development of electric vehicles use in China: A study from the perspective of life-cycle energy consumption and greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, 59, 875-884.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.057>.

Zhu, S., Hagedoorn, J., Zhang, S., & Liu, F. (2021). Effects of technological distance on innovation performance under heterogeneous technological orientations. *Technovation*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102301>.