



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**«Η ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΟ ΟΔΙΚΟ
ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΣΤΑ ΜΕΣΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ»**



Όνομα Φοιτητή: Αθανάσιος Θεοδωρόπουλος

ΑΜ: 6977

Τμήμα: Πολιτικών Μηχανικών

Κατεύθυνση: Συγκοινωνιακών Έργων

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Γιάννα Ατανάσοβα-Νικολαΐδου,

Δρ. Φυσικός ΕΔΙΠ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2023

**Η παρακάτω διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε
από την εξής τριμελή επιτροπή:**

Γιάννα Ατανάσοβα- Νικολαΐδου	Γεώργιος Εξαρχάκος	Παναγιώτης Μακρυγιάννης
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Θεοδωρόπουλος Αθανάσιος του Ευαγγέλου και της Ευαγγελίας, με αριθμό μητρώου cw6977, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα, που αντιμετωπίζει σήμερα ο πλανήτης, είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος και της ατμόσφαιρας. Οι οδικές μεταφορές, είναι ένας σημαντικός παράγοντας, που συμβάλλει στη μόλυνση του περιβάλλοντος και στην εκπομπή πολλών ρύπων στην ατμόσφαιρα, όπως το διοξείδιο του άνθρακα από τα καυσαέρια των οχημάτων, ο θόρυβος στις αστικές περιοχές εξαιτίας της συνεχούς κυκλοφοριακής συμφόρησης και η βενζίνη, εξαιτίας της κακής ανάφλεξης των κινητήρων εσωτερικής καύσης.

Ο πόλεμος της Ρωσίας στην Ουκρανία (2022) , σε συνδυασμό με την επανεκκίνηση της παγκόσμιας οικονομίας εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού (2019-2022), έχει προκαλέσει μία πολύ σοβαρή ενεργειακή κρίση παγκόσμιας εμβέλειας. Το πρόβλημα οξύνθηκε, δεδομένου ότι καθυστέρησε η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, ήταν πλήρως εξαρτημένες από τους φθηνούς, κάποτε, φυσικούς πόρους της Ρωσίας. Έκτοτε, οι τιμές των καυσίμων, έχουν αρχίσει να παρουσιάζουν μονίμως αυξητικές τάσεις, οι οικονομίες των περισσότερων κρατών δυσκολεύονται να ανταπεξέλθουν στη νέα πραγματικότητα. Έτσι στρέφονται ξανά, με γρηγορότερους ρυθμούς, σε εναλλακτικές πηγές πράσινης ενέργειας και πλήρη απεξάρτηση από τους υδρογονάνθρακες.

Η στροφή της ανθρωπότητας, στην ηλεκτροκίνηση και τις νέες τεχνολογίες, αποτελεί έναν από τους καλύτερους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης, ο οποίος είναι φιλικότερος στο περιβάλλον, μειώνει κατά πολύ τους θορύβους και την κατανάλωση καυσίμου. Η εφαρμογή της, είναι αρκετά κοστοβόρα διαδικασία και τα περισσότερα κράτη του κόσμου, δεν είναι έτοιμα να δεχτούν την ηλεκτροκίνηση, ως το νέο τρόπο μετακινήσεων και δεν διαθέτουν τις κατάλληλες υποδομές, που θα στεγάσουν τα σημεία φόρτισης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, όλους όσους συνέβαλαν για την εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά, την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κυρία Γιάννα Ατανάσοβα-Νικολαΐδου, η οποία μου έδειξε εμπιστοσύνη για την εκπόνηση και ανάθεση αυτού του θέματος, με υποστήριξε από την έναρξη έως τη λήξη της εργασίας και συνεργάστηκε μαζί μου αρμονικά σε όλη την πορεία συγγραφής της εργασίας.

Επίσης να ευχαριστήσω τον/την κύριο/κυρία καθηγητή/καθηγήτρια, για τις υποδείξεις τους, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Όλους καθηγητές και τις καθηγήτριες του τμήματος, που με βοήθησαν μέσω της διδασκαλίας τους, να αντλήσω χρήσιμες πληροφορίες για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Τέλος, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου και τον καλύτερό μου φίλο, τον Τάσο, που με στήριξαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Αθανάσιος Θεοδωρόπουλος

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	8
1.1. Ρύπανση Περιβάλλοντος και MMM.....	8
1.1.1 Κινητήρες Diesel και Εκπομπές στον Τομέα των Μεταφορών – Σύγκριση βενζινοκινητήρα με τον ηλεκτρικό κινητήρα	10
1.1.1.1. Επιδράσεις Κυκλοφοριακών Ρύπων στο Φυσικό Περιβάλλον.....	16
1.1.1.2. Επίδραση των Αερίων του Θερμοκηπίου και της Υπερθέρμανσης του Πλανήτη	17
1.1.1.3. Μέτρα Ελέγχου της Ρύπανσης Αυτοκινήτων	19
1.1.2. Η Επίδραση του Πολέμου στην Ουκρανία στους Ορυκτούς Πόρους.....	21
2. Η Έννοια της Ηλεκτροκίνησης και του Αυτοματισμού	27
2.1. Τάσεις στον τομέα της Ηλεκτροκίνησης	27
2.2. Πολιτικές Προώθησης της Ηλεκτροκίνησης στην ΕΕ των 27	31
2.3. Διαφορετικές Προσεγγίσεις στην Προώθηση της Ηλεκτροκίνησης.....	35
2.4. Αγορά Ηλεκτρικών Οχημάτων	39
2.4.1. Η Πρωτοβουλία Ηλεκτρικών Οχημάτων.....	40
2.4.2. Τάσεις και Εξελίξεις στις Αγορές Ηλεκτρικών Οχημάτων	41
2.4.2.1. Ηλεκτρικά Ελαφρά Οχήματα	41
2.4.2.2. Η Αγορά της Ευρώπης	43
2.4.2.3. Η Αγορά της Κίνας	44
2.4.2.4. Η Αγορά των Η.Π.Α.	44
2.4.2.5. Η Αγορά σε Άλλες Χώρες.....	44
2.4.3. Καταχωρήσεις Ηλεκτρικών Ελαφρών Επαγγελματικών Οχημάτων	47
2.4.4. Κατασκευαστές Ηλεκτρικών Οχημάτων	49
2.4.5. Τάσεις και Εξελίξεις στα Ηλεκτρικά Βαρέα Οχήματα.....	50
2.5. Η Ελληνική Αγορά Ηλεκτροκίνησης.....	53
2.5.1. Κυβερνητικές Πολιτικές	54
2.5.2. Κίνητρα προς τους Πολίτες	55
3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης και Αυτονομίας.....	57

3.1.	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Ηλεκτροκίνησης	57
3.1.1.	Πλεονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης.....	58
3.1.2.	Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης.....	59
3.2.	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Αυτόνομων Οχημάτων.....	60
3.2.1.	Πλεονεκτήματα Αυτόνομων Οχημάτων	61
3.2.2.	Μειονεκτήματα Αυτόνομων Οχημάτων	62
3.3.	Σημεία Φόρτισης Οχημάτων	64
3.3.1.	Κατανομή υποδομής φόρτισης EV.....	67
3.3.2.	Εξέλιξη σταθμών φόρτισης EV	70
3.3.3.	Υποδομή Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων στην Ε.Ε.....	74
3.4.	Εταιρίες Κατασκευής Σημείων Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων	79
4.	Επίλογος.....	85
4.1.	Συμπεράσματα - Προτάσεις για ηλεκτροκίνηση.....	85
4.1.1.	Δυνατότητες ανάπτυξης ηλεκτροκίνησης.....	85
4.1.2.	Συγκρίσεις με τα υφιστάμενα μέσα	86
4.1.3.	Συγκρίσεις οφέλους – κόστους.....	88
4.2.	Προτάσεις για την ανάπτυξη και προώθηση ηλεκτροκίνησης.....	89
	Βιβλιογραφία	91

1. Εισαγωγή

1.1. Ρύπανση Περιβάλλοντος και MMM



Πηγή εικόνας: <https://www.maxmag.gr/thematikes/perivallon-se-krisi/perivallon-kai-mesa-metaforas-poio-einai-to-pio-rypogono/>

Η λέξη «ρύπανση» έχει μια μεγάλη ποικιλία συμφραζομένων σημασιών και εφαρμογών, αλλά στο πλαίσιο της συζήτησης για τις μεταφορές σημαίνει τη ζημιά που προκαλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα στο περιβάλλον και στα οικολογικά συστήματα. Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πηγές της περιβαλλοντικής ρύπανσης και τις κατηγορίες ρύπανσης που εκπέμπονται και εξαιρουμένης της χρήσης γης για σκοπούς γεωργίας, η βιομηχανία μεταφορών στον κόσμο είναι υπεύθυνη για περίπου το ένα τρίτο όλων των περιβαλλοντικών εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (volatile organic compounds, VOCs) που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα και το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των δύο τρίτων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Οι πτητικές οργανικές ενώσεις, οι οποίες βασίζονται σε υδρογονάνθρακες, είναι άμεσο αποτέλεσμα της καύσης, ιδιαίτερα της αναποτελεσματικής καύσης που εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των οχημάτων ως καυσαέρια όταν καίνε καύσιμο για την παραγωγή προωθητικής ισχύος. Ορισμένοι υδρογονάνθρακες είναι γνωστοί ως υπεύθυνοι για καρκινογένεση. Μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου, το CO₂ είναι ο κύριος ένοχος της υπερθέρμανσης του πλανήτη

και από τους 34 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως με αύξηση 3% μόνο το 2011 (Olivier et al., 2012) αυξήθηκε σε 41 δισεκατομμύρια τόνους το 2020.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, ιδιαίτερα η χρήση και η καύση ορυκτών καυσίμων, ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου αυξάνοντας τα επίπεδα συγκέντρωσής τους στην ατμόσφαιρα. Τα κύρια αέρια που εκπέμπονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι το CO₂, το μεθάνιο, τα οξείδια του αζώτου (NO_x), τα φθοριούχα αέρια (υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) (Venkateswarlu et al., 2013).

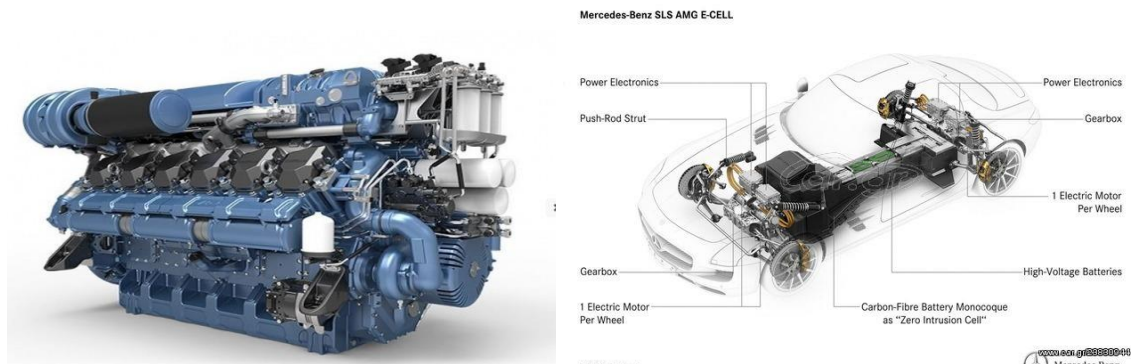
Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ελέγχου των εκπομπών VOC στο σύγχρονο αυτοκίνητο, μέσω της χρήσης συστημάτων έγχυσης καυσίμου υψηλής πίεσης, καταλυτικών μετατροπών και συστημάτων θετικού αερισμού στροφαλοθαλάμου (positive crankcase ventilation, PCV). Ωστόσο, το 20% όλων των ανεξέλεγκτων εκπομπών από οχήματα οφείλονται στο στροφαλοθάλαμο και στην εξάτμιση λαδιού. Οι σωματιδιακοί ρύποι VOC, που προκύπτουν από ατελή καύση και εξάτμιση λιπαντικού λαδιού, έχουν ρυθμό εκπομπών από 0,6 g/bkWh έως 2,2 g/bkWh για ελαφρούς κινητήρες ντίζελ αυτοκινήτων, ενώ οι μεγάλοι κινητήρες έχουν 0,5 g /bkWh έως 1,5 g/bkWh (Heywood, 2018).

Η παγκόσμια απειλή για το περιβάλλον, που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, είναι το δεύτερο πιο σοβαρό ζήτημα μετά τον πόλεμο που αντιμετωπίζει ο κόσμος σήμερα. Αυτό οφείλεται στην άνοδο των επιπέδων υπερθέρμανσης του πλανήτη πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα κατά πάνω από 0,94 °C, στην οξίνιση των ωκεανών και στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 3,2 cm ανά δεκαετία. Τα ακραία κύματα καύσωνα, η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας και η ξηρασία έχουν επηρεάσει τις τροφικές αλυσίδες σε όλο τον κόσμο (Meysignac & Cazenave, 2012). Εκτός εάν αυτές οι δραστηριότητες νομοθετηθούν, ελεγχθούν και περιοριστούν, αναμένεται ότι παγκοσμίως οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα προκαλέσουν υπερθέρμανση κατά 4 °C και άνοδο της στάθμης της θάλασσας από 0,5 m σε 1,0 m ήδη από το 2060 (Huddleston, 2012).

Η βιομηχανία μεταφορών, η οποία συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια οικονομία, είναι επίσης σημαντική αιτία περιβαλλοντικής ρύπανσης και κλιματικής αλλαγής, ειδικά λόγω των εκπομπών από τα μηχανοκίνητα οχήματα που αντιπροσωπεύουν το 22% του συνόλου των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ (Quadrelli & Peterson, 2007). Η ατμοσφαιρική ρύπανση

στις αναπτυσσόμενες χώρες και τις αναδυόμενες οικονομίες ευθύνεται για δεκάδες χιλιάδες θανάτους, με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization, 2009), να υπολογίζει ότι ο ετήσιος αριθμός θανάτων μόνο από την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι περίπου 2,4 εκατομμύρια άνθρωποι χρησιμοποιώντας εκτιμήσεις και προβλέψεις του 2009. Έτσι, η προστασία του περιβάλλοντος, ο έλεγχος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και η διαχείριση της κλιματικής αλλαγής έχουν γίνει θέματα παγκόσμιας ανησυχίας, με πολλούς φορείς όπως η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency, EPA) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) και ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency, IEA) να προτείνουν μέτρα και να και εξουσιοδοτούνται από τις κυβερνήσεις και τα κράτη να ενεργούν σχετικά. Για το σκοπό αυτό, οι εν λόγω οργανισμοί συνέστησαν νομικά μέτρα και συστήματα ελέγχου, καθώς και υποστήριξη της σχετικής τεχνολογικής έρευνας και ανάπτυξης στην έρευνα για τη βελτίωση των προτύπων ρύπανσης του κλάδου των υπηρεσιών μεταφορών.

1.1.1 Κινητήρες Diesel και Εκπομπές στον Τομέα των Μεταφορών – Σύγκριση βενζινοκινητήρα με τον ηλεκτρικό κινητήρα



Πηγή εικόνας: <https://ti-einai.gr/diesel-kinitiras/>

<https://www.car.gr/parts/view/23830944-ilektromixani-gia-ola-ta-aftokinita-metatropi-venzini-se-ilektriko-gyvidiko-anaktisis-energeias>

Από τον Πίνακα 1, φαίνεται ότι οι μεταφορές συμβάλλουν στις μεγαλύτερες ποσότητες εκπομπών NO_x, PM, CO, SO₃ και HC ετησίως σε παγκόσμιο επίπεδο. Το ποσοστό PM που αναφέρεται στον Πίνακα 1 δεν περιλαμβάνει τη σκόνη από το δρόμο, τα σωματίδια καουτσούκ από ελαστικά, τα φωτοχημικά σωματίδια αιθαλομίχλης που προέρχονται από τακάκια φρένων και τις επενδύσεις φρένων από αμίαντο που χρησιμοποιούνται σε συστήματα πέδησης επιβατικών και επαγγελματικών αυτοκινήτων.

Επιπλέον, υπάρχει ηχορύπανση που αποδίδεται κυρίως στα βαρέα πετρελαιοκίνητα οχήματα, ιδιαίτερα γύρω από τα μεγάλα αστικά κέντρα και πόλεις (από αυτοκινητοδρόμους, λιμάνια και σταθμούς) και τις αεροπορικές μεταφορές.

Πίνακας 1. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι και οι πηγές τους σε ποσοστιαία μορφή.

Πηγή Ρύπου	NO _x %	PM%	CO%	SO ₃ %	HC%
Βιομηχανία	22	44	4	32	26
Παραγωγή ενέργειας	32	21	0	48	0
Θέρμανση	5	14	3	12	3
Χωρίς καύση	0	7	1	4	6
Μεταφορές	42	14	92	4	65

Οι εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων (unburned hydrocarbon, UHC) είναι μια ένδειξη της ποιότητας της καύσης σε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης, που προκύπτουν από εξατμισμένο άκαυστο καύσιμο και μερικώς καμένα υποπροϊόντα καυσίμου που εξέρχονται από τον θάλαμο καύσης και απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μέσω της πολλαπλής εξαγωγής. Οι εκπομπές UHC είναι εγγενώς ανεξάρτητες από την αναλογία αέρα-καυσίμου του κινητήρα σε λειτουργία, καθώς δεν εξαρτώνται μόνο από τον κινητήρα αλλά και από άλλους παράγοντες εκτός του ίδιου του κινητήρα. Τέτοιες εκπομπές μπορούν επίσης να δημιουργηθούν, αν για παράδειγμα υπάρχει δυσλειτουργία άλλων συστημάτων ή λειτουργική δυσλειτουργία άλλων συστημάτων, ιδιαίτερα των συστημάτων δεδομένων εισόδου στα σύγχρονα συστήματα έγχυσης και διαχείρισης κινητήρα.

Υπάρχουν δύο χαρακτηριστικά ενός συστήματος έγχυσης καυσίμου σε κινητήρες ανάφλεξης με σπινθήρα (spark ignition, SI) που προκαλούν ή μπορούν να προκαλέσουν εκπομπές υδρογονανθράκων (hydrocarbons, HC), συγκεκριμένα, είναι ο δευτερεύων ψεκασμός και υψηλοί όγκοι σάκου ακροφυσίου. Ωστόσο, όταν πρόκειται για κινητήρες

ανάφλεξης με συμπίεση, οι εκπομπές υδρογονανθράκων προκαλούνται λόγω της ανεπαρκούς θερμοκρασίας κοντά στα περισσότερα τοιχώματα των κυλίνδρων των κινητήρων ανάφλεξης με συμπίεση. Οι κινητήρες ντίζελ εκπέμπουν χαμηλούς υδρογονάνθρακες κυρίως σε ελαφρά φορτία και το μίγμα καυσίμου αέρα που είναι η κύρια πηγή εκπομπών ελαφρού φορτίου προκαλείται από φλόγες χαμηλής ταχύτητας που δεν επιτρέπουν την ολοκλήρωση της καύσης κατά τον κανονικό κύκλο της διαδρομής ισχύος και δεύτερον λόγω έλλειψης της πραγματικής καύσης οδηγώντας έτσι σε υψηλές εκπομπές υδρογονανθράκων.

Υπάρχουν τρεις κύριοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τον τύπο των εκπεμπόμενων υδρογονανθράκων, συγκεκριμένα, οι ρυθμίσεις του κινητήρα, ο σχεδιασμός και ο τύπος καυσίμου. Το περιβάλλον λειτουργίας του κινητήρα μπορεί επίσης να επηρεάσει την περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες, όπου οι θερμοκρασίες είναι 400 °C έως 600 °C στον κύλινδρο καύσης και όταν το οξυγόνο είναι ακόμα διαθέσιμο, οι υδρογονάνθρακες θα συνεχίσουν να αντιδρούν στα καυσαέρια. Επομένως, αυτό θα μειώσει τις εκπομπές που εξέρχονται από την εξάτμιση σε σύγκριση με τον κύλινδρο του κινητήρα πριν από αυτόν, όπως δηλώνεται ως προς την περιεκτικότητά τους σε ισοδύναμο CH₄ (Shirneshan, 2013). Η εκπομπή αποτελείται από χιλιάδες χημικά είδη αλκανίων, αλκενίων και αρωματικών.

Οι εκπομπές υδρογονανθράκων δεν περιορίζονται μόνο στο σύστημα εξάτμισης του οχήματος, αλλά συμβαίνουν και στο σύστημα καυσίμου του οχήματος, από ατμούς κατά τη διανομή και έγχυση καυσίμου (15% έως 25%) και από τον ίδιο τον στροφαλοθάλαμο του κινητήρα (20% έως 30%). Ωστόσο, ο μεγαλύτερος ένοχος όλων των εκπομπών υδρογονανθράκων των οχημάτων είναι ο σωλήνας της εξάτμισης που αντιπροσωπεύει το 50% έως 60% όλων των εκπομπών υδρογονανθράκων (Lee et al., 2013).

Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x).

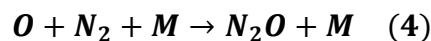
Όπως φαίνεται και υποδεικνύεται στη βιβλιογραφία που συζητήθηκε παραπάνω, η βιομηχανία μεταφορών (ιδιαίτερα η οδική συνιστώσα) είναι η κύρια πηγή εκπομπής οξειδίου του αζώτου (NO) και των οξειδωμένων προϊόντων του διοξειδίου του αζώτου (NO₂). Το NO και το NO₂ αποτελούν το 85% έως 95%, ενώ το NO και το N₂ αναφέρονται συγκεντρωμένα ως NO_x. Υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές μεταξύ των δύο αερίων. Το NO είναι άχρωμο και άοσμο, ενώ το αντίστοιχο NO₂ είναι ένα κοκκινοκαφέ αέριο με έντονη

μυρωδιά και οσμή (Hoekman & Robbins, 2012). Αυτά τα δύο αέρια θεωρούνται εξαιρετικά τοξικά, ειδικά το NO₂ είναι πέντε φορές πιο τοξικό από το NO, αποτελεί απειλή για την ανθρώπινη υγεία καθώς επηρεάζει το αναπνευστικό σύστημα προκαλώντας ερεθισμό και χαμηλή αντοχή ακόμη και σε απλές αναπνευστικές λοιμώξεις όπως το κοινό κρυολόγημα και η γρίπη.

Η εξάρτηση από τη θερμοκρασία των οξειδίων του αζώτου οφείλεται στη συγκέντρωση ισορροπίας των ενώσεων NO_x, του οξυγόνου και του αζώτου όταν αναμιγνύονται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία φλόγας αδιαβατικά με θερμοκρασίες 2000 K έως 3000 K (Rao, 2016). Υπάρχουν βασικά τέσσερις τύποι μηχανισμών μέσω των οποίων σχηματίζονται και συγκροτούνται οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου στον θάλαμο καύσης και εντός του θαλάμου καύσης του αυτοκινήτου, και συγκεκριμένα: Ο μηχανισμός Zeldovich, ο μηχανισμός prompt, μέσω του μηχανισμού καυσίμου κινητήρα και ο μηχανισμός NNH. Ο μηχανισμός Zeldovich αναπαρίσταται στην εξ. (1), (2) και (3) με την εξ. (2) ως την εξίσωση βήματος που προσδιορίζει τον ρυθμό αντίδρασης (Paul et al., 2014).

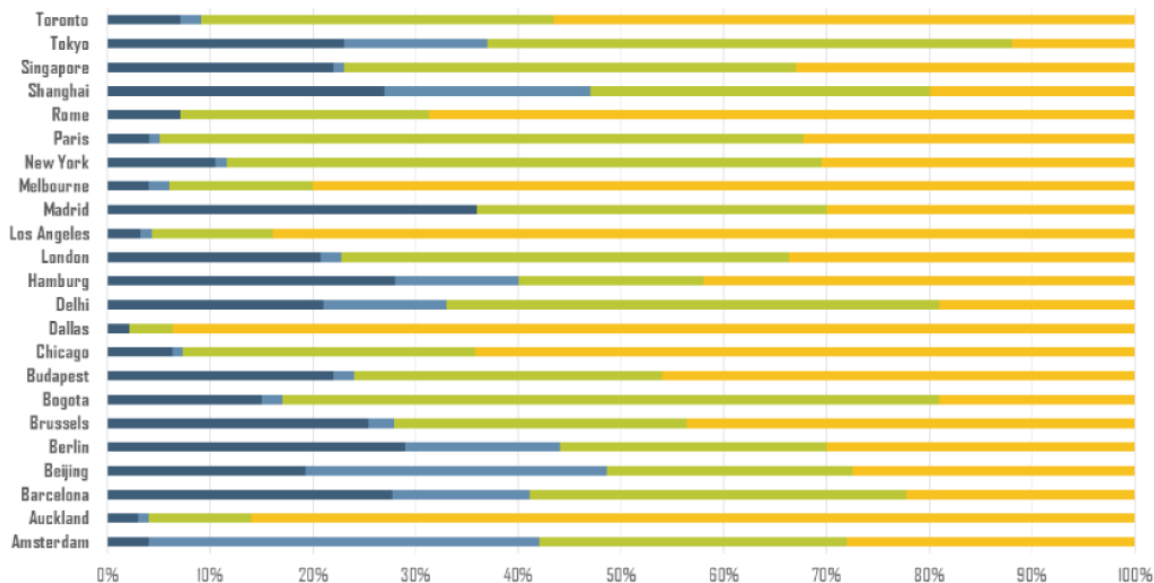


Ο μηχανισμός prompt, αλλιώς γνωστός ως μηχανισμός Fenimore (1971) (που πήρε το όνομά του από τον άνθρωπο που τον ανακάλυψε), περιλαμβάνει αντιδράσεις των κατακερματισμένων υδρογονανθράκων με μοριακό άζωτο υπό ασθενή εξάρτηση από τη θερμοκρασία, αντιπροσωπεύοντας έτσι ένα σχετικά μικρότερο μέρος των εκπομπών υδρογονανθράκων. Οι εξισώσεις 4, 5 και 6 δείχνουν την εμφάνιση prompt NO_x.



Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα οξείδια του αζώτου αποτελούν σημαντικό συστατικό της φωτοχημικής αιθαλομίχλης εκτός από τις επιπτώσεις τους ως αερίων του θερμοκηπίου, συμβάλλοντας έτσι με πολλούς τρόπους στην καταστροφή του όζοντος, προκαλώντας όξινη βροχή, ατμοσφαιρική ρύπανση και γενική μείωση της ποιότητας του αέρα στις σύγχρονες αστικές περιοχές, μητροπόλεις και πόλεις στον κόσμο σήμερα.

Πίνακας 2. Πρότυπα μεταφορών και η συμβολή τους στις συνολικές εκπομπές σε επιλεγμένες πόλεις.



Ο Πίνακας 2 δείχνει τα πρότυπα μεταφοράς σε 23 πόλεις του δείγματος σε διάφορες περιοχές και τη συμβολή των επιμέρους τρόπων μεταφοράς στα συνολικά ποσοστά εκπομπών σε αυτές τις πόλεις. Τα κορυφαία ποσοστά ρύπανσης ανά πηγή, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, προκαλούνται από τα μέσα μαζικής μεταφοράς και τα ιδιωτικά μέσα μαζικής μεταφοράς, με το Ντάλας στις ΗΠΑ να είναι η κορυφαία πόλη όσον αφορά τη ρύπανση των ιδιωτικών μέσων μαζικής μεταφοράς και το Τόκιο στην Ιαπωνία είναι η πρώτη πόλη σε ρύπανση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Η ποσότητα NO_x που παράγεται κατά την εκπομπή από τον κινητήρα είναι συνάρτηση τριών παραγόντων, και συγκεκριμένα: του χρόνου ή της διάρκειας καύσης, του επιπέδου συγκέντρωσης οξυγόνου και, επειδή το NO_x εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη μέγιστη υπάρχουσα θερμοκρασία στον κύλινδρο καύσης. Το μεγαλύτερο μέρος των εκπεμπόμενων NO_x σχηματίζεται στη διαδικασία της πρώιμης φάσης καύσης με το έμβολο του κινητήρα να πλησιάζει στο τέλος της συμπίεσης ή στο άνω νεκρό σημείο (top dead centre, TDC) κατά την οποία περίοδο η θερμοκρασία φλόγας που διαδίδεται στη διαδικασία καύσης είναι στο μέγιστο ή στα μέγιστα επίπεδα.

Σύμφωνα με τη μελέτη των Lee et al. (2013), η ποσότητα του NO_x τριπλασιάζεται για κάθε αύξηση 100°C στη θερμοκρασία καύσης του κυλίνδρου.

Λίγα λόγια για τον ηλεκτρικό κινητήρα – Ορισμός

Ο ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας, (motor, κοινώς *μοτέρ*), είναι το κυριότερο είδος ηλεκτρικής μηχανής - διάταξη που χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια. Η αρχή λειτουργίας των περισσότερων ηλεκτροκινητήρων βασίζεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα σε δυο φορείς ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που έχουν την τάση να προσανατολίζονται μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης είναι η δημιουργία δύναμης και στην συνέχεια ροπής πάνω στον άξονα του ηλεκτροκινητήρα. Διαφορετικά είδη ηλεκτροκινητήρων μπορούν να λειτουργήσουν τόσο με την παροχή συνεχούς ρεύματος, π.χ. από μια μπαταρία ή με χρήση ανορθωτών στο κύκλωμα, όσο και με εναλλασσόμενο ρεύμα, π.χ. από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ή με χρήση αντιστροφέα ή ακόμα και από ηλεκτρική γεννήτρια. Γνωρίζοντας ότι μια ηλεκτρική μηχανή μπορεί να εργαστεί και ως κινητήρας και ως γεννήτρια, εφόσον οι λοιπές συνθήκες λειτουργίας το επιτρέπουν, μπορούμε να πούμε ότι ή μόνη τους διαφορά είναι το γεγονός ότι λειτουργούν με την ακριβώς αντίθετη ροή ηλεκτρομηχανικής ενέργειας.

Σύγκριση κινητήρα εσωτερικής καύσης με ηλεκτροκινητήρα

Σε μια ευθεία σύγκριση με μηχανές εσωτερικής καύσης, οι ηλεκτροκινητήρες είναι ελαφρύτεροι, μικρότεροι σε μέγεθος, αποδοτικότεροι στην ισχύ που παράγουν και στις απώλειες θερμότητας που παράγουν, απλούστεροι στην μηχανολογική τους κατασκευή και φτηνότεροι. Ακόμη ένα χαρακτηριστικό στοιχείο του προφίλ λειτουργίας ενός ηλεκτροκινητήρα είναι η σχεδόν ακαριαία παροχή ροπής στον άξονα και για όλο το εύρος στροφών που σε ορισμένες περιπτώσεις, αγγίζει και τα εκατοστά του δευτερολέπτου μετά την εκκίνηση. Το μεγάλο μειονέκτημα σε σχέση με μια μηχανή εσωτερικής καύσης, είναι η εξάρτηση του ηλεκτροκινητήρα από μια πηγή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και αυτός είναι και ο λόγος της περιορισμένης εφαρμογής τους στην αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτό θα αλλάξει, λόγω της εκπληκτικής προόδου στην έρευνα της τεχνολογίας μπαταριών που έχει σημειωθεί τα τελευταία πέντε χρόνια.

1.1.1. Επιδράσεις Κυκλοφοριακών Ρύπων στο Φυσικό Περιβάλλον



Πηγή εικόνας: <https://www.newsauto.gr/news/mono-me-afstira-metra-tha-miothi-i-atmosferiki-ripansi/>

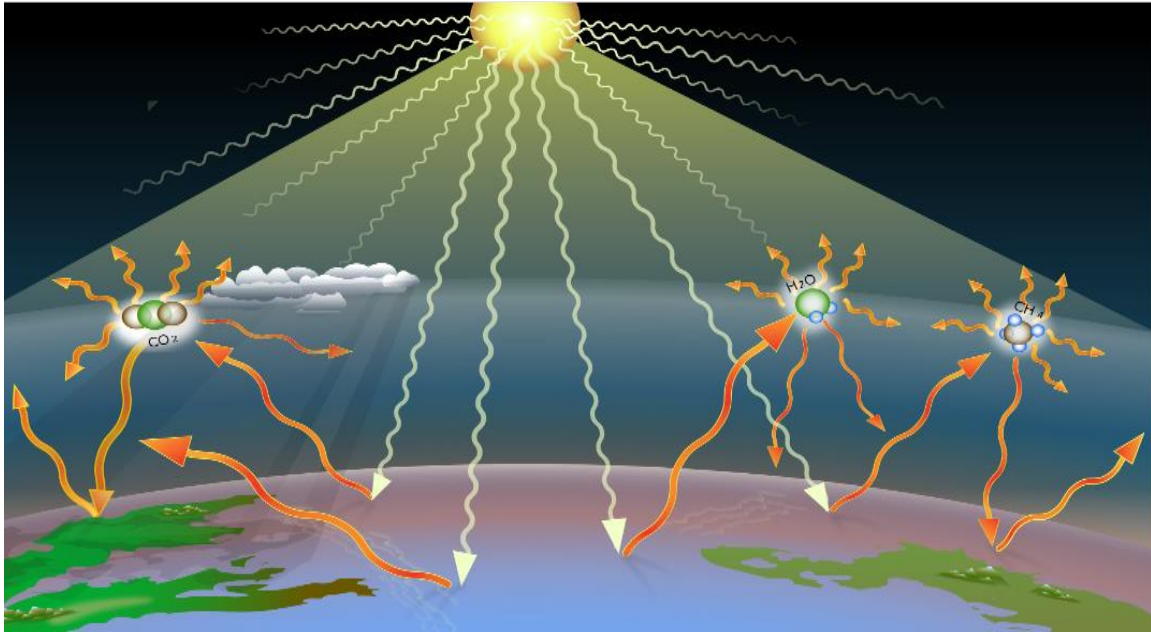
Η ζήτηση για ενεργειακό εφοδιασμό που σχετίζεται με την οικονομική πρόοδο και ανάπτυξη προκαλεί εκπομπές που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος. Το στρώμα του όζοντος εγείρει ιδιαίτερη ανησυχία για την οικολογία του πλανήτη, καθώς οδηγεί σε έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και σε υπεριώδεις ακτίνες στην περιοχή από 200μm έως 300μm που είναι τοξική για τους μονοκύτταρους οργανισμούς και τα περισσότερα επιφανειακά κύτταρα των ζώων και των ανθρώπων (Masters & Ela, 2008).

Η ρύπανση από τα αυτοκίνητα είναι μια από τις κύριες αιτίες της υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθώς τα αυτοκίνητα (ελαφριά και βαριά) απελευθερώνουν αέρια θερμοκηπίου και διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα μέσω των συστημάτων εξάτμισης. Αυτοί οι τύποι αερίων τείνουν να παγιδεύουν θερμότητα στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον προκαλώντας έτσι παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Λόγω της καύσης αυξανόμενων όγκων ορυκτών καυσίμων, οι παγκόσμιες θερμοκρασίες έχουν αυξηθεί κατά 0,5 °C έως 1 °C από την προβιομηχανική εποχή.

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας ή η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζει το φυσικό περιβάλλον προκαλώντας υψηλότερα επίπεδα της θάλασσας, βλάπτοντας τις

γεωργικές δραστηριότητες που επηρεάζουν την επισιτιστική ασφάλεια, βλάπτοντας την άγρια ζωή και καταστρέφοντας φυσικούς οικότοπους και τοπία.

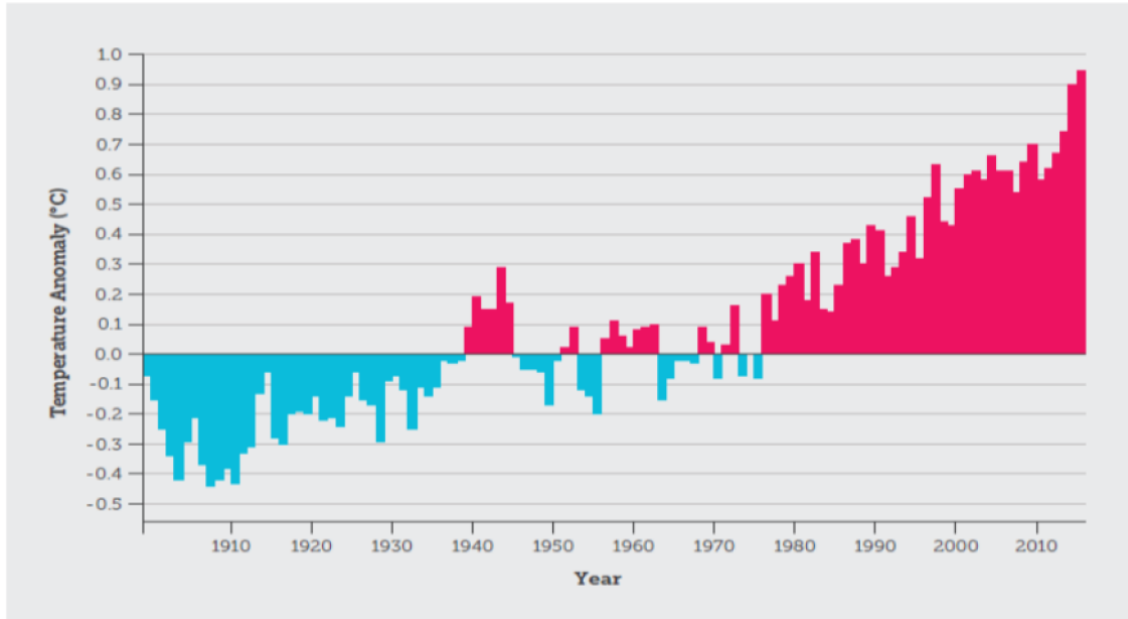
1.1.2. Επίδραση των Αερίων του Θερμοκηπίου και της Υπερθέρμανσης του Πλανήτη



Πηγή εικόνας:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B7%CF%80%CE%AF%CE%BF%CF%85

Από τις πρώτες καταγεγραμμένες θερμοκρασίες το 1860, οι θερμοκρασίες της γης έχουν αυξηθεί πάνω από 1 °C και το 2017 ήταν ένα από τα θερμότερα χρόνια μετά το 2016 στην ανθρώπινη ιστορία. Το πρώτο εξάμηνο του 2017 κατέγραψε μέση θερμοκρασία επιφάνειας 1,1 °C πάνω από τους μέσους όρους των ετών 1950-1980 (Trenberth, 2018).



Σχήμα 1. Ετήσιες παγκόσμιες ανωμαλίες θερμοκρασίας από το 1901 έως το 2016 σε σχέση με την παγκόσμια ετήσια μέση θερμοκρασία για τον 20ο αιώνα (1901-2000).

Το Σχήμα 1 δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η ετήσια παγκόσμια θερμοκρασία ήταν σταθερά πάνω από τον παγκόσμιο μέσο όρο για τον 20ο αιώνα, ανεβαίνοντας απότομα από το 2010. Τα δεδομένα προέρχονται από την Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)¹. Ξεκινώντας από τη Νότια Αφρική, η επαρχία του Δυτικού Ακρωτηρίου γνώρισε άνευ προηγουμένου ξηρασία και σοβαρά απρόβλεπτα καιρικά μοτίβα τα τελευταία τρία χρόνια. Η Νότια Αφρική είχε έντονους καύσωνες τον Ιανουάριο του 2016 σε περίπου 62 τοποθεσίες σε εθνικό επίπεδο με καταγεγραμμένες θερμοκρασίες που έφτασαν τους 46 °C στην Τόσκα στη βορειοδυτική επαρχία σύμφωνα με τις Μετεωρολογικές Υπηρεσίες της Νότιας Αφρικής (South African Weather Services,SAWS). Η Μποτσουάνα κατέγραψε και έσπασε εθνικό ρεκόρ 72 ετών για τη μέγιστη θερμοκρασία του στο Maun στους 44 °C. Η Αλάσκα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής είχε τον θερμότερο μήνα της τον Φεβρουάριο του 2016 καταρρίπτοντας ένα εθνικό ρεκόρ 96 ετών που προηγείται του μέσου όρου του 20ου αιώνα με αυξημένα επίπεδα 6,9 °C σύμφωνα με το NOAA, με την Καλιφόρνια και την Αυστραλία να καταγράφουν ατελείωτες άγριες πυρκαγιές λόγω

¹ <https://www.noaa.gov/weather>

υπερβολικής ξηρασίας και ζέστης, που οδηγούν σε μαζικές απώλειες ζώων και περιουσιακών στοιχείων εκτός από την οικονομική απώλεια που υπέστησαν τα άτομα και το κράτος.

1.1.3. Μέτρα Ελέγχου της Ρύπανσης Αυτοκινήτων



Πηγή εικόνας: https://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/Epikindynoi-oi-atmosfairikoi-rypoi-gia-thn-anthrwpinh-zwh_208088.asp

Ο κόσμος είναι πλέον συνειδητοποιημένος για την προστασία του περιβάλλοντος και τους κινδύνους των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που υποβαθμίζουν το περιβάλλον. Από τα Ηνωμένα Έθνη μέχρι οργανισμούς σε περιφερειακά τμήματα και μεμονωμένες χώρες, όλοι επιχειρούν να σώσουν και να αποτρέψουν εκτεταμένες ζημιές στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία ως αποτέλεσμα των εκπομπών ρύπων.

Λόγω των επιπτώσεων των εκπομπών των κινητήρων ντίζελ στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, οι κυβερνητικές υπηρεσίες που είναι αρμόδιες για την ανθρώπινη υγεία και την περιβαλλοντική ανάπτυξη έχουν προτείνει απαιτήσεις και επιτρεπόμενα πρότυπα για τον περιορισμό των εκπομπών των οχημάτων. Στην Ευρώπη, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) λειτουργεί από το 1993 με συστάσεις και πρότυπα Euro I έως Euro IV, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Πρότυπα EURO για βαρέα επαγγελματικά οχήματα σύμφωνα με το Delphi 2016 έως 2017² σύμφωνα με το Walker (2016).

	CO	HC	NO _x	PM
	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)
Euro I	4.5	1.1	8.0	0.61
Euro II	4	1.1	7.0	0.15
Euro III	2.1	0.66	5.0	0.13
Euro IV	1.5	0.46	3.5	0.02
Euro V	1.5	0.46	2.0	0.02
Euro VI	1.5	0.13	0.4	0.01

Από τον Πίνακα 3 μπορεί να φανεί ξεκάθαρα ότι τα πρότυπα έχουν γίνει πιο αυστηρά, υποχρεώνοντας έτσι τους κατασκευαστές οχημάτων και τους παρόχους υπηρεσιών του κλάδου να εργαστούν σκληρότερα για τη μείωση των εκπομπών από δημόσια, ιδιωτικά και εμπορικά οχήματα. Εδώ και σχεδόν τρεις δεκαετίες έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες για τις τροποποιήσεις του κινητήρα και έχουν εισαχθεί ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου για τον ψεκασμό καυσίμου, μαζί με τεράστια βελτίωση στις ιδιότητες και την ανάπτυξη του καυσίμου. Μεταξύ των τεχνικών που διερευνήθηκαν για τη μείωση των εκπομπών σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές είναι: η χρήση ανακυκλοφορίας καυσαερίων (exhaust gas recirculation, EGR), η παγίδα NO_x (lean NO_x trap, LNT), ο καταλύτης οξείδωσης ντίζελ (diesel oxidation catalyst, DOC), φίλτρο σωματιδίων ντίζελ (diesel particulate filter, DPF) και η τεχνική επιλεκτικής καταλυτικής μείωσης (selective catalytic reduction, SCR) (Nova & Tronconi, 2014). Ωστόσο, αυτές οι εξελίξεις απέτυχαν να επιτύχουν επαρκή μείωση των εκπομπών ρύπων σύμφωνα με τα απαιτούμενα ρυθμιστικά πρότυπα, όπως ορίζονται από τις ελεγχόμενες υπηρεσίες προστασίας του περιβάλλοντος.

²www.delphi.com%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Finline-files%2Fdelphi-worldwide-emissions-standards-passenger-cars-light-duty-2016-7.pdf&usq=AOvVaw3NfwESpcDV9eJ29LMeMmiJ

1.2. Η Επίδραση του Πολέμου στην Ουκρανία στους Ορυκτούς Πόρους



Πηγή εικόνας:

<https://www.capital.gr/diethni/3609804/ti-tha-simaine-o-polemos-stin-oukrania-gia-tin-energeiaki-krisi-tis-europis>

Η σημασία της Ρωσίας και της Ουκρανίας ως χωρών παραγωγών ενέργειας και τροφίμων είναι τέτοια που η σύγκρουση μεταξύ τους έχει κλονίσει τις παγκόσμιες αγορές. Η απειλή διακοπής του ενεργειακού εφοδιασμού από τη Ρωσία έχει προκαλέσει άνευ προηγουμένου αυξήσεις των τιμών των ορυκτών καυσίμων: στις 6 Απριλίου 2022, το πετρέλαιο ήταν 108 δολάρια το βαρέλι, ενώ ήταν κάτω από 80 δολάρια το βαρέλι στο τέλος του έτους 2021, το φυσικό αέριο στην Ευρώπη έφτασε σχεδόν τα 345 ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh) τον Μάρτιο³, από 100 ευρώ ανά MWh τέλος του 2021 και η τιμή των συμβάσεων μελλοντικής εκπλήρωσης του άνθρακα στην Αυστραλία αυξήθηκε στα 435 \$ /τόνο το πρώτο εξάμηνο (Proctor, 2022), που είναι η υψηλότερη τιμή διαχρονικά και τριπλασίασε την τιμή από αρχή του έτους. Ενώ η Ρωσία είναι ένας σημαντικός παραγωγός παγκοσμίως, δεν είναι ο μόνος καθοριστικός παράγοντας των τιμών και οι αποφάσεις που λαμβάνονται από τον

³ Quantum Commodity Intelligence (2022), 'European natural gas price collapse continues, TTF slumps 19%', <https://www.qcintel.com/article/european-natural-gas-price-collapse-continues-ttfslumps-19-4665.html>

Οργανισμό Πετρελαιοεξαγωγικών Χωρών (Organization of the Petroleum Exporting Countries, OPEC) θα καθορίσουν σημαντικά τις περαιτέρω τάσεις των τιμών, με ορισμένους αναλυτές να δηλώνουν ότι το πετρέλαιο θα μπορούσε να φτάσει τα 200 δολάρια \$ 200-250 ανά βαρέλι (Duguid et al., 2022). Εάν η ρωσική παραγωγή περιοριζόταν, η επιθυμία και η ικανότητα να αυξηθεί η παραγωγή από τις χώρες του OPEC για να ανακουφιστεί η έλλειψη στην αγορά θα απέτρεπε περαιτέρω άνοδο των τιμών.

Στην ΕΕ, η σχετική ακαμψία της κίνησης του φυσικού αερίου (η πλειονότητα του οποίου αντλείται μέσω σταθερών σωλήνων) και η σημασία της ρωσικής προσφοράς οδήγησαν στην ιδιαίτερα μεγάλη άνοδο των τιμών. Η πιθανότητα μακροπρόθεσμης διακοπής του εφοδιασμού φυσικού αερίου και η πιθανή στροφή στον άνθρακα στην Ευρώπη έστειλε ένα ισχυρό μήνυμα ζήτησης στις αγορές μελλοντικής εκπλήρωσης άνθρακα, με την τιμή του άνθρακα να αυξάνεται σχεδόν στα 100 ευρώ/τόνο τους πρώτους τρεις μήνες του 2022, αυξημένα σε σχέση με τα 60 €/τόνο τον Νοέμβριο του 2021.

Οι υψηλές τιμές της ενέργειας θα έχουν δευτερεύουσες επιπτώσεις στην τιμή των λιπασμάτων και θα απειλήσουν την οικονομική βιωσιμότητα της παραγωγής τους. Ακόμη και πριν ξεκινήσει η σύγκρουση στην Ουκρανία, πολλοί παραγωγοί λιπασμάτων στην Ευρώπη αγωνίζονταν να διατηρήσουν τις δραστηριότητές τους εν μέσω υψηλών τιμών φυσικού αερίου, με δύο εργοστάσια του Ηνωμένου Βασιλείου να κλείνουν το 2021 (Wearden, 2021). Επιπλέον, υπάρχει ιστορικό προηγούμενο για τις υψηλές τιμές του φυσικού αερίου που αναγκάζουν το κλείσιμο των εργοστασίων (Bailey & Wellesley, 2017). Η τρέχουσα υψηλή τιμή του λιπάσματος αλλάζει ήδη την γεωργική πρακτική μέσω μειώσεων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις και τις ποσότητες λιπασμάτων που εφαρμόζονται, γεγονός που θα περιορίσει περαιτέρω την προσφορά τροφίμων στο εγγύς μέλλον.

Από τον Φεβρουάριο, οι προθεσμιακές αγορές για σιτηρά έχουν αυξηθεί σημαντικά. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης σιταριού για την επερχόμενη συγκομιδή διαπραγματεύονταν κατά 41 τοις εκατό υψηλότερα στις 23 Μαρτίου από ό,τι την 1η Φεβρουαρίου και 21 τοις εκατό υψηλότερα από ό,τι την ημέρα της εισβολής της Ρωσίας. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης σιταριού για τον Δεκέμβριο του 2022, αντανακλώντας την επόμενη συγκομιδή, ήταν στο 35 τοις εκατό και στο 18 τοις εκατό για τις ίδιες ημερομηνίες, υποδεικνύοντας ότι η αγορά αναμένει μακροχρόνια αναστάτωση.

Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης αραβοσίτου ήταν 17 τοις εκατό πάνω από τις τιμές της 1ης Φεβρουαρίου στις 23 Μαρτίου, ενώ ακόμη και η σόγια - με λίγες άμεσες επιπτώσεις στη διαθεσιμότητά της ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης - αυξήθηκε κατά 8 τοις εκατό.

Ο βομβαρδισμός υποδομών, συμπεριλαμβανομένου ενός πυρηνικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής και η πολιορκία μεγάλων πόλεων από ρωσικά στρατεύματα, μαζί με τη σκόπιμη δολιοφθορά κρίσιμων πόρων από τις ουκρανικές δυνάμεις, είχαν ως αποτέλεσμα την άμεση και σημαντική διακοπή της εφοδιαστικής αλυσίδας στην Ουκρανία - τόσο στην ενέργεια, τις αγορές τροφίμων και λιπασμάτων και όχι μόνο.

Η διακίνηση εμπορευμάτων μέσα και έξω από την περιοχή της Μαύρης Θάλασσας έχει γίνει πιο απαιτητική από πλευράς υλικοτεχνικής υποστήριξης και σημαντικά πιο δαπανηρή στον απόηχο της σύγκρουσης, ιδίως με το κλείσιμο των λιμανιών της Ουκρανίας. Ο χαρακτηρισμός της Μαύρης Θάλασσας και της Αζοφικής Θάλασσας ως περιοχών «υψηλού κινδύνου» για τη ναυτιλία έχει ωθήσει τα ασφάλιστρα σε αυτόν τον κλάδο, ενώ οι φόβοι για περαιτέρω κυρώσεις στο θαλάσσιο εμπόριο έχουν ωθήσει ορισμένες ναυτιλιακές εταιρείες να παγώσουν τις συμφωνίες με Ρώσους προμηθευτές (Meade, 2022). Τα πλοία αντιμετωπίζουν καθυστερήσεις σε λιμάνια και αλλού, καθώς διενεργούνται πρόσθετοι τελωνειακοί έλεγχοι για να διασφαλιστεί ότι δεν έχουν παραβιαστεί κυρώσεις. Οι σιδηροδρομικές συνδέσεις μεταξύ Ουκρανίας και Ρωσίας καταστράφηκαν από τα ουκρανικά στρατεύματα αμέσως μετά τη ρωσική εισβολή και η διαμετακόμιση των εμπορευματικών μεταφορών μεταξύ Ασίας και Ευρώπης αναμένεται να διακοπεί μακροπρόθεσμα τόσο από οικονομικές κυρώσεις όσο και από μποϊκοτάζ του ιδιωτικού τομέα, πιθανότατα προκαλώντας μια στροφή σε άλλους τρόπους, όπως η ναυτιλία. Οι επιπτώσεις της σύγκρουσης στο κόστος μεταφοράς γίνονται ήδη εμφανείς στις ΗΠΑ: καθώς η ζήτηση για σιτάρι στρέφεται από τη Μαύρη Θάλασσα στις ΗΠΑ, το κόστος εξαγωγής σιτηρών από τον Κόλπο του Μεξικού έχει αυξηθεί σε υψηλό σχεδόν οκτώ ετών. Η εισβολή της Ρωσίας σημειώθηκε σε μια κρίσιμη στιγμή για τους παραγωγούς σιτηρών και ελαιούχων σπόρων της χώρας. Το μεγαλύτερο μέρος των δημητριακών, του ηλιέλαιου και των ηλιόσπορων της προηγούμενης σεζόν εξήχθη πριν από την εισβολή. Οι συνολικοί όγκοι εξαγωγών για το καλλιεργητικό έτος 2021-22 αυξήθηκαν κατά 29 τοις εκατό για την Ουκρανία, αλλά μειώθηκαν κατά περίπου 21 τοις εκατό για τη Ρωσία, αφήνοντας τις

συνολικές εξαγωγές από αυτές τις χώρες σε γενικές γραμμές παρόμοιες με το 2020-21. Η κύρια καλλιεργητική περίοδος στην Ουκρανία αρχίζει συνήθως στα τέλη Μαρτίου έως τον Απρίλιο, όταν φυτεύονται οι ανοιξιάτικες καλλιέργειες και ολοκληρώνεται τον Αύγουστο. Το χειμερινό σιτάρι και κριθάρι φυτεύτηκαν το φθινόπωρο του 2021. Πολλές δραστηριότητες είναι απίθανο να είναι δυνατές φέτος: ακόμα κι αν οι αγρότες μπορούν να φτάσουν στα χωράφια τους, έχουν έλλειψη λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, ζιζανιοκτόνων και καυσίμων για γεωργικά μηχανήματα. Πολλές από τις πιο σημαντικές περιοχές καλλιέργειας της Ουκρανίας - ιδιαίτερα για το κριθάρι, τον αραβόσιτο, τους ηλιόσπορους και το σιτάρι - βρίσκονται στα ανατολικά και βορειοανατολικά της χώρας, όπου η σύγκρουση ήταν πιο έντονη. Ο FAO προβλέπει ότι «μεταξύ 20 και 30 τοις εκατό των εκτάσεων με χειμερινά δημητριακά, καλαμπόκι και ηλιόσπορους στην Ουκρανία είτε δεν θα φυτευτούν είτε θα παραμείνουν ασυλλόγιστες κατά την περίοδο 2022-23, με τις αποδόσεις αυτών των καλλιεργειών επίσης πιθανό να επηρεαστούν αρνητικά⁴.

Οι κατάντη λειτουργίες έχουν επίσης διακοπεί και βαθμονομηθεί: ο κορυφαίος προμηθευτής τροφίμων της Ουκρανίας έχει δώσει προτεραιότητα στις διανομές ανθρωπιστικών τροφίμων στη χώρα, ενώ, την ημέρα της εισβολής, η Bunge - μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες ελαιούχων σπόρων που δραστηριοποιείται στην Ουκρανία - έκλεισε τις εγκαταστάσεις σύνθλιψής της στο Ντνίπρο και στο Μικολάιβ.

Παρά τη σύγκρουση, το φυσικό αέριο συνέχισε να ρέει από τη Ρωσία προς την ΕΕ, με περίπου το ήμισυ αυτών των ροών να διέρχονται από την Ουκρανία. Στα τέλη Μαρτίου 2022, η Gazprom είπε ότι προμήθευε φυσικό αέριο σύμφωνα με αιτήματα από ευρωπαϊκές χώρες, αλλά, στις 25 Μαρτίου, η ρωσική κυβέρνηση ανακοίνωσε ότι η Gazprom θα έπρεπε «να δεχτεί πληρωμές σε ρούβλια». Οι τρέχουσες οικονομικές κυρώσεις το καθιστούν πολύ δύσκολο για τους δυτικούς αγοραστές και οι τιμές έχουν αυξηθεί περαιτέρω ως απάντηση. Με πολλές από τις συμβάσεις προμήθειας που ορίζουν πληρωμές σε δολάρια ΗΠΑ ή ευρώ και με τη γερμανική κυβέρνηση να συμβουλεύει τις εταιρείες να μην πληρώνουν σε ρούβλια, η Ρωσία άλλαξε τη θέση της στις 5 Απριλίου, ανακοινώνοντας ότι η μετάβαση στην πληρωμή σε ρούβλια θα ήταν σταδιακή για «μη φιλική πολιτείες», παρά άμεση. Παρά

⁴ Food and Agriculture Organization of the UN (2022), Information Note: The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the current conflict, <https://www.fao.org/3/cb9013en/cb9013en.pdf>

τον πόλεμο, η Ρωσία συνεχίζει να πληρώνει την Ουκρανία για δικαιώματα μεταφοράς φυσικού αερίου. Ωστόσο, εάν οι διεθνείς οικονομικές κυρώσεις επεκταθούν για να αποκλειστεί εντελώς η Ρωσία από το σύστημα διεθνών πληρωμών SWIFT, αυτό θα επηρεάσει ολοένα και περισσότερο την ικανότητα τόσο της Ρωσίας όσο και άλλων χωρών να πληρώνουν και να καθορίζουν το νόμισμα πληρωμής για εμπορεύματα όπως το φυσικό αέριο.

Η Ρωσία συνέχισε επίσης να εξάγει πετρέλαιο, αν και οι εξαγωγές από την κοινοπραξία αγωγών Κασπίας σταμάτησαν στα τέλη Μαρτίου. Αυτό προφανώς οφειλόταν σε ζημιές από την καταιγίδα, με την εταιρεία να ισχυρίζεται ότι οι εργασίες επισκευής θα μπορούσαν να καθυστερήσουν λόγω της απροθυμίας των δυτικών εταιρειών να προμηθεύσουν ανταλλακτικά. Το κλείσιμο σταμάτησε την εξαγωγή 1,4 εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου την ημέρα και οδήγησε σε άνοδο 5% στην τιμή του αργού Brent. Οι ροές ηλεκτρικής ενέργειας έχουν αλλάξει τα τελευταία χρόνια, με την Ουκρανία να έχει αποσυνδεθεί από το ρωσικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και να έχει συγχρονιστεί πλήρως με το ευρωπαϊκό δίκτυο. Η σύνδεση στις 16 Μαρτίου των δικτύων της Ουκρανίας και της Μολδαβίας είχε ήδη προγραμματιστεί, αλλά έχει επιταχυνθεί για να συμβάλει στην αύξηση της σταθερότητας του δικτύου στην Ουκρανία⁵.

Οι φορείς του ιδιωτικού τομέα έχουν επίσης αποσυρθεί από τη δέσμευση με τη Ρωσία. Ορισμένες εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου έχουν ανακοινώσει ότι θα αποχωρήσουν από το μερίδιό τους από κοιτάσματα ή εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Αυτά περιλαμβάνουν το μερίδιο 20 τοις εκατό της BP στη Rosneft, τη συμμετοχή της ExxonMobil στο έργο Sakhalin-I στην ανατολική Ρωσία, την κοινοπραξία της Shell με την Gazprom στο έργο Sakhalin-II και όλα τα ρωσικά εγχειρήματα της νορβηγικής εταιρείας Equinor. Στους τομείς των τροφίμων και των λιπασμάτων, ορισμένες μεγάλες εταιρείες του ιδιωτικού τομέα διέκοψαν ή μείωσαν τις δραστηριότητές τους στη Ρωσία: η Bayer - βασικός προμηθευτής γεωργικών εισροών στη Ρωσία - εξαρτά την προμήθεια της για το 2023 από την «διακοπή των απρόκλητων επιθέσεων της Ρωσίας στην Ουκρανία και

⁵ European Commission (2022), 'Statement by Commissioner for Energy Kadri Simson on Synchronisation of the Continental European Electricity Grid with Ukraine and Moldova', https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_1789

επιστρέφοντας σε μια πορεία διεθνούς διπλωματίας και ειρήνης. Οι όμιλοι αγροτοβιομηχανιών Bunge και Cargill ανακοίνωσαν την αναστολή των νέων επενδύσεων και των εξαγωγικών τους επιχειρήσεων στη Ρωσία (αν και οι υπάρχουσες δραστηριότητες τους σε σιτηρά και ελαιούχους σπόρους συνεχίζονται) ενώ η ADM - μια άλλη μεγάλη αγροτική επιχείρηση - δήλωσε ότι θα περιορίσει τις δραστηριότητές της στη Ρωσία. Εν τω μεταξύ, η εταιρεία εξόρυξης Rio Tinto αποχώρησε επίσης από την κοινοπραξία της με τη ρωσική εταιρεία παραγωγής αλουμινίου Rusal.

2. Η Έννοια της Ηλεκτροκίνησης και του Αυτοματισμού

2.1. Τάσεις στον τομέα της Ηλεκτροκίνησης



Πηγή εικόνας:

<https://athina984.gr/2022/05/30/synedrio-itc-gia-metafores-kai-ilektrokinisi/>

Η ποιότητα ζωής επηρεάζεται σημαντικά από το περιβάλλον στο οποίο ζούμε και ως εκ τούτου οι μεγάλες προσπάθειες της ανθρωπότητας κατευθύνονται ακριβώς στη βιωσιμότητα και τη βελτίωση αυτού του περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης μπορεί να θεωρηθεί ως μακροπρόθεσμη λύση για την προστασία του κλίματος αλλά και τα συμφέροντα της ρυθμιζόμενης αυτοκινητοβιομηχανίας. Στην αυτοκινητοβιομηχανία, αυτό εκδηλώνεται κυρίως στην πίεση για μείωση της κατανάλωσης αυτοκινήτου και μείωση των εκπομπών CO₂, δηλαδή του διοξειδίου του άνθρακα. Τα αυστηρότερα όρια αναγκάζουν τους κατασκευαστές αυτοκινήτων να μειώσουν τον όγκο των κινητήρων των αυτοκινήτων τους, να εισάγουν νέες ακριβές τεχνολογίες που θα μειώσουν τις αναφερόμενες εκπομπές ή ακόμη και να περιορίσουν την παραγωγή ορισμένων κινητήρων για οικονομία καυσίμου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει στόχους (i) να γίνει ουδέτερος ως προς τον άνθρακα έως το 2050 και (ii) να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών κατά 55% έως το 2030. Για να

επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, τα επιβατικά αυτοκίνητα -τα οποία σήμερα αντιπροσωπεύουν περίπου το 12% των εκπομπών EU CO₂ πρέπει να απελευθερωθούν γρήγορα⁶.

Η λύση σε αυτές τις προκλήσεις θα μπορούσε να είναι η επέκταση των οχημάτων που κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια, γενικά γνωστή ως ηλεκτροκίνηση. Αυτός ο όρος μπορεί να οριστεί ως κίνηση με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Οι Grauers et al. (2013) ορίζουν ως ηλεκτρικά τα επιβατικά αυτοκίνητα και άλλα μέσα μεταφοράς που κινούνται τουλάχιστον εν μέρει από ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τις απαιτήσεις και τις περιστάσεις που σχετίζονται με αυτά.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν γίνει πιο συχνό θέμα δημοσίων συζητήσεων από το 2009 περίπου, παρόλο που η ιστορία τους χρονολογείται από τον 19ο αιώνα (Schwedes et al., 2013). Σήμερα, η ηλεκτροκίνηση ασχολείται κυρίως με τη λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων, δηλαδή τη λειτουργία ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ηλεκτρικών μοτοσυκλετών και ποδηλάτων (e-bikes) και μέσων μαζικής μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένων των τραμ, μετρό, τρόλεϊ και ηλεκτρικών λεωφορείων, πλοίων και αεροπλάνων. Τα υβριδικά οχήματα εμπίπτουν επίσης οριακά σε αυτήν την κατηγορία, καθώς αυτά τα οχήματα χρησιμοποιούν πολλαπλά συστήματα κίνησης για να λειτουργήσουν, τουλάχιστον ένα από τα οποία είναι ηλεκτρικό.

Όσον αφορά τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των καταναλωτών σχετικά με την κινητικότητά τους, η οποία στο μέλλον θα πρέπει να είναι απλούστερη, πιο ευέλικτη, φθηνότερη και πιο βιώσιμη, η ηλεκτροκίνηση φαίνεται να είναι μια ιδανική εναλλακτική (Weber, 2020).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Η ηλεκτροκίνηση δεν επηρεάζεται μόνο από τις τεχνολογικές της πτυχές αλλά και από οικονομικές, πολιτικές, κοινωνικές και φυσικά περιβαλλοντικές της διαστάσεις. Οι Kolz & Schwarz (2017) στη μελέτη τους, εντόπισαν αυτό το ερευνητικό κενό και επεσήμαναν βασικούς τομείς επιρροής που επηρεάζουν την ηλεκτροκίνηση, αυτοί οι τομείς επιρροής παρουσιάζονται στους Πίνακες 4 και 5. Οι παγκόσμιες περιοχές προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας την ανάλυση STEP (socio-cultural technological economic and

⁶ Eardley, C. Electric Mobility: Inevitable, or Not? Final report 43. Available online: https://www.platformelectromobility.eu/wpcontent/uploads/2022/01/20220110_InevitableEV_Final.pdf

political). Οι τοπικές περιοχές προσδιορίστηκαν αναλύοντας επιστημονικές εργασίες αφιερωμένες στο θέμα της ηλεκτροκίνησης (Kolz & Schwartz, 2017).

Πίνακας 4. Παγκόσμιες περιοχές που επηρεάζουν την ηλεκτροκίνηση.

Παγκόσμια επιρροή	περιοχή	Περιγραφή
Οικονομία		Άμεσος ανταγωνισμός για ηλεκτροκίνηση και οικονομική ανάπτυξη.
Τεχνολογία		Αυξητική ή ριζική τεχνολογική πρόοδος στην ηλεκτροκινητικότητα.
Πολιτική		Γενικό και ειδικό πλαίσιο πολιτικής για την ηλεκτροκίνηση (π.χ. πολιτική σταθερότητα ή νομοθεσία).
Κοινωνία		Κοινωνική αλλαγή στην κοινωνία, π.χ., όσον αφορά τη δημογραφική σύνθεση ή τις αξίες.
Περιβάλλον		Περιβαλλοντικές πτυχές της διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος (π.χ. εκπομπές αερίων θερμοκηπίου).

Πίνακας 5. Τοπικές περιοχές που επηρεάζουν την ηλεκτροκίνηση.

Τοπική περιοχή επιρροής	Περιγραφή
Τεχνική κατάσταση	Τεχνολογικά χαρακτηριστικά ηλεκτρικού οχήματος.
Χρήση	Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.
Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας	Υπηρεσίες που επηρεάζουν την ελκυστικότητα ή τη λειτουργικότητα της ηλεκτροκίνησης.
Κατασκευαστές αυτοκινήτων	Συμπεριφορά κατασκευαστών αυτοκινήτων στο πλαίσιο της ηλεκτροκίνησης.
Ενεργειακή βιομηχανία	Συμπεριφορά των παραγόντων στον κλάδο της ενέργειας στο πλαίσιο της ηλεκτροκίνησης.
Χαρακτηριστικά της αγοράς	Ανταγωνισμός και συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων στην αγορά.

Για να προσδιορίσουν τους παράγοντες κάθε περιοχής επιρροής, οι Kolz & Schwarz (2017) πραγματοποίησαν περαιτέρω σε βάθος βιβλιογραφική έρευνα, από την οποία κατέληξαν συμπεράναν ότι οι πιθανοί παράγοντες επιρροής δεν αξιολογούνται μόνο από τη συχνότητα των αναφορών τους αλλά και από τον βαθμό διαφοροποίησής τους, τον βαθμό ολοκλήρωσής τους και την ερευνητική τους περιοχή, καθώς και από τον βαθμό κατανόησης τους και την ακρίβειά τους. Εάν δύο παράγοντες παρουσιάζουν σημαντική ομοιότητα και αναφέρονται στην ίδια πτυχή αναφοράς, συνδυάζονται και συμπτυκνώνονται σε έναν παράγοντα επιρροής (Kolz & Schwartz, 2017).

Συνολικά, 55 παράγοντες επιρροής επηρεάζουν παγκόσμιες και τοπικές περιοχές επιρροής στην ηλεκτροκίνηση. Από αυτούς τους παράγοντες, οι 29 είναι παγκόσμιοι και οι 26 είναι τοπικοί. Ο Πίνακας 6 συνοψίζει τα ευρήματα της μελέτης των Kolz & Schwarz (2017).

Πίνακας 6. Παράγοντες επιρροής της ηλεκτροκίνησης.

Παγκόσμια Επιρροής	Περιοχή	Παγκόσμιοι Παράγοντες Επιρροής
Οικονομία		Τιμή πετρελαίου, τιμή ηλεκτρικής ενέργειας, τιμή μπαταρίας, συνολικό κόστος ιδιοκτησίας, ανταγωνισμός ισοτιμιών. ιδιοκτησία, συναλλαγματική ισοτιμία, ανταγωνισμός.
Τεχνολογία		Τεχνολογία κίνησης, τεχνολογία μπαταριών, υποδομή, ενοποίηση λειτουργιών, ασφάλεια.
Πολιτική		Κρατική χρηματοδότηση, ρύθμιση, φόροι και χρεώσεις, νόμοι, ενεργειακή και κλιματική πολιτική, τυποποίηση.
Κοινωνία		Δημογραφική αλλαγή, ευαισθητοποίηση, αλλαγή αξιών, αποδοχή χρηστών, συμπεριφορά κινητικότητας, αστικοποίηση.
Περιβάλλον		Αειφορία, κλιματική αλλαγή, περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, διαθεσιμότητα πόρων, ανακύκλωση.
Τοπική Επιρροής	Περιοχή	Τοπικοί Παράγοντες Επιρροής
Τεχνική κατάσταση		Εύρος, απόψεις φόρτισης, χρόνος φόρτισης, ελαφρύς σχεδιασμός, ασφάλεια.
Χρήση		Διαθέσιμες πληροφορίες, καθημερινή ζωή, κόστος, εικόνα, ορατότητα, εμπορική χρήση.
Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας		Προσφορές χρηματοδότησης, υπηρεσίες βασισμένες σε ΤΠΕ, πολυτροπικές έννοιες, διαθεσιμότητα εργαστηρίου, κοινή χρήση ιδιωτικού αυτοκινήτου, υπηρεσίες μπαταρίας για μεγάλο χρονικό διάστημα.
Κατασκευαστές αυτοκινήτων		Ποικιλομορφία μοντέλων, αυτόνομη πλατφόρμα, έννοιες υπηρεσιών.
Energy industry		Υποδομή φόρτισης, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έξυπνο δίκτυο.
Χαρακτηριστικά αγοράς	της	Αυξημένος ανταγωνισμός, συνεργασία, διείσδυση ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά.

Όλοι οι παράγοντες που παρατίθενται στον Πίνακα 3 επηρεάζουν την ηλεκτροκίνηση σε διάφορους βαθμούς για όλα τα μέρη που εμπλέκονται σε αυτήν. Κατασκευαστές, πελάτες, πολιτείες και πόλεις, καθένας από αυτούς έχει διαδικασίες λήψης αποφάσεων που συνδέονται με κάθε έναν από τους τομείς που περιγράφονται στον Πίνακα 6.

2.2. Πολιτικές Προώθησης της Ηλεκτροκίνηση στην ΕΕ των 27



Πηγή εικόνας: <https://getelectric.gr/ilektrokinisi-stin-eyropi-ekthesi-ey/>

Στην ευρωπαϊκή στρατηγική για τα εναλλακτικά καύσιμα, πιστεύεται ότι ένας κατάλληλος συνδυασμός καυσίμων θα είναι σε θέση να σπάσει την εξάρτηση από το πετρέλαιο και να βελτιώσει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Επιπλέον, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) θεωρεί επίσης ότι η ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων θα βελτιώσει την οικονομική ανάπτυξη, θα ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα του κλάδου και θα προωθήσει την απασχόληση. Τέλος, τα εναλλακτικά καύσιμα μειώνουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (green house gas, GHG) από τις μεταφορές, γεγονός που επιτρέπει την επίτευξη των στόχων που τίθενται στη στρατηγική Η2020.

Η στρατηγική Η2020 είναι ένα φιλόδοξο πακέτο της ΕΕ και επιδιώκει την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Περιλαμβάνει συγκεκριμένο στόχο 20% για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), που είναι έως και 20% της συνολικά χρησιμοποιούμενης ενέργειας, καθώς και τη μείωση των εκπομπών GHG έως και 20% από τα επίπεδα του 1990⁷.

⁷ European Commission. A European Economic Recovery Plan. Communication from the Commission; European Commission. Available online: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication_13504_en.pdf

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επέκτεινε αυτόν τον στόχο σε 40% έως το 2030⁸. Χωρίς να θέτει υποχρεωτικό στόχο, η Λευκή Βίβλος για τις μεταφορές καθορίζει επίσης τον στόχο της μείωσης των εκπομπών CO₂ κατά 60% στις μεταφορές έως το 2050⁹.

Ως μία από τις κύριες εναλλακτικές πηγές ενέργειας για τη μεταφορά, η ηλεκτρική ενέργεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κυρίως για αυτοκίνηση στους αυτοκινητόδρομους, στις πόλεις και στις σιδηροδρομικές μεταφορές για ταξιδιώτες και για παράδοση αγαθών. Τα ηλεκτρικά οχήματα (electric vehicles, EV) θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα της πόλης και ως εκ τούτου την υγεία των πληθυσμών τους επειδή εκπέμπουν μηδενικά ή σχεδόν μηδενικά υποπροϊόντα και όχι καυσαέρια (Hannan et al., 2014). Ωστόσο, από την άποψη του δυνητικού αγοραστή, αυτό το περιβαλλοντικό όφελος μπορεί να είναι λιγότερο σημαντικό επειδή τα μέλη της κοινωνίας, από τη φύση τους είναι ατομιστές (Buenstorf & Cordes, 2008). Επίσης υπάρχει κριτική έρευνα για αυτό το περιβαλλοντικό όφελος, όπως η μελέτη των Perujo & Ciuffo (2010), όπου αναφέρεται ότι τα EV μπορούν πραγματικά να αντιπροσωπεύουν μια ρεαλιστική εναλλακτική λύση τόσο όσον αφορά τη διαθέσιμη χωρητικότητα του ηλεκτρικού δικτύου όσο και τη μείωση των εκπομπών CO₂. Η ηλεκτροκίνηση όμως θα μπορούσε να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την ημερήσια ζητούμενη ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, οι Camus et al. (2011) μελέτησαν διαφορετικά σενάρια για προφίλ διείσδυσης και φόρτισης EV και κατέληξαν στο συμπέρασμα για ένα ισχυρό σενάριο διείσδυσης EVs ότι οι τοπικές εκπομπές (CO, NO_x, HC και σωματιδίων PM) μειώθηκαν στο 10% με την αντικατάσταση των ελαφρών οχημάτων κινητήρων εσωτερικής καύσης από EVs, αλλά αντικαταστάθηκαν από 8% αύξηση των τοπικών εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (NO_x, SO₂) που απαιτείται κατά την παροχή της επιπλέον ενέργειας για την επαναφόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων.

Παρά τα περιβαλλοντικά οφέλη, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων που χρησιμοποιούνται είναι ακόμη πολύ περιορισμένος. Το 2013, ήταν ταξινομημένα 123.188 EV, που αντιπροσωπεύει το 1,1% του συνολικού αριθμού οχημάτων που ταξινομήθηκαν

⁸ European Council. Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework. SN 79/14. 2014. Available online: https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf

⁹ European Commission. Roadmap to a Single European Transport Area—Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System; White Paper. Available online: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0639&from=EN>

εκείνο το έτος στην ΕΕ των 28, που ήταν συνολικά 10.801.973 οχήματα¹⁰. Το περιορισμένο μερίδιο των ηλεκτρικών οχημάτων παρατηρείται επίσης και σε άλλες χώρες, όπως στις ΗΠΑ (Carley et al., 2013) καθώς και στην Κίνα και την Ιαπωνία (Lam et al., 2018).

Ο χαμηλός βαθμός διείσδυσης μπορεί να εξηγηθεί από έναν αριθμό διαφορετικών παραγόντων που αποθαρρύνουν τους πιθανούς αγοραστές, κάτι που εξετάστηκε στις μελέτες των Coffman et al. (2017) και των Sierzchula et al. (2014). Οι Coffman et al. (2017) ομαδοποιούν αυτούς τους παράγοντες σε εσωτερικές, εξωτερικές και εφαρμοσμένες πολιτικές, όπου στην πρώτη ομάδα, υπάρχει υψηλότερη αρχική επένδυση (Graham-Rowe et al., 2012), εκτεταμένος χρόνος επαναφόρτισης και περιορισμένο εύρος (Hidrué et al., 2011). Στις εξωτερικές πολιτικές, οι Coffman et al. (2017) περιλαμβάνουν τις σχετικές τιμές καυσίμων (Sierzchula et al., 2014) και τα χαρακτηριστικά των δυνητικών καταναλωτών, αλλά η βιβλιογραφία είναι ασαφής καθώς δεν προκύπτουν συμπεράσματα. Η διαθεσιμότητα των σταθμών φόρτισης είναι επίσης σημαντική, οι Sierzchula et al. (2014) το σημείωσαν ως έναν από τους παράγοντες με τη μεγαλύτερη επιρροή στην απόφαση αγοράς ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου και την προβολή του κοινού/κοινωνικούς κανόνες. Στην τελευταία ομάδα, οι Coffman et al. (2017) περιλαμβάνουν οικονομικά και μη κίνητρα, δημόσια στήριξη για την κατασκευή υποδομών επαναφόρτισης και ευαισθητοποίηση του κοινού.

Για την εξισορρόπηση αυτών των παραγόντων και την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, τα κράτη μέλη (ΚΜ) έχουν θεσπίσει κίνητρα για την αύξηση της ζήτησης. Όπως και άλλες στρατηγικές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, η ταχύτητα διείσδυσης στην αγορά θα μπορούσε να αυξηθεί από τις δημόσιες πολιτικές (Cansino et al., 2012).

Συχνά, τα διάφορα μέτρα εμφανίζονται αποσπασματικά και όχι ως σύνολο. Κατά συνέπεια, απαιτείται έρευνα προσανατολισμένη στην αναθεώρηση μέτρων αλλά και γενικότερα. Είναι επίσης απαραίτητη για την ανάλυση των εθνικών πλαισίων κινήτρων για την ομαδοποίηση μέτρων σε ομοιογενή σύνολα και επιτρέπουν τη σύγκριση μεταξύ των χωρών.

¹⁰ Eurostat. New Registrations of Passenger Cars, Motor Coaches, Buses and Trolley Buses, by Type of Vehicle and Alternative Motor Energy. 2016. Available online: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>

Σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα, η κατηγορία Plug-in EV περιλαμβάνει την ακόλουθη λίστα: Pure EVs ή Battery EVs (BEV), Extended-Range EVs (EREV) και Plug-In Hybrid EVs (PHEVs). Οι Hannan et al. (2014) προσφέρουν μια πρόσφατη και χρήσιμη ανασκόπηση αυτών των εναλλακτικών οχημάτων, όπου σε γενικές γραμμές τα αναφέρουν ως EVs, παρόλο που πολλά από τα μέτρα προώθησης της χρήσης τους ισχύουν και για άλλα οχήματα χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

2.3. Διαφορετικές Προσεγγίσεις στην Προώθηση της Ηλεκτροκίνησης



Πηγή εικόνας: <https://fleetnews.gr/nomos-toy-kratoys-i-proothisi-tis-ilektrokinisis/>

Η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων αυξάνεται, καθώς το 2011 περίπου 45.000 (εν μέρει) ηλεκτρικά οχήματα πουλήθηκαν παγκοσμίως: Το 2012 πουλήθηκαν περίπου 113.000 μονάδες, το 2013 περίπου 200.000 και το 2014 περίπου 300.000. Ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρικών επιβατικών αυτοκινήτων σε λειτουργία σε όλο τον κόσμο υπολογίζεται σε πάνω από 665.000 . Για το έτος 2015, οι παγκόσμιες πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων αναμένεται να ξεπεράσουν το 1 εκατομμύριο μονάδες. Επί του παρόντος, τα περισσότερα από τα οχήματα που πωλούνται είναι υβριδικά και plug-in υβριδικά, ενώ μόνο πολύ λίγα αμιγώς BEV πωλούνται. Η έντονη αύξηση του όγκου που μπορεί να παρατηρηθεί αποδίδεται σε παράγοντες όπως τα νέα μοντέλα, ο μεγάλος αριθμός κατασκευαστών και οι σημαντικές μειώσεις κόστους για μπαταρίες και άλλα εξαρτήματα. Ωστόσο, το υπάρχον απόθεμα ηλεκτρικών οχημάτων αντιπροσωπεύει μόνο ένα κλάσμα του παγκόσμιου αποθέματος οχημάτων.

Ορισμένες κυβερνήσεις έχουν θέσει στόχους επέκτασης για την ηλεκτροκίνηση (βλ. Πίνακα 7). Ειδικότερα σε χώρες με τις δικές τους αυτοκινητοβιομηχανίες, υπάρχουν στόχοι όγκου για ηλεκτρικά επιβατικά αυτοκίνητα που υποστηρίζονται με διάφορους

τρόπους. Λόγω της μεγάλης επιρροής που έχει η κρατική χρηματοδότηση στη δημιουργία αξίας στον τομέα της ηλεκτροκίνησης, αντίστοιχα προγράμματα και πρωτοβουλίες επηρεάζουν σημαντικά τη δημιουργία τοπικής αξίας. Σε όλο τον κόσμο, διαφορετικά μέτρα, όπως ασφάλιστρα αγοράς, κανόνες προμηθειών για στόλους δημοσίων οχημάτων, μειώσεις φόρων, μικρότερες περιόδους απόσβεσης για ηλεκτρικά οχήματα, καθώς και αυστηρότερα όρια ρύπανσης και εκπομπών CO₂ για κινητήρες εσωτερικής καύσης χρησιμοποιούνται σε διάφορους συνδυασμούς για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης.

Η διαφορετική υποστήριξη χρηματοδότησης και τα ρυθμιστικά πλαίσια σημαίνουν επίσης ότι οι κατασκευαστές μερικές φορές διαφοροποιούν τον σχεδιασμό των μοντέλων τους ανάλογα με τις διαφορετικές περιοχές πωλήσεων της Ευρώπης, της Ασίας και της Αμερικής, γεγονός που μπορεί να δυσχεράνει την ανάπτυξη μοντέλων ηλεκτρικών οχημάτων σε σημαντικές ποσότητες για μια παγκόσμια αγορά (Roland Berger, 2015). Επιπλέον, οι ετερογενείς συνθήκες πλαισίου για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης οδηγούν σε διαφορετικές τεχνολογικές εξελίξεις, όγκους παραγωγής και όγκους πωλήσεων ηλεκτρικών οχημάτων σε μεμονωμένες χώρες.

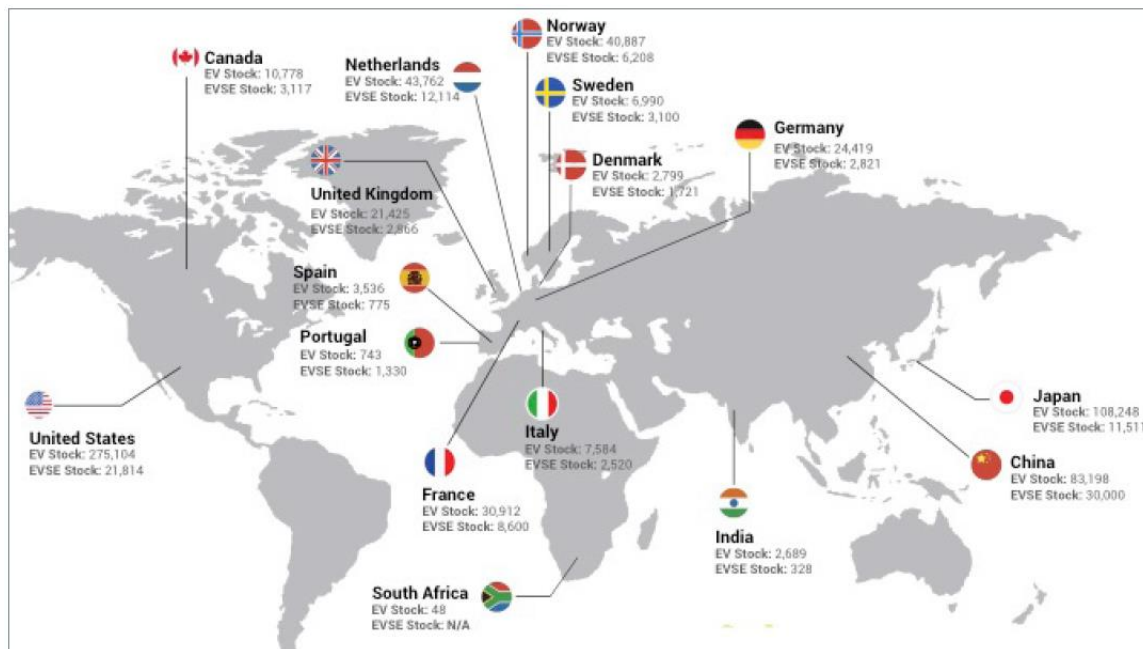
Πίνακας 7. Διεθνής σύγκριση για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων.

Χώρα	Σωρευτικός στόχος πωλήσεων έως το 2020	% των παγκόσμιων πωλήσεων	Ασφάλιστρα πωλήσεων	Διατάξεις προτεραιότητας για την προμήθεια δημόσιων στόλων	Φορολογική ελάφρυνση EV
Κίνα	5,0 εκ.	19%	X	X	
Γερμανία	1,0 εκ.	4 %			X
Ινδία	6,0–7,0 εκ.	n. d.	X	n. d.	n. d.
Ιαπωνία	0,8 εκ.	11 %	X	X	X
Νότια Κορέα	0,2 εκ.	n. d.	X	n. d.	n. d.
Η.Π.Α.	1,0 εκ.	38 %	X	X	X

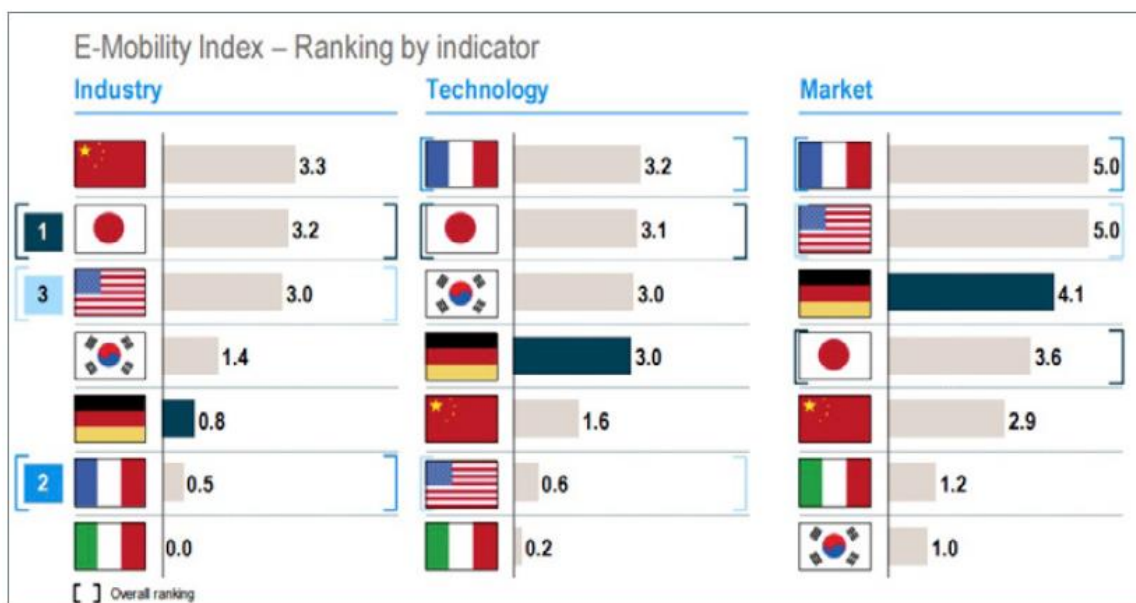
Από τη μία πλευρά, χώρες όπως η Νορβηγία, όπου τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν πάνω από το 1 % του συνολικού αποθέματος οχημάτων, καθώς και οι Κάτω Χώρες, οι Ηνωμένες Πολιτείες (ιδίως η Καλιφόρνια) και η Σουηδία, θεωρούνται σχετικά επιτυχημένες στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης (βλέπε Σχ. 2). Από την άλλη πλευρά, το 3ο τρίμηνο του 2014, τα ηλεκτροκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα αποτελούσαν λιγότερο από το 1% των μεριδίων του στόλου σε βασικές αγορές αυτοκινήτων (Γαλλία: 0,79%, Ιαπωνία: 0,73%,

Ηνωμένες Πολιτείες: 0,7%, Γερμανία: 0,35%, ΛΔΚ: 0,13%, Νότια Κορέα: 0,09%) (Roland Berger, 2014).

Η εταιρεία συμβούλων Roland Berger παρακολουθεί τακτικά διάφορες χώρες που αναλαμβάνουν ηγετικό ρόλο στην ηλεκτροκίνηση (κατασκευή αυτοκινήτων καθώς και παραγωγή κυψελών). Στη διαδικασία, προσδιορίζει παράγοντες όπως η θέση της εθνικής βιομηχανίας (δημιουργία εθνικής αξίας για την παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων και κυψελών), η τεχνολογία (τεχνολογικές επιδόσεις οχημάτων και κρατική υποστήριξη για έρευνα και ανάπτυξη) καθώς και το μέγεθος της εθνικής αγοράς και κατατάσσει τις σημαντικότερες χώρες στον τομέα της ηλεκτροκίνησης σύμφωνα με διάφορα πρότυπα κατάταξης (βλ. Σχ. 2). Τρία από τα επτά κορυφαία κράτη βρίσκονται επί του παρόντος στην Ασία: η Ιαπωνία, η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας και η Νότια Κορέα. Η Ιαπωνία βρίσκεται επί του παρόντος στην πρώτη θέση (Roland Berger, 2015).



Σχ. 2. Απόθεμα ηλεκτρικών οχημάτων και σημεία φόρτισης 2014.



Σχ. 3. Κατάταξη κορυφαίων χωρών ηλεκτροκίνησης.

Μία από τις κεντρικές προκλήσεις είναι το υψηλό κόστος απόκτησης ενός ηλεκτρικού οχήματος, το οποίο ιδιαίτερα στις αναδυόμενες και αναπτυσσόμενες οικονομίες σημαίνει ότι τα ιδιωτικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα απευθύνονται μόνο στις ανώτερες εισοδηματικά κατηγορίες πληθυσμού. Η μεξικανική κυβέρνηση υποστηρίζει την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων με απαλλαγή από τον φόρο νέων οχημάτων. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένας ειδικός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων, που τους επιτρέπει να πληρώνουν χαμηλότερο τιμολόγιο για το ρεύμα φόρτισης. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά οχήματα εξαιρούνται από τους συνήθεις περιορισμούς οδήγησης στην Πόλη του Μεξικού, οι οποίοι περιορίζουν πόσες ημέρες μπορούν να οδηγούν τα αυτοκίνητα την εβδομάδα (το λεγόμενο πρόγραμμα "Hoy No Circula"). Το 2015 υπολογίζεται ότι υπήρχαν 200 ηλεκτρικά οχήματα στο δρόμο στο Μεξικό. Υπάρχουν περίπου 150 δημόσιοι σταθμοί φόρτισης, οι περισσότεροι από αυτούς βρίσκονται στις μητροπολιτικές περιοχές της χώρας.

Στη Βραζιλία, η ηλεκτροκίνηση βρίσκεται σε σκληρό ανταγωνισμό με το σύστημα πρόωσης αιθανόλης. Η φυτική αιθανόλη χρησιμοποιείται εδώ και πολύ καιρό στη Βραζιλία ως πηγή ενέργειας για τον τομέα των μεταφορών. Ενώ οι αγοραστές υβριδικών οχημάτων πληρώνουν μειωμένο φόρο εισαγωγής, υπάρχει το παράδοξο ότι τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα δεν είναι επιλέξιμα για τη μείωση του φόρου εισαγωγής. Ωστόσο, τα

ηλεκτρικά οχήματα απαλλάσσονται από τον ετήσιο φόρο αυτοκινήτων σε πολλές πολιτείες της Βραζιλίας. Ενώ υπάρχουν επί του παρόντος μόνο περίπου 50 δημόσιοι σταθμοί φόρτισης στη χώρα, υπάρχουν περίπου 3.000 μικρά ηλεκτρικά και εμπορικά ηλεκτρικά οχήματα σε χρήση (Marchán/Viscidi, 2015).

2.4. Αγορά Ηλεκτρικών Οχημάτων



Πηγή εικόνας: <https://www.press365.gr/?p=49485>

Οι κατασκευαστές οχημάτων και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής ενισχύουν την προσοχή και τις δράσεις τους σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα (electric vehicles, EVs). Οι τεχνολογίες EV, όπως τα ηλεκτρικά μοντέλα αποκλειστικά μπαταρίας και τα υβριδικά ηλεκτρικά μοντέλα με δυνατότητα φόρτισης είναι ενεργές επιλογές για την επίτευξη περιβαλλοντικών, κοινωνικών και υγειονομικών στόχων.

Εκτός από το ότι είναι δύο έως τέσσερις φορές πιο αποτελεσματικά από τα συμβατικά μοντέλα κινητήρων εσωτερικής καύσης, τα EV μπορούν να μειώσουν την εξάρτηση από καύσιμα με βάση το πετρέλαιο και επειδή λειτουργούν με χαμηλές ή μηδενικές εκπομπές άνθρακα, μπορούν να προσφέρουν σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να βοηθήσουν στην επίλυση προβλημάτων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά οχήματα οδηγούν την πρόοδο στην τεχνολογία των μπαταριών, ένα βασικό ζήτημα για τη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα κατά τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια (Deng et al., 2020).

Οι στόλοι EV επεκτείνονται με γρήγορους ρυθμούς σε αρκετές από τις μεγαλύτερες αγορές οχημάτων στον κόσμο. Το κόστος των μπαταριών και των EV μειώνεται. Η υποδομή φόρτισης επεκτείνεται. Αυτή η πρόοδος προωθεί την ηλεκτροκίνηση ποικιλίας οχημάτων όπως τα δίκυκλα, τα τρίκυκλα, τα ελαφρά οχήματα (light duty vehicles, LDV) επιβατικά και φορτηγά, τα ταξί και τα κοινόχρηστα οχήματα, τα λεωφορεία και τα βαρέα οχήματα με απαιτήσεις μικρής εμβέλειας όπως οι αστικές παραδόσεις. Οι κατασκευαστές συνεχίζουν να επεκτείνουν τον αριθμό των μοντέλων EV που είναι διαθέσιμα στους πελάτες (Sanguesa et al., 2021).

Απαιτούνται ακόμη αποτελεσματικές πολιτικές για την αντιμετώπιση του αρχικού επενδυτικού κόστους, την προώθηση της υποδομής φόρτισης EV και τη διασφάλιση της ομαλής ενσωμάτωσης της ζήτησης φόρτισης στα συστήματα ισχύος. Καθώς τίθενται τα θεμέλια για την ευρεία υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων σε πολλές μεγάλες οικονομίες, υπάρχουν ισχυρές προοπτικές ότι η παρούσα δεκαετία του 2020 θα είναι η δεκαετία κατά την οποία η ηλεκτροκίνηση θα επεκταθεί σημαντικά.

2.4.1. Η Πρωτοβουλία Ηλεκτρικών Οχημάτων

Η Πρωτοβουλία Ηλεκτρικών Οχημάτων (Electric Vehicles Initiative, EVI) είναι ένα πολυκυβερνητικό φόρουμ πολιτικής που ιδρύθηκε το 2010 στο πλαίσιο του παγκόσμιου forum Clean Energy Ministerial (CEM).¹¹ Αναγνωρίζοντας τις ευκαιρίες που προσφέρουν τα EV, το EVI είναι αφιερωμένο στην επιτάχυνση της υιοθέτησης των EV παγκοσμίως. Για να γίνει αυτό, προσπαθεί να κατανοήσει καλύτερα τις προκλήσεις πολιτικής που σχετίζονται με την ηλεκτροκίνηση, να βοηθήσει τις κυβερνήσεις να τις αντιμετωπίσουν και να χρησιμεύσει ως πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων (Deng et al., 2020).

Το EVI διευκολύνει τις ανταλλαγές μεταξύ κυβερνητικών υπευθύνων χάραξης πολιτικής που έχουν δεσμευτεί να υποστηρίξουν την ανάπτυξη EV και μια ποικιλία συνεργατών, συγκεντρώνοντάς τους δύο φορές το χρόνο. Η πολυμερής φύση του, το άνοιγμα σε διάφορους ενδιαφερόμενους και η δέσμευση σε διαφορετικά επίπεδα διακυβέρνησης (από χώρα σε επίπεδο πόλης) προσφέρουν γόνιμες ευκαιρίες ανταλλαγής πληροφοριών και διδασχής από εμπειρίες που αναπτύχθηκαν από μια σειρά παραγόντων στη μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση.

¹¹ <https://www.cleanenergyministerial.org/>

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency, IEA) λειτουργεί ως συντονιστής για την υποστήριξη των κυβερνήσεων μελών του EVI σε αυτή τη δραστηριότητα. Οι κυβερνήσεις που δραστηριοποιήθηκαν στο EVI την περίοδο 2020-21 περιλαμβάνουν τον Καναδά, τη Χιλή, την Κίνα, τη Φινλανδία, τη Γαλλία, τη Γερμανία, την Ινδία, την Ιαπωνία, τις Κάτω Χώρες, τη Νέα Ζηλανδία, τη Νορβηγία, την Πολωνία, την Πορτογαλία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο. Ο Καναδάς και η Κίνα ηγούνται από κοινού της πρωτοβουλίας. Η Ελλάδα και η Γκάνα είναι παρατηρητές (Sanguesa et al., 2021).

Το EVI συμβάλλει επίσης στην αύξηση των επιπέδων φιλοδοξίας για ηλεκτροκίνηση παγκοσμίως μέσω των συνδεδεμένων καμπανιών CEM του EV30@30¹² και της Παγκόσμιας καμπάνιας επαγγελματικού οχήματος Drive to Zero, που κάθε μία υποστηρίζεται από διαφορετικά μέλη (Deng et al., 2020).

2.4.2. Τάσεις και Εξελίξεις στις Αγορές Ηλεκτρικών Οχημάτων

2.4.2.1. Ηλεκτρικά Ελαφρά Οχήματα



Πηγή εικόνας: <https://www.4troxoi.gr/epikairoτητα/ellada/restart-go-light-electric>

¹² https://iea.blob.core.windows.net/assets/8cbeac6e-50e5-4a50-909c-24108adaf603/CampaignDocumentupdate_2020.pdf

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είχαν έτος ρεκόρ το 2020, με την Ευρώπη να ξεπερνά την Κίνα ως τη μεγαλύτερη αγορά.

Μετά από μια δεκαετία ταχείας ανάπτυξης, το 2020 το παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών αυτοκινήτων έφτασε τις 10 εκατομμύρια μονάδες, σημειώνοντας αύξηση 43% σε σχέση με το 2019 και αντιπροσωπεύοντας μερίδιο αγοράς 1%. Τα ηλεκτρικά οχήματα αποκλειστικά μπαταρίας (Battery electric vehicles, BEV) αντιπροσώπευαν τα δύο τρίτα των ταξινομήσεων νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων και τα δύο τρίτα του αποθέματος το 2020. Η Κίνα, με 4,5 εκατομμύρια ηλεκτρικά αυτοκίνητα, έχει τον μεγαλύτερο στόλο, αν και το 2020 η Ευρώπη είχε τη μεγαλύτερη ετήσια αύξηση και έφτασε τα 3,2 εκατομμύρια

Συνολικά, η παγκόσμια αγορά για όλους τους τύπους αυτοκινήτων επηρεάστηκε σημαντικά από τις οικονομικές επιπτώσεις της πανδημίας Covid-19. Το πρώτο μέρος του 2020 είδε τις ταξινομήσεις νέων αυτοκινήτων να μειώνονται περίπου στο ένα τρίτο σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Αυτό αντισταθμίστηκε εν μέρει από την ισχυρότερη δραστηριότητα το δεύτερο εξάμηνο, με αποτέλεσμα τη συνολική ετήσια πτώση της τάξης του 16%. Συγκεκριμένα, με τις συμβατικές και τις συνολικές ταξινομήσεις νέων αυτοκινήτων να μειώνονται, το παγκόσμιο μερίδιο πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκε κατά 70% στο ρεκόρ 4,6% το 2020 (Sanguesa et al., 2021).

Περίπου 3 εκατομμύρια νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ταξινομήθηκαν το 2020. Για πρώτη φορά, η Ευρώπη προηγήθηκε με 1,4 εκατομμύρια νέες εγγραφές. Ακολούθησε η Κίνα με 1,2 εκατομμύρια ταξινομήσεις και οι Ηνωμένες Πολιτείες κατέγραψαν 295 χιλιάδες νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Πολλοί παράγοντες συνέβαλαν στην αύξηση των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2020. Ειδικότερα, με βάση το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα γίνονται σταδιακά πιο ανταγωνιστικά σε ορισμένες χώρες.

Αρκετές κυβερνήσεις παρείχαν ή παρέτειναν δημοσιονομικά κίνητρα που περιόρισαν τις αγορές ηλεκτρικών αυτοκινήτων εξαιτίας της ύφεσης στις αγορές αυτοκινήτων.

2.4.2.2. Η Αγορά της Ευρώπης

Συνολικά, η ευρωπαϊκή αγορά αυτοκινήτου συρρικνώθηκε κατά 22% το 2020. Ωστόσο, οι ταξινομήσεις νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων υπερδιπλασιάστηκαν σε 1,4 εκατομμύρια, αντιπροσωπεύοντας μερίδιο πωλήσεων 10%. Στις μεγάλες αγορές, η Γερμανία κατέγραψε 395 χιλ. νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και η Γαλλία 185 χιλ. Το Ηνωμένο Βασίλειο υπερδιπλασίασε τις ταξινομήσεις φτάνοντας τις 176 χιλ., ενώ τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα στη Νορβηγία έφτασαν σε ρεκόρ υψηλού μεριδίου πωλήσεων 75%, αύξηση περίπου στο ένα τρίτο από το 2019. Τα μερίδια πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων ξεπέρασαν το 50% στην Ισλανδία, το 30% στη Σουηδία και έφθασαν το 25% στην Ολλανδία (Sanguesa et al., 2021).

Αυτή η αύξηση των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη παρά την οικονομική ύφεση αντανακλά δύο μέτρα πολιτικής. Πρώτον, το 2020 ήταν το έτος στόχος για τα πρότυπα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) της Ευρωπαϊκής Ένωσης που περιορίζουν τις μέσες εκπομπές CO₂ ανά χιλιόμετρο που διανύεται για νέα αυτοκίνητα. Δεύτερον, πολλές ευρωπαϊκές κυβερνήσεις αύξησαν τα προγράμματα επιδοτήσεων για EVs ως μέρος πακέτων τόνωσης για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της πανδημίας. Στις ευρωπαϊκές χώρες, οι ταξινομήσεις BEV αντιπροσώπευαν το 54% των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2020, συνεχίζοντας να υπερβαίνουν αυτές των plug-in υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων (plug-in hybrid electric vehicles, PHEV). Ωστόσο, το επίπεδο εγγραφής BEV διπλασιάστηκε από το προηγούμενο έτος, ενώ το επίπεδο PHEV τριπλασιάστηκε. Το μερίδιο των BEV ήταν ιδιαίτερα υψηλό στην Ολλανδία (82% όλων των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων), τη Νορβηγία (73%), το Ηνωμένο Βασίλειο (62%) και τη Γαλλία (60%).

2.4.2.3. Η Αγορά της Κίνας

Η συνολική αγορά αυτοκινήτων στην Κίνα επηρεάστηκε από την πανδημία λιγότερο από άλλες περιοχές. Οι συνολικές ταξινομήσεις νέων αυτοκινήτων μειώθηκαν κατά περίπου 9% (Deng et al., 2020).

Οι εγγραφές νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων ήταν χαμηλότερες από τη συνολική αγορά αυτοκινήτου το πρώτο εξάμηνο του 2020. Αυτή η τάση αντιστράφηκε στο δεύτερο ημίχρονο καθώς η Κίνα περιόρισε την πανδημία. Το αποτέλεσμα ήταν μερίδιο πωλήσεων 5,7%, από 4,8% το 2019. Τα BEV ήταν περίπου το 80% των νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων που ταξινομήθηκαν (Deng et al., 2020).

Οι βασικές ενέργειες πολιτικής μείωσαν τα κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Κίνα. Οι επιδοτήσεις των αγορών επρόκειτο αρχικά να λήξουν στα τέλη του 2020, αλλά αντίθετα εν μέσω της πανδημίας αντίθετα μειώθηκαν κατά 10% και παρατάθηκαν ως το 2022. Αντανακλώντας τις οικονομικές ανησυχίες που σχετίζονται με την πανδημία, αρκετές πόλεις χαλάρωσαν τις πολιτικές αδειών κυκλοφορίας αυτοκινήτων, επιτρέποντας την εγγραφή περισσότερων οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης για την υποστήριξη των τοπικών αυτοκινητοβιομηχανιών (Tu et al., 2019).

2.4.2.4. Η Αγορά των Η.Π.Α.

Η αγορά αυτοκινήτου των ΗΠΑ μειώθηκε κατά 23% το 2020, αν και οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων μειώθηκαν λιγότερο από τη συνολική αγορά. Το 2020, ταξινομήθηκαν 295 χιλ. νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, εκ των οποίων περίπου το 78% ήταν BEV, από 327000 το 2019. Το μερίδιο των πωλήσεών τους ανήλθε στο 2%. Τα ομοσπονδιακά κίνητρα μειώθηκαν το 2020 λόγω των ομοσπονδιακών εκπτώσεων φόρου για την Tesla και τη General Motors, που αντιπροσωπεύουν την πλειονότητα των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων, φτάνοντας το όριο τους (Sanguesa et al., 2021).

2.4.2.5. Η Αγορά σε Άλλες Χώρες

Οι αγορές ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε άλλες χώρες ήταν ανθεκτικές το 2020. Για παράδειγμα, στον Καναδά η αγορά νέων αυτοκινήτων συρρικνώθηκε κατά 21%, ενώ οι ταξινομήσεις νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων παρέμειναν σε γενικές γραμμές αμετάβλητες από το προηγούμενο έτος στις 51000 .

Η Νέα Ζηλανδία αποτελεί αξιοσημείωτη εξαίρεση. Παρά την ισχυρή ανταπόκρισή της στην πανδημία, σημείωσε μείωση 22% στις ταξινομήσεις νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2020, σε συμφωνία με την πτώση της αγοράς αυτοκινήτων κατά 21%. Η μείωση φαίνεται να σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τις εξαιρετικά χαμηλές ταξινομήσεις ηλεκτρικών οχημάτων τον Απρίλιο του 2020, όταν η Νέα Ζηλανδία ήταν σε lockdown.

Μια άλλη εξαίρεση είναι η Ιαπωνία, όπου η συνολική αγορά νέων αυτοκινήτων συρρικνώθηκε κατά 11% από το επίπεδο του 2019, ενώ οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων μειώθηκαν κατά 25% το 2020. Η αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ιαπωνία μειώνεται σε απόλυτους και σχετικούς όρους κάθε χρόνο από το 2017, όταν κορυφώθηκε στις 54.000 ταξινομήσεις και μερίδιο πωλήσεων 1%. Το 2020, υπήρχαν 29.000 εγγραφές και μερίδιο πωλήσεων 0,6% (Sanguesa et al., 2021).

Παγκοσμίως, περίπου 370 μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων ήταν διαθέσιμα το 2020, σημειώνοντας αύξηση 40% από το 2019 (Deng et al., 2020). Η Κίνα έχει την ευρύτερη προσφορά, αντικατοπτρίζοντας τον λιγότερο ενοποιημένο τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και ότι είναι η μεγαλύτερη αγορά EV στον κόσμο. Όμως το 2020 η μεγαλύτερη αύξηση στον αριθμό των μοντέλων ήταν στην Ευρώπη όπου υπερδιπλασιάστηκε.

Τα μοντέλα BEV προσφέρονται στις περισσότερες κατηγορίες οχημάτων σε όλες τις περιοχές, ενώ τα PHEV τείνουν να προσφέρονται σε μεγαλύτερες κατηγορίες οχημάτων. Τα μοντέλα αθλητικών οχημάτων (Sport utility Vehicle, SUV) αντιπροσωπεύουν τα μισά από τα διαθέσιμα μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε όλες τις αγορές. Η Κίνα έχει σχεδόν διπλάσια διαθέσιμα μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία έχει περισσότερα από τα διπλάσια ηλεκτρικά μοντέλα από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Αυτή η διαφορά μπορεί εν μέρει να εξηγηθεί από τη συγκριτικά χαμηλότερη ωριμότητα της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων των ΗΠΑ, αντανακλώντας τους πιο αδύναμους κανονισμούς και κίνητρά της σε εθνικό επίπεδο (Tu et al., 2019).

Η μέση αυτονομία οδήγησης των νέων BEV αυξάνεται σταθερά. Το 2020, η σταθμισμένη μέση αυτονομία για ένα νέο ηλεκτρικό αυτοκίνητο με μπαταρία ήταν περίπου 350 χιλιόμετρα (km), από 200 km το 2015. Η σταθμισμένη μέση αυτονομία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στις Ηνωμένες Πολιτείες τείνει να είναι υψηλότερη από ό,τι στην Κίνα λόγω του μεγαλύτερου μεριδίου μικρών αστικών ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Κίνα. Η μέση

ηλεκτρική αυτονομία των PHEV παρέμεινε σχετικά σταθερή περίπου 50 km τα τελευταία χρόνια.

Η μεγαλύτερη ποικιλία μοντέλων και η μεγαλύτερη επέκταση το 2020 ήταν στην κατηγορία των SUV. Πάνω από το 55% των ανακοινωθέντων μοντέλων παγκοσμίως είναι SUV και pick-up. Οι κατασκευαστές αυθεντικού εξοπλισμού (Original equipment manufacturers, OEM) ενδέχεται να κινηθούν προς την ηλεκτροκίνηση αυτού του τμήματος για τους ακόλουθους λόγους (Sanguesa et al., 2021):

Τα SUV είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο τμήμα της αγοράς στην Ευρώπη και την Κίνα και έχει μακράν το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Τα SUV έχουν υψηλότερες τιμές και γενικά προσφέρουν υψηλότερα περιθώρια κέρδους από τα μικρότερα οχήματα. Αυτό σημαίνει ότι οι OEM είναι πιο εύκολο να επωμιστούν το επιπλέον κόστος της ηλεκτροκίνησης για τα SUV, καθώς το σύστημα μετάδοσης κίνησης αντιπροσωπεύει μικρότερο μερίδιο του συνολικού κόστους σε σύγκριση με ένα μικρό αυτοκίνητο (Tu et al., 2019).

Η ηλεκτροκίνηση των βαρύτερων και πιο καταναλωτικών οχημάτων προχωρά περισσότερο προς την επίτευξη των στόχων εκπομπών από την ηλεκτροδότηση ενός μικρού αυτοκινήτου.

Στην Ευρώπη, το αξιολογικό σύστημα οχημάτων μηδενικών ή χαμηλών εκπομπών (zero- or low-emission vehicle, ZLEV) στα πιο πρόσφατα πρότυπα εκπομπών CO₂ προσφέρει ισχυρά κίνητρα για την πώληση ηλεκτρικών SUV από το 2025, καθώς χαλαρώνει τα πρότυπα εκπομπών ανάλογα με τις δυνατότητές τους να μειώσουν συγκεκριμένες εκπομπές CO₂. Μάλιστα στην Ευρώπη, το μερίδιο των ηλεκτρικών μοντέλων SUV είναι υψηλότερο από ό,τι στη συνολική αγορά (Deng et al., 2020).

2.4.3. Καταχωρήσεις Ηλεκτρικών Ελαφρών Επαγγελματικών Οχημάτων



Πηγή εικόνας:

<https://carselectric.gr/h-nea-ilektriki-protasi-tis-opel-sta-elafra-epangelmatika-ochimata/>

Το παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων (light-commercial vehicle, LCV) αριθμεί περίπου 435 χιλ. μονάδες. Περίπου το ένα τρίτο από αυτά βρίσκονται στην Ευρώπη, όπου οι νέες ταξινομήσεις ηλεκτρικών LCV το 2020 ήταν μόλις 5% χαμηλότερες από αυτές στην Κίνα, η οποία είναι ο παγκόσμιος ηγέτης.

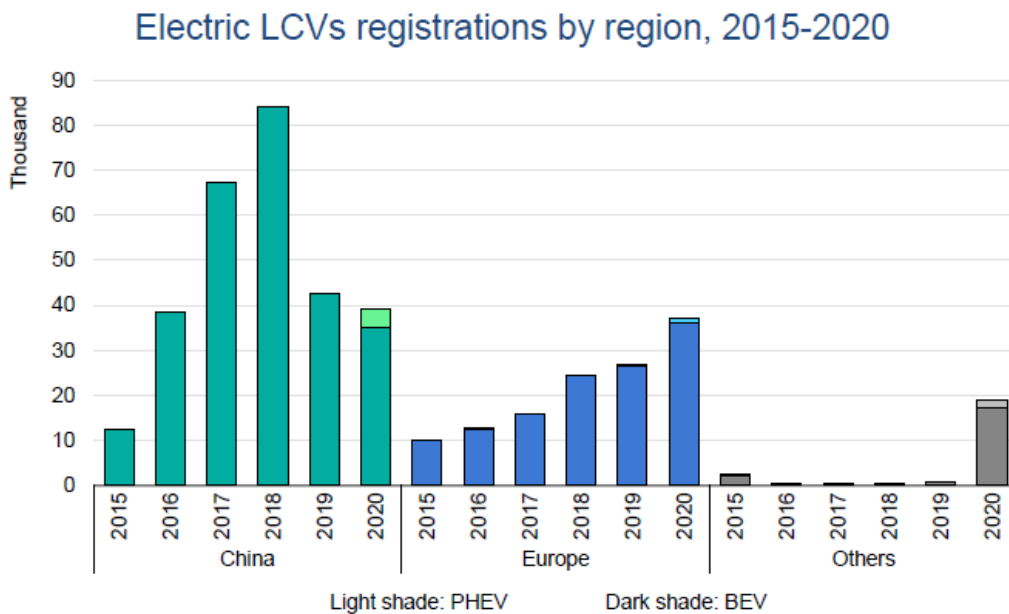
Οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών LCV στην Κίνα το 2020 ήταν 3400 μονάδες χαμηλότερες από το προηγούμενο έτος και ελαφρώς λιγότερες από το ήμισυ της αιχμής το 2018. Ο κύριος όγκος των ταξινομήσεων ηλεκτρικών LCV είναι BEV, με τα PHEV να αντιπροσωπεύουν λιγότερο από 10% (Sanguesa et al., 2021).

Στην Ευρώπη, οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών LCV αυξήθηκαν σχεδόν κατά 40% το 2020 σε σχέση με το προηγούμενο έτος και ξεπέρασαν τις 37 χιλ. μονάδες. Αν και αυτό ήταν λιγότερο εντυπωσιακό από τον υπερδιπλασιασμό των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι νέες ταξινομήσεις ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη οδηγούνται από πακέτα οικονομικής τόνωσης και από πρότυπα CO₂ που περιορίζουν τις εκπομπές ανά διανυόμενο χιλιόμετρο. Ωστόσο, τα τρέχοντα πρότυπα για τα LCV δεν είναι αρκετά

αυστηρά ώστε να δικαιολογούν την ηλεκτροκίνηση μεγάλης κλίμακας, όπως συμβαίνει για τα επιβατικά αυτοκίνητα.

Οι εγγραφές ηλεκτρικών LCV το 2020 στον υπόλοιπο κόσμο ήταν περίπου 19 χιλ. μονάδες. Τα περισσότερα από αυτά ήταν στην Κορέα, αντανακλώντας την κυκλοφορία δύο νέων μοντέλων BEV LCV, αλλά και ο Καναδάς πρόσθεσε στο απόθεμα ηλεκτρικών LCV. Άλλες αγορές σε όλο τον κόσμο δεν έχουν δει ακόμη μεγάλη υιοθέτηση ηλεκτρικών LCV.

Η έκρηξη των παραδόσεων προϊόντων κατ' οίκον κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 ενίσχυσε περαιτέρω την επέκταση των ηλεκτρικών LCV σε ορισμένες χώρες. Οι αυξημένες παραδόσεις προϊόντων προκάλεσαν ανησυχίες για την ατμοσφαιρική ρύπανση, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές. Σε απάντηση, ορισμένες εταιρείες ανακοίνωσαν σχέδια για ηλεκτροδότηση των στόλων παράδοσης (Deng et al., 2020).



Σχ. 1. Καταχωρήσεις ηλεκτρικών ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων (LCV) ανά περιοχή 2015-2020.

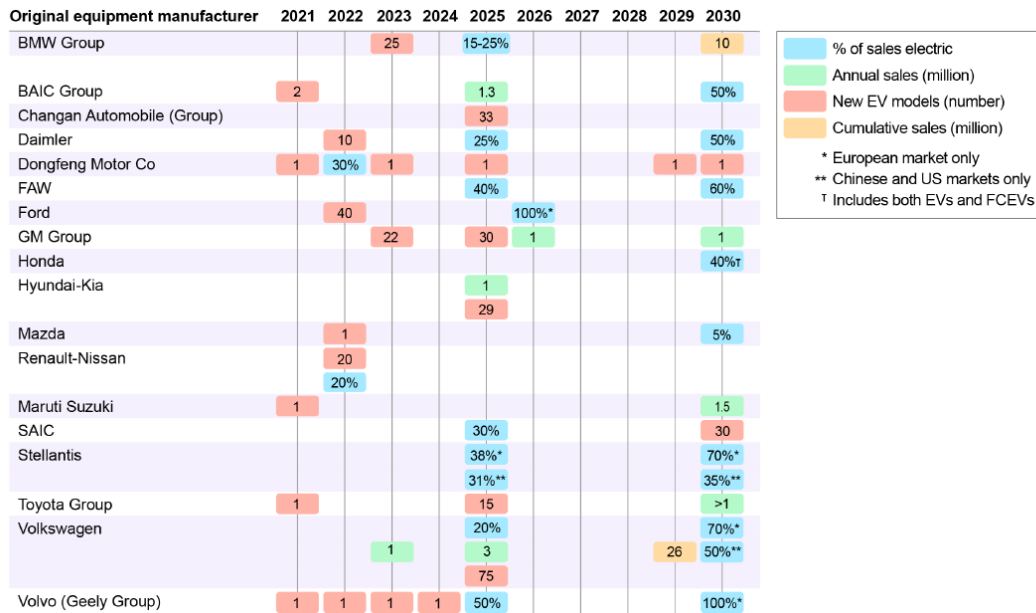
2.4.4. Κατασκευαστές Ηλεκτρικών Οχημάτων



Πηγή εικόνας:

<https://www.newsauto.gr/specials/ta-10-fthinotera-ilektrika-aftokinita-stin-ellada/>

Οι 18 από τους 20 μεγαλύτερους κατασκευαστών πρωτότυπου εξοπλισμού (OEM) έχουν δεσμευτεί να αυξήσουν την προσφορά και τις πωλήσεις των EV. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται η κατανομή των προηγούμενων ετών και η πρόβλεψη του μεριδίου αγοράς κατασκευαστών πρωτότυπου εξοπλισμού (Tu et al., 2019).



Σχ. 2. Πρόβλεψη μεριδίου αγοράς κατασκευαστών πρωτότυπου εξοπλισμού (OEM).

2.4.5. Τάσεις και Εξελίξεις στα Ηλεκτρικά Βαρέα Οχήματα



Πηγή εικόνας: <https://troxoikaitir.gr/article/390/barea-ilektrika-fortiga-eactros>
<https://www.carandmotor.gr/nea/ta-nea-prasina-leoforeia-poy-tha-doyme-stin-athina>

Οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών λεωφορείων και ηλεκτρικών βαρέων φορτηγών (heavy-duty truck, HDT) αυξήθηκαν το 2020 στην Κίνα, την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Το παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών λεωφορείων ήταν 600 χιλ. το 2020 και το ηλεκτρικό απόθεμα HDT ήταν 31 χιλ.

Καταχωρήσεις λεωφορείων

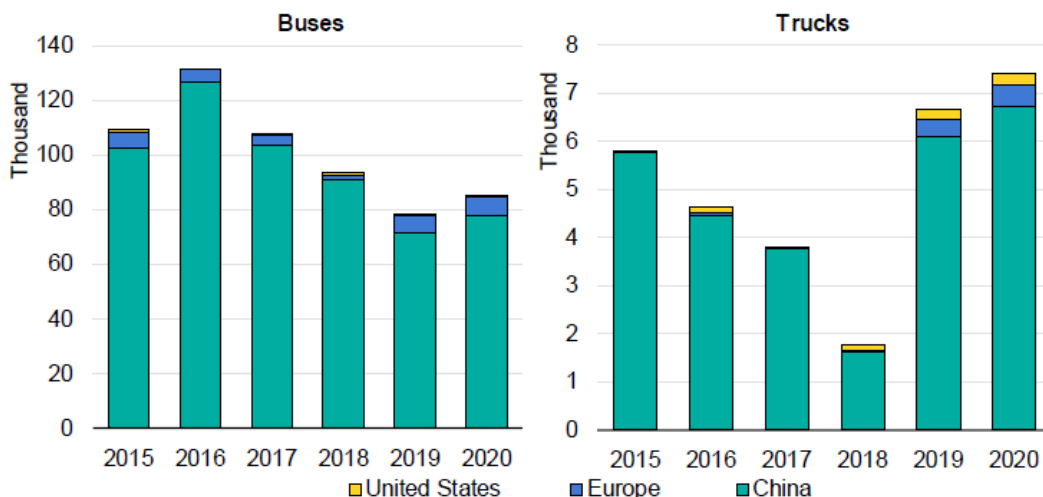
Η Κίνα συνεχίζει να κυριαρχεί στην αγορά των ηλεκτρικών λεωφορείων, με την ταξινόμηση 78 χιλ. νέων οχημάτων το 2020, σημειώνοντας αύξηση 9% σε ετήσια βάση για να φτάσει σε μερίδιο πωλήσεων 27%, με τις τοπικές πολιτικές για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης να είναι η κινητήρια δύναμη αυτής της τάσης (Sanguesa et al., 2021).

Οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών λεωφορείων στην Ευρώπη ήταν 2100, σημειώνοντας αύξηση περίπου 7%, πολύ κάτω από τον διπλασιασμό των ταξινομήσεων που παρατηρήθηκε το 2019. Τα ηλεκτρικά λεωφορεία αποτελούν πλέον το 4% όλων των ταξινομήσεων νέων λεωφορείων στην Ευρώπη. Είναι πολύ νωρίς για να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα της μη δεσμευτικής ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας για την ανάπτυξη καθαρών λεωφορείων και η ζήτηση μπορεί ακόμη να καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις πολιτικές σε τοπικό επίπεδο (Deng et al., 2020).

Στη Βόρεια Αμερική, υπήρξαν 580 νέες ταξινομήσεις ηλεκτρικών λεωφορείων το 2020, μειωμένες σχεδόν κατά 15% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η ανάπτυξη ηλεκτρικών λεωφορείων αντικατοπτρίζει κυρίως τις πολιτικές στην Καλιφόρνια, η οποία είναι η τοποθεσία του μεγαλύτερου μέρους του τρέχοντος αποθέματος ηλεκτρικών λεωφορείων. Στη Νότια Αμερική, η Χιλή πρωτοστατεί με 400 ηλεκτρικά λεωφορεία το 2020 και με συνολικό απόθεμα άνω των 800 μονάδων. Η Ινδία αύξησε τις ταξινομήσεις ηλεκτρικών λεωφορείων κατά 34% σε 600 το 2020.

Οι παγκόσμιες εγγραφές ηλεκτρικής HDT ήταν 7.400 το 2020, αυξημένες κατά 10% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Το παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών HDT ανέρχεται σε 31 χιλ. Η Κίνα συνεχίζει να κυριαρχεί στην κατηγορία, με 6.700 νέες ταξινομήσεις το 2020, αύξηση 10% αν και πολύ χαμηλότερη από την τετραπλάσια αύξηση το 2019. Οι ταξινομήσεις ηλεκτρικών HDT στην Ευρώπη αυξήθηκαν 23% σε περίπου 450 οχήματα και στις Ηνωμένες Πολιτείες αυξήθηκε στα 240 οχήματα. Τα ηλεκτρικά φορτηγά εξακολουθούν να είναι κάτω από το 1% των πωλήσεων και στις δύο αυτές περιοχές (Sanguesa et al., 2021).

Electric bus and truck registrations by region, 2015-2020

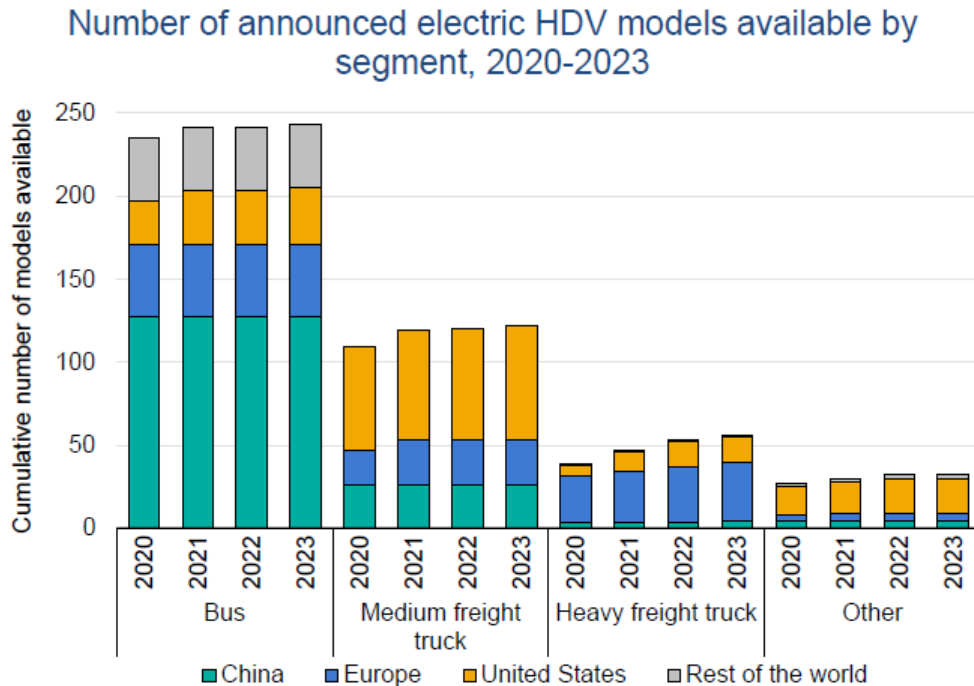


Σχ. 3. Καταχωρήσεις ηλεκτρικών λεωφορείων και φορτηγών ανά περιοχή, 2015-2020.

Η διαθεσιμότητα μοντέλων ηλεκτρικών βαρέων επαγγελματικών οχημάτων (heavy-duty vehicles, HDV) επεκτείνεται σε κορυφαίες παγκόσμιες αγορές. Τα λεωφορεία ήταν η πρώτη και πιο επιτυχημένη περίπτωση ηλεκτροκίνησης στην αγορά HDV, αλλά η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρικά φορτηγά ωθεί τους κατασκευαστές να διευρύνουν τις σειρές προϊόντων. Ωστόσο, η διαθεσιμότητα μοντέλων δεν είναι ο μόνος δείκτης μιας υγιούς αγοράς, καθώς λιγότερα συνολικά μοντέλα μπορεί να αντικατοπτρίζουν την αξιοπιστία και την ευρεία εφαρμογή των υπάρχοντων σχεδίων, ενώ η μεγαλύτερη ποικιλία μοντέλων μπορεί να αντανακλά την ανάγκη προσαρμογής προϊόντων για συγκεκριμένες ανάγκες και λειτουργίες (Deng et al., 2020).

Η αύξηση της υπάρχουσας και προβλεπόμενης διαθεσιμότητας ηλεκτρικών μοντέλων από το 2020 έως το 2023 σε όλες τις κατηγορίες, λεωφορεία, μεσαία φορτηγά (medium freight truck, MFT), βαρέα φορτηγά (heavy freight truck, HFT) και άλλα οχήματα, καταδεικνύει τη δέσμευση των κατασκευαστών για την ηλεκτροκίνηση. Κατασκευαστές φορτηγών όπως η Daimler, η MAN, η Renault, η Scania και η Volvo έχουν δηλώσει ότι βλέπουν ένα αποκλειστικά ηλεκτρικό μέλλον. Το διευρυνόμενο φάσμα των διαθέσιμων HDV μηδενικών εκπομπών, ιδιαίτερα στο τμήμα HFT, καταδεικνύει τη δέσμευση να παρέχει στους στόλους την ευελιξία για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών.

Το τμήμα HDV περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία τύπων οχημάτων, π.χ. από φορτηγά μεγάλων αποστάσεων έως φορτηγά αποκομιδής απορριμμάτων. Η Κίνα έχει τη μεγαλύτερη ποικιλία σε διαθέσιμα μοντέλα ηλεκτρικών λεωφορείων. Η διαθεσιμότητα των μοντέλων MFT είναι ευρύτερη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Για τα HFT, η οποία είναι η κατηγορία όπου η προσφορά μοντέλων EV αναμένεται να αυξηθεί περισσότερο, η Ευρώπη προσφέρει τη μεγαλύτερη ποικιλία μοντέλων.



Σχ. 4. Αριθμός ηλεκτρικών βαρέων επαγγελματικών οχημάτων (HDV) διαθέσιμα ανά κατηγορία, 2020-2023.

2.5. Η Ελληνική Αγορά Ηλεκτροκίνησης

Στην Ελλάδα η απορρόφηση της ηλεκτροκίνησης είναι πολύ χαμηλή μέχρι σήμερα. Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) εκτιμάται ότι δεν υπερβαίνουν τα 600 και ο αριθμός των σταθμών φόρτισης δεν είναι σαφής. Υπολογίζεται ότι μόνο 15 σταθμοί φόρτισης στη χώρα είναι δημόσιοι, ενώ κάποιοι άλλοι είναι προσβάσιμοι μόνο από συγκεκριμένους πελάτες (δηλαδή σε ξενοδοχεία) ή ακόμα χειρότερα δεν λειτουργούν επί του παρόντος. Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη και συνεχής κατάσταση των συμβατικών καυσίμων και οχημάτων σε εθνικό επίπεδο οδηγεί σε αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και σε

υποτίμηση της ποιότητας του αέρα, έναντι των εθνικών και κοινοτικών στόχων της κλιματικής πολιτικής. Θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη και άλλες εδαφικές παράμετροι, όπως το υψηλό επίπεδο αστικοποίησης των περισσότερων ελληνικών πόλεων μαζί με τα κυκλοφοριακά προβλήματα και τις υψηλές αιχμές συγκοινωνιών στα ελληνικά νησιά κατά τις τουριστικές περιόδους. Σημειώνεται ότι οι ξένοι τουρίστες δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα ηλεκτρικά τους αυτοκίνητα λόγω έλλειψης υποδομής χρέωσης και αντίστοιχου πλαισίου με κόστος και τιμολόγηση (Geronikolos & Potoglou, 2021).

2.5.1. Κυβερνητικές Πολιτικές

Στην Ελλάδα, οι αρμόδιοι φορείς για την άσκηση πολιτικής σχετικά με την ηλεκτροκίνηση είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, το Υπουργείο Μεταφορών και το Υπουργείο Οικονομίας.

Καθώς η ηλεκτροκίνηση αποτελεί περιβαλλοντική και ενεργειακή προτεραιότητα της εθνικής ατζέντας, η ελληνική κυβέρνηση έχει καταβάλει προσπάθειες να προωθήσει τα ηλεκτρικά οχήματα και τις υποδομές φόρτισης μέσω του νομοθετικού πλαισίου από το 2013 έως σήμερα, προκειμένου να αυξήσει την υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης σε εθνικό επίπεδο (Karolemeas et al., 2021).

Η ηλεκτροκίνηση αντιμετωπίζεται στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (ΕΣΔΕΑ), το οποίο καθορίζει την εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, τα προγραμματισμένα μέτρα ενεργειακής απόδοσης και τις βελτιώσεις που αναμένουν να επιτύχουν οι χώρες της ΕΕ. Το ΕΣΔΕΑ στο πλαίσιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την Ελλάδα καλύπτει την Οδηγία 2006/32/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και την Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Συγκεκριμένα, το ΕΣΔΕΑ περιλαμβάνει το Μέτρο 12: Εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων και σημείων επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Στόχος του μέτρου αυτού είναι η προώθηση της αγοράς και χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων (αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες, ποδήλατα και βαρέα οχήματα) και η κατασκευή σημείων φόρτισης (Karolemeas et al., 2021). Το μέτρο περιλαμβάνει την παροχή ευνοϊκών φορολογικών κινήτρων και επιδοτήσεων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων (EV) οποιουδήποτε τύπου τόσο για ιδιωτικούς όσο και δημόσιους φορείς που διαχειρίζονται στόλους οχημάτων. Επιπλέον, το μέτρο περιλαμβάνει επιδότηση για την κατασκευή σημείων φόρτισης δημόσιων και ιδιωτικών οχημάτων, που τροφοδοτούνται κυρίως από ΑΠΕ. Επί του

παρόντος, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων και των σταθμών φόρτισης παραμένει πολύ περιορισμένος στην Ελλάδα, σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ε.Ε. Άρα, το συγκεκριμένο μέτρο στο ΕΣΔΕΑ πρέπει να τροποποιηθεί και να εξειδικευτεί με νομοθετικές/κανονιστικές διατάξεις και κατευθυντήριες γραμμές που αφορούν ζητήματα όπως τιμολόγια/τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας και επιδοτήσεις για την ορθολογική εμπορευματοποίηση της ηλεκτροκίνησης (Geronikolos & Potoglou, 2021).

Μέχρι σήμερα, το νομοθετικό πλαίσιο για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης έχει διαμορφωθεί ως εξής (Karolemeas et al., 2021):

- Νόμος 4233/2014 (άρθρο 15) - Πρόβλεψη για εγκατάσταση πρατηρίων φόρτισης σε πρατήρια καυσίμων, γκαράζ και σταθμούς δημόσιας στάθμευσης
- Νόμος 4277/2014 (άρθρο 53) - Πρόβλεψη για πώληση ηλεκτρικής ενέργειας από επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας εκτός ηλεκτρικής ενέργειας
- Νόμος 4439/2016 - Μεταφορά της Οδηγίας 2014/94/ΕΕ για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων (Alternative Fuels Infrastructure Directive – AFID) στο εθνικό νομοθετικό πλαίσιο
- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 77726/1/2017 - Προδιαγραφή λεπτομερειών εφαρμογής και τεχνικών προδιαγραφών για το Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής για την ανάπτυξη της αγοράς υποδομών εναλλακτικών καυσίμων.
- Νόμος 4513/2018 - Πρόβλεψη για εγκατάσταση σταθμών επαναφόρτισης σε κοινόχρηστους χώρους
- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 42863/438/2019 - Προβλέψεις και προϋποθέσεις τεχνικών προδιαγραφών χρέωσης υποδομών στο εθνικό οδικό δίκτυο και κτίρια.

Αυτήν τη στιγμή, το Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής για την Ηλεκτροκίνηση είναι υπό επεξεργασία, καθώς και ένας νέος νόμος που εισάγει οικονομικά και φορολογικά κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων (Karolemeas et al., 2021).

2.5.2. Κίνητρα προς τους Πολίτες

Προς το παρόν, δεν υπάρχουν διαθέσιμες επιδοτήσεις στη χώρα για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Τα οικονομικά κίνητρα που παρέχει το Δημόσιο για την αγορά

ηλεκτρικών οχημάτων είναι η απαλλαγή των ηλεκτρικών οχημάτων από το τέλος ταξινόμησης, καθώς και ο μηδενικός ετήσιος φόρος οχημάτων και ο μηδενικός φόρος πολυτελείας. Επιπλέον, επιτρέπεται η πρόσβαση των ηλεκτρικών οχημάτων στη ζώνη περιορισμένης κυκλοφορίας του κέντρου της Αθήνας (Karolemeas et al., 2021). Επί του παρόντος, η Κυβέρνηση εξετάζει τις περιπτώσεις επιχορηγήσεων και άλλων οικονομικών κινήτρων, τόσο για την απόκτηση ηλεκτρικών οχημάτων όσο και για σταθμούς φόρτισης, που θα υλοποιηθούν μέσω ενός μακροπρόθεσμου σχεδίου προώθησης της ηλεκτροκίνησης. Θέματα όπως οι εθνικές οντότητες που είναι αρμόδιες για τη διαχείριση των επιχορηγήσεων, τα κριτήρια για τους δικαιούχους να λαμβάνουν επιδοτήσεις, η διαδικασία υποβολής αιτήσεων για επιχορηγήσεις από τους δυνητικούς δικαιούχους, τα υποχρεωτικά έγγραφα που πρέπει να υποβληθούν κ.λπ. πρέπει να καθοριστούν, λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη εμπειρία άλλων χωρών, καθώς και την ανταλλαγή και μεταφορά γνώσεων και πρακτικών μέσω του έργου EMOBICITY.¹³

Επιπλέον, η Ελλάδα πρέπει να εξετάσει και να καθορίσει ζητήματα της αγοράς ηλεκτροκίνησης στη χώρα, όπως τις αρχές που είναι αρμόδιες για τη διαχείριση και ρύθμιση της αγοράς, τη διαχείριση διαλειτουργικότητας, τη διαδικασία φόρτισης των EV, τη σταθερότητα του ηλεκτρικού δικτύου και την ποιότητα ισχύος, τα μοντέλα τιμολόγησης και τα τιμολόγια χρέωσης (Geronikolos & Potoglou, 2021).

¹³ <https://projects2014-2020.interregeurope.eu/emobicity/>

3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης και Αυτονομίας

3.1. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Ηλεκτροκίνησης

Τα τελευταία χρόνια οι παγκόσμιοι οργανισμοί, οι κυβερνήσεις και οι πολίτες σε όλο τον κόσμο έχουν συνειδητοποιήσει το μεγάλο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής που έχει προκαλέσει παγκοσμίως η υπερβολική χρήση ορυκτών καυσίμων και παραγώγων πετρελαίου. Ως αποτέλεσμα, κατά τη διαδικασία αναζήτησης βιώσιμων λύσεων, η ανθρωπότητα προχωρά προς μια σημαντική ενεργειακή αλλαγή (Roland Berger, 2015).

Αντιμέτωπες με αυτήν την πραγματικότητα, οι κυβερνήσεις έχουν υπογράψει διεθνείς συνθήκες με τις οποίες δεσμεύονται να αναπτύξουν δημόσιες πολιτικές που ευνοούν τη μείωση των ρύπων και των εκπομπών άνθρακα (Deng et al., 2020).

Η δημόσια μετακίνηση μέσω των MMM και η ηλεκτροκίνηση είναι δύο τρόποι που συμβάλλουν στην ενίσχυση της συνειδητοποίησης του προβλήματος και στην προσπάθεια για τη λύση του. Σε ότι αφορά την ηλεκτροκίνηση, ως τεχνολογία βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για μαζική υιοθέτηση τουλάχιστον στα αστικά κέντρα (Sanguesa et al., 2021).

3.1.1. Πλεονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης



Πηγή εικόνας:

<https://traction.gr/vw-id-3-to-ilektriko-aftokinito-tou-laou-kostizi-kato-apo-video/>

Στα πλεονεκτήματα των Ηλεκτρικών Οχημάτων συμπεριλαμβάνονται τα εξής (Deng et al., 2020):

- Ποικιλία επιλογών. Η ηλεκτροκίνηση δεν περιορίζεται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καθώς έχει αναπτυχθεί πληθώρα διαφορετικών ηλεκτρικών οχημάτων όπως ηλεκτρικές μοτοσυκλέτες, ποδήλατα, σκούτερ και οχήματα δημόσιας μεταφοράς υψηλής χωρητικότητας.
- Μηδενική ρύπανση. Τα ηλεκτρικά οχήματα δεν εκπέμπουν αέρια θερμοκηπίου, επομένως δεν υπάρχει ατμοσφαιρική ρύπανση. Επίσης ο θόρυβος που παράγουν είναι αμελητέος, ουσιαστικά και επομένως μπορούν να εξαλείψουν την ηχορύπανση (Hannan et al., 2014).
- Χαμηλότερο κόστος χρήσης. Η ναφόρτιση οποιουδήποτε τύπου ηλεκτρικού οχήματος είναι φθηνότερη από τη χρήση καυσίμου ανά διανυόμενη απόσταση, ακόμα και με τις παρούσες αυξημένες τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Λιγότερες μηχανικές βλάβες. Η διακοπή της χρήσης συστημάτων εσωτερικής καύσης μειώνει τον αριθμό των εξαρτημάτων στη συναρμολόγηση αυτών των

ηλεκτρικών μέσων μεταφοράς, μειώνοντας έτσι και τις πιθανότητες βλαβών στους μηχανισμούς τους και, με την ίδια λογική, μειώνοντας και το κόστος συντήρησης.

3.1.2. Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης



Στα μειονεκτήματα των Ηλεκτρικών Οχημάτων συμπεριλαμβάνονται τα εξής (Tu et al., 2019):

- Υψηλές τιμές. Δυστυχώς, οι τιμές των ηλεκτρικών οχημάτων εξακολουθούν να είναι σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με συμβατικά οχήματα αντίστοιχων δυνατοτήτων, με αποτέλεσμα αυτά να μην είναι προσβάσιμα στο μέσο πολίτη.
- Έλλειψη υποδομών. Οι απαραίτητες υποδομές για την εξυπηρέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων και κάλυψη των αναγκών σε ενεργειακό εφοδιασμό είναι ελάχιστες σε σύγκριση με τις υποδομές για τα συμβατικά οχήματα. Αυτό αναμένεται να βελτιώνεται καθώς θα πληθαίνουν τα ηλεκτρικά οχήματα (Hannan et al., 2014).
- Αυτονομία. Αν και υπάρχουν αρκετά ηλεκτροκίνητα μοντέλα με αυτονομία λίγο πάνω από 500 km, οι περισσότερες από αυτές τις μονάδες δεν είναι κατάλληλες για πολύ μεγάλες διαδρομές και, στην περίπτωση των αυτοκινήτων, δεν συνιστώνται ακόμη για μακρινά ταξίδια (Deng et al., 2020).

- Χρόνος φόρτισης. Ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια για τους χρήστες να μεταβούν σε ηλεκτρικό όχημα είναι ο χρόνος φόρτισης, ο οποίος μπορεί να κυμαίνεται από μισή ώρα έως 12 ώρες ανάλογα με τον τύπο της πρίζας. Ο χρόνος αυτός είναι απογοητευτικός σε σύγκριση με τον χρόνο που απαιτείται για το γέμισμα της δεξαμενής ενός συμβατικού οχήματος.
- Υποβάθμιση της μπαταρίας. Η συνεχής φόρτιση, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται πρίζες με διαφορετικές ονομαστικές τιμές ισχύος, προκαλεί υποβάθμιση στις μπαταρίες αυτών των οχημάτων. Εκτός από την ανάγκη αντικατάστασής τους, η ανακύκλωση αυτών των μπαταριών μπορεί να γίνει περίπλοκη και ρυπογόνος (Roland Berger, 2015).

Συνολικά η ηλεκτροκίνηση είναι παρούσα και παρέχει πλεονεκτήματα προς την ανθρωπότητα, τα όποια μειονεκτήματα έχει αναμένεται να ξεπεραστούν και σε κάθε περίπτωση είναι ελάχιστα σε σχέση με το περιβαλλοντικό όφελος, τη βιωσιμότητα, την ευημερία των ανθρώπων και του πλανήτη που θα επιφέρει η αλλαγή στον τρόπο κίνησης (Sanguesa et al., 2021).

3.2. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Αυτόνομων Οχημάτων

Από την εμφάνιση των πρώτων μηχανοκίνητων οχημάτων, η αυτοκινητοβιομηχανία συνεχίζει να εξελίσσεται και να επιδεικνύει δυναμισμό και προσαρμοστικότητα στις τάσεις και τις υπάρχουσες αλλά και αναμενόμενες ανάγκες της κοινωνίας. Τα τελευταία χρόνια, με την κυκλοφορία των πρώτων ηλεκτρικών αυτοκινήτων ο ρυθμός αυτός έχει επιταχυνθεί ακόμη περισσότερο. Αυτή η ικανότητα προσαρμογής από την πλευρά της αυτοκινητοβιομηχανίας την οδήγησε στην αναζήτηση νέων μορφών κινητικότητας. Για το σκοπό αυτό, επιδίωξε να συνδυάσει νέες τεχνολογίες, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το διαδίκτυο των πραγμάτων, οδηγώντας στη νέα μεγάλη επανάσταση στον κλάδο, την εμφάνιση αυτόνομων οχημάτων (Faisal et al., 2019).

3.2.1. Πλεονεκτήματα Αυτόνομων Οχημάτων



Πηγή:

<https://asfaleiaautokinitou.gr/%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B1-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1/>

Τα κύρια πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα αυτόνομα οχήματα είναι τα εξής (Wiseman, 2022):

- Περιμετρική Όραση. Χάρη στην υψηλή τεχνολογία, τα αυτόνομα οχήματα έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν το περιβάλλον σε κάθε κατεύθυνση (εύρος 360°), διπλάσια από τους ανθρώπους, οι οποίοι έχουν γωνία θέασης μόλις 180° οριζόντια.
- Μειωμένα ατυχήματα. Χάρη στην περιμετρική όραση και το πλήθος των διαφορετικών αισθητήρων με τα οποία εφοδιάζονται τα αυτόνομα οχήματα τα ατυχήματα που προκαλούνται είναι σημαντικά μειωμένα. Αναμένεται ότι στο μέλλον με τη διασύνδεση των οχημάτων που κινούνται σε μια μικρή περιοχή αυτά θα μειωθούν περαιτέρω.

- Υψηλότερη απόδοση κυκλοφορίας. Αν και εκτιμάται ότι η ταχύτητά τους στις μεγάλες πόλεις θα είναι μικρότερη, η αποδοτικότητα της κυκλοφορίας τους θα είναι μεγαλύτερη.
- Πρόσβαση σε άτομα με αναπηρία και άτομα με μειωμένη κινητικότητα. Χάρη στο γεγονός ότι το αυτοκίνητο θα είναι αυτόνομο και δεν θα απαιτεί ουσιαστικά καμία ανθρώπινη αλληλεπίδραση για τη λειτουργία του, θα μπορούν να χρησιμοποιούνται ακόμα και από άτομα με προβλήματα όρασης ή ακοής (Faisal et al., 2019).
- Βιώσιμα οχήματα. Αναμένεται ότι αυτά τα οχήματα θα λειτουργούν με βάση την καθαρή ενέργεια, επομένως οι εκπομπές άνθρακα και αερίων θερμοκηπίου θα είναι πρακτικά μηδενικές.

3.2.2. Μειονεκτήματα Αυτόνομων Οχημάτων



Στα κύρια μειονεκτήματα των αυτόνομων οχημάτων συμπεριλαμβάνονται τα εξής (Duarte & Ratti, 2018):

- Θέματα προστασίας δεδομένων. Καθώς αναμένεται ότι στο μέλλον τα αυτόνομα οχήματα που κινούνται σε μια περιοχή θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους, προκύπτουν ερωτήματα και θέματα που αφορούν την προστασία δεδομένων, την ασφάλεια των συστημάτων ελέγχου των οχημάτων, ακόμα και θέματα οδικής

ασφάλειας καθώς αυτή θα βασίζεται στην επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων και σημείων ελέγχου κίνησης της πολιτείας.

- Υψηλό κόστος υλοποίησης. Η υποδομή αυτόνομων οχημάτων περιστρέφεται γύρω από την κάλυψη δικτύου 5G, η οποία εξακολουθεί να είναι ακριβή, επομένως μπορεί να χρειαστεί πολύς χρόνος από τις κυβερνήσεις για να επενδύσουν σε επαρκή υποδομή για βέλτιστη απόδοση των αυτόνομων οχημάτων (Faisal et al., 2019).
- Υψηλό κόστος οχημάτων. Αν και έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στη μείωση του κόστους παραγωγής των οχημάτων, οι τιμές τους δεν είναι αρκετά χαμηλές ώστε να τα καταστήσουν μια οικονομικά βιώσιμη εναλλακτική λύση για τη μέση οικογένεια. Θα περάσουν αρκετά χρόνια μέχρι να γίνουν καθημερινή πραγματικότητα μέσα στην εμβέλεια της μεσαίας τάξης.

Η τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων, είναι πρωτοποριακή αλλά είναι σχετικά νέα, δεν έχουν επιλυθεί όλα τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν και επομένως είναι πιθανό κάποια στιγμή να υπάρξουν αποτυχίες. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα είναι κρίσιμο να επιμερισθεί σωστά η ευθύνη για το ατύχημα, είτε το όχημα, ο οδηγός ή ο κατασκευαστής του οχήματος. Αυτή είναι μια συζήτηση που δεν έχει ακόμη επιλυθεί για την κυκλοφορία αυτόνομων οχημάτων σε μαζική κλίμακα (Duarte & Ratti, 2018).

3.3.Σημεία Φόρτισης Οχημάτων



Πηγή εικόνας: <https://www.kathimerini.gr/economy/562190038/ilektrokinisi-met-empodion-se-olo-ton-kosmoi-anaptyxi-tis/>

Το θέμα της υποδομής φόρτισης EV και ο ρόλος της στην υποστήριξη της ανάπτυξης της αγοράς EV έχει συζητηθεί σε διάφορες βιβλιογραφικές πηγές. Ωστόσο, πολλές μελέτες βασίζονται σε δεδομένα σε επίπεδο χώρας που δεν παρέχουν αρκετές γεωγραφικές λεπτομέρειες. Tsakalidis et al. (2019) προσφέρει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της ανάπτυξης φόρτισης EV στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών σχετικά με την αναλογία σημείων φόρτισης ανά όχημα και το ποσοστό των σημείων φόρτισης υψηλής ισχύος. Ωστόσο, τα δεδομένα βασίζονται σε δεδομένα σε επίπεδο χώρας και καλύπτουν πληροφορίες μόνο μέχρι το 2017. Μια άλλη πηγή, Transport & Environment (2018), δείχνει το χάσμα μεταξύ των χωρών της Βόρειας Ευρώπης με προηγμένη υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων και της υπόλοιπης Ευρώπης και υπογραμμίζει τη σημασία της δημόσιας πρόσβασης φόρτισης EV στα πρώτα στάδια της αγοράς EV. Άλλες μελέτες υποδεικνύουν ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, η δημόσια φόρτιση θα είναι απαραίτητη για την ευρεία υιοθέτηση EV σε αστικές περιοχές με περιορισμένες επιλογές φόρτισης για το σπίτι.

Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αναλογία μεταξύ EV και σημείων φόρτισης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως ο μοναδικός δείκτης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του δικτύου φόρτισης. Άλλοι παράγοντες, όπως η διαθεσιμότητα υποδομής χρέωσης σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές και η δυνατότητα πρόσβασης σε επιλογές χρέωσης για νοικοκυριά μεσαίου και χαμηλότερου εισοδήματος, είναι επίσης σημαντικό να ληφθούν υπόψη. Συνολικά, είναι σαφές ότι η πολυπλοκότητα της υποδομής φόρτισης EV και ο ρόλος της στην υποστήριξη της ανάπτυξης της αγοράς EV είναι ένα θέμα που απαιτεί περαιτέρω έρευνα και ανάλυση με μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω για μια πιο λεπτομερή και διαφοροποιημένη κατανόηση.

Επιπλέον, είναι σημαντικό να διατηρηθούν οι πηγές που αναφέρονται σε οποιαδήποτε έρευνα σχετικά με την υποδομή φόρτισης EV, καθώς παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες και πληροφορίες για το θέμα. Για παράδειγμα, οι Tsakalidis et al. (2019) προσφέρει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της ανάπτυξης φόρτισης EV στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών σχετικά με την αναλογία σημείων φόρτισης ανά όχημα και το ποσοστό των σημείων φόρτισης υψηλής ισχύος. Το Transport & Environment (2018) υπογραμμίζει επίσης το χάσμα μεταξύ των χωρών της Βόρειας Ευρώπης με προηγμένη υιοθέτηση EV και της υπόλοιπης Ευρώπης και τονίζει τη σημασία της δημόσιας πρόσβασης φόρτισης EV στα πρώτα στάδια της αγοράς EV. Οι Engel et al. (2018) υπογραμμίζει επίσης τη σημασία της δημόσιας χρέωσης για την υποστήριξη της ευρείας υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων σε αστικές περιοχές με περιορισμένες επιλογές φόρτισης για το σπίτι. Funke et al. (2019) παρέχει μια ευρύτερη άποψη συγκρίνοντας μια επιλογή χωρών του κόσμου για να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις συνθήκες πλαισίου και να βρεθεί ότι η αναλογία μεταξύ EV και σημείων φόρτισης δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνη της ως αξιόπιστος δείκτης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του δικτύου φόρτισης. άλλες πτυχές είναι σχετικές σε συγκεκριμένα πλαίσια. Αυτές οι μελέτες, μεταξύ άλλων, συμβάλλουν στη βαθύτερη κατανόηση της πολυπλοκότητας της υποδομής φόρτισης EV και του ρόλου της στην υποστήριξη της ανάπτυξης της αγοράς EV.

Άλλες μελέτες έχουν επίσης βρει στοιχεία για τη σημασία της δημόσιας χρέωσης σε συγκεκριμένες χώρες. Οι Illmann and Kluge (2020) διεξήγαγαν μια μελέτη σχετικά με την επίδραση της διαθεσιμότητας της δημόσιας υποδομής φόρτισης EV στην προθυμία των

καταναλωτών να αγοράσουν ένα EV στη Γερμανία και βρήκαν στοιχεία θετικής μακροπρόθεσμης σχέσης και αιτιώδους συνάφειας, αν και σε σχετικά χαμηλή κλίμακα. Οι Ma and Fan (2020) διαπίστωσαν ότι ο αριθμός των σημείων φόρτισης EV είχε σημαντικό αντίκτυπο στις πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων με μπαταρία στην Κίνα, με μεγαλύτερη επίδραση στη φόρτιση συνεχούς ρεύματος. Επιπλέον, τα αποτελέσματά τους υποδηλώνουν ότι η πιο αποτελεσματική πολιτική για την αύξηση των πωλήσεων EV είναι η μείωση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η οικονομική βοήθεια για επενδύσεις σε υποδομές φόρτισης έχει αποδειχθεί αναποτελεσματική. Greene et al. (2020) διεξήγαγε μια μελέτη στην Καλιφόρνια με επίκεντρο την οικονομική αξία της υποδομής φόρτισης EV, με βάση τις εκτιμήσεις της προθυμίας των πελατών να πληρώσουν. Οι εκτιμήσεις τους δείχνουν ότι η δημόσια προσβάσιμη υποδομή φόρτισης EV δημιουργεί σημαντική αξία για τους σημερινούς και τους πιθανούς μελλοντικούς κατόχους BEV, μειώνοντας το άγχος εμβέλειας και αυξάνοντας την ελκυστικότητά τους. Αυτές οι μελέτες, μεταξύ άλλων, παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη σημασία της δημόσιας υποδομής φόρτισης για την υποστήριξη της ανάπτυξης της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων σε συγκεκριμένες χώρες.

Ένα αντίθετο αποτέλεσμα αναφέρθηκε από τους Miele et al. (2020) στη μελέτη τους εστίασε στον Καναδά, ο οποίος διαπίστωσε ότι η ανάπτυξη φόρτισης EV διαδραματίζει ελάχιστο ρόλο στην αύξηση του μεριδίου αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Αντίθετα, άλλες πολιτικές και μέτρα είναι πιο αποτελεσματικά για την υποστήριξη της αύξησης των ποσοστών υιοθέτησης EV. Το γεγονός ότι αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε αντίθεση με άλλες μελέτες υπογραμμίζει περαιτέρω τη σημασία των δυνατοτήτων και των φραγμών που σχετίζονται με το πλαίσιο, όπως η πυκνότητα πληθυσμού, οι τύποι κτιρίων, οι συμπεριφορές των οδηγών και οι προτιμήσεις χρέωσης. Περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με την ισορροπία μεταξύ διαφορετικών πολιτικών παρέχεται από τους Fang et al. (2020), οι οποίοι αναλύουν το ρόλο της υποδομής φόρτισης χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο εξελικτικού παιχνιδιού σε ένα δίκτυο μικρού κόσμου. Διαπίστωσαν ότι οι ισορροπημένες δυναμικές πολιτικές επιδοτήσεων και φορολογίας είναι πιο αποτελεσματικές για την προώθηση της υποδομής φόρτισης ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, τα ευρήματά τους υποδηλώνουν ότι οι επενδύσεις δεν είναι το κύριο εμπόδιο για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης, αλλά το επίπεδο διεύθυνσης των ηλεκτρικών οχημάτων και οι τιμές φόρτισης

είναι οι κύριες κινητήριες δυνάμεις. Αυτές οι μελέτες παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για το συγκεκριμένο πλαίσιο σχετικά με το ρόλο της υποδομής φόρτισης EV στην υποστήριξη της ανάπτυξης της αγοράς EV.

3.3.1. Κατανομή υποδομής φόρτισης EV

Ένας άλλος πρόσφατος τομέας έρευνας επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση της θέσης της υποδομής φόρτισης EV σε σχέση με την τρέχουσα και μελλοντική πιθανή ζήτηση. Αυτές οι μελέτες έχουν αναπτύξει γεωγραφικά σαφείς αλγόριθμους χρησιμοποιώντας διαφορετικές αντικειμενικές συναρτήσεις για τη βελτιστοποίηση της κατανομής των σταθμών φόρτισης. Όπως τονίζεται στους Lam et al. (2014), το πρόβλημα τοποθέτησης του σταθμού φόρτισης EV απαιτεί όχι μόνο το δίκτυο φόρτισης να είναι αρκετά διάχυτο ώστε ένα EV να μπορεί εύκολα να έχει πρόσβαση σε έναν σταθμό φόρτισης εντός της εμβέλειάς του, αλλά και ευρέως διαδεδομένο ώστε τα EV να μπορούν να ανταγωνίζονται τον κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE) οχήματα. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, η βέλτιστη μέθοδος επίλυσης ποικίλλει ανάλογα με το συγκεκριμένο πρόβλημα. Για παράδειγμα, οι Shahraki et al. (2015) ανέπτυξαν εμπειρικά μοντέλα κατανομής σταθμών φόρτισης EV βασισμένα σε δεδομένα ταξιδιού πραγματικού κόσμου σε διαφορετικές κλίμακες. Οι Shahraki et al. (2015) συνέκριναν τις εκτιμήσεις βέλτιστης κατανομής τους με την πραγματική θέση των εγκατεστημένων σταθμών, που διαπίστωσαν ότι ήταν πολύ υποβέλτιστη με βάση τα πραγματικά πρότυπα οδήγησης από τα ταξί. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η κατανομή των σταθμών φόρτισης είναι συχνά μια πολιτική απόφαση ή προέρχεται από πολλαπλές ανεξάρτητες αποφάσεις διαφορετικών φορέων, υπογραμμίζοντας τη σημασία της εξέτασης της προσβασιμότητας στους σταθμούς φόρτισης πριν από τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση νέων σταθμών φόρτισης από άποψη δημόσιας πολιτικής.

Οι επεκτάσεις στο πρόβλημα της βέλτιστης κατανομής περιλαμβάνουν την εργασία των Xu et al. (2017), ο οποίος ανέπτυξε μια προσέγγιση βελτιστοποίησης σταθμού φόρτισης EV που βελτιστοποιεί ταυτόχρονα τη λειτουργία φόρτισης. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση τριών εναλλακτικών λύσεων: φόρτιση στο σπίτι ή σε εταιρικό χώρο, κανονική φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης και γρήγορη φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης. Η μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της διαφοροποίησης μεταξύ της ισχύος του σημείου φόρτισης ή της ταχύτητας φόρτισης, με βάση την κατανομή της ζήτησης για

φόρτιση EV και τον κυρίαρχο τύπο χρήστη σε κάθε τοποθεσία. Παρόμοιες σκέψεις γίνονται στους Philipsen et al. (2016) και Sadeghi-Barzani et al. (2014), ο οποίος αξιολόγησε τη δυνατότητα ζήτησης και προσφοράς για σταθμούς γρήγορης φόρτισης με βάση τα κριτήρια χρήστη και τη διαθεσιμότητα ηλεκτρικής υποδομής. Gkatzoflias et al. (2016) παρουσιάζει μια λεπτομερή μεθοδολογία βασισμένη σε GIS στην έκθεση του ΚΚΕρ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία αξιολογεί τις βέλτιστες θέσεις των σταθμών φόρτισης EV σε ένα δίκτυο πόλης (αστικό οδικό δίκτυο) και σε ένα περιφερειακό ή εθνικό δίκτυο (αγροτικοί δρόμοι και αυτοκινητόδρομοι). Η προσέγγιση χρησιμοποιεί δεδομένα οδικού δικτύου και πληθυσμού για να προσεγγίσει την πυκνότητα ζήτησης και να καθορίσει ακριβή πρότυπα κατανομής υποδομών.

Άλλες προόδους στη διαμόρφωση του προβλήματος βελτιστοποίησης περιλαμβάνουν τους Alhazmi et al. (2017), ο οποίος χρησιμοποίησε την τεχνική Trip Success Ratio για να μετρήσει την ποιότητα του δικτύου σταθμών φόρτισης από την άποψη της προσβασιμότητας του οδηγού. Συγκεκριμένα, αξιολόγησαν τη θέση των σταθμών φόρτισης ως προς το ποσοστό των ταξιδιών με EV που μπορούν να ολοκληρωθούν επιτυχώς, υπό την προϋπόθεση ότι η ηλεκτρική ενέργεια που παραμένει στη μπαταρία του EV είναι επαρκής για να φτάσει στον προορισμό. Μια παρόμοια προσέγγιση ακολούθησαν οι He et al. (2018), οι οποίοι εξέτασαν διαφορετικές σειρές οδήγησης EV στην προσέγγιση βελτιστοποίησης. Οι He et al. (2015) πραγματοποίησαν αξιολογήσεις βελτιστοποίησης θέσης EV ειδικά για μητροπολιτικές περιοχές και το αστικό οδικό δίκτυο, τα οποία παρουσιάζουν τις δικές τους προκλήσεις, όπως η συμφόρηση, η οποία υπογραμμίζει την ανάγκη διαφοροποίησης μεταξύ αστικών και υπεραστικών ταξιδιών κατά την αξιολόγηση της ανάπτυξης του δικτύου φόρτισης EV. Επιπλέον, μελέτες όπως οι Jochem et al. (2019) παρουσιάζουν μια μεθοδολογία που εφαρμόζεται σε ένα σύνολο ευρωπαϊκών χωρών για την εκτίμηση του ελάχιστου απαιτούμενου αριθμού σταθμών ταχείας φόρτισης που βρίσκονται κατά μήκος αυτοκινητοδρόμων με βάση ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων ροών οχημάτων στο δίκτυο. Η εργασία υπογραμμίζει επίσης την αναμενόμενη θετική κερδοφορία ενός καλά σχεδιασμένου δικτύου σταθμών ταχείας φόρτισης και πώς η προσθήκη σταθερής αποθήκευσης μπορεί να βελτιώσει την κερδοφορία μειώνοντας το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και προσθέτοντας έσοδα από το ενδοημερήσιο εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας (Funke et al., 2020).

Μερικά μοντέλα έχουν επίσης προταθεί για την εκτίμηση της βέλτιστης θέσης των σταθμών ταχείας φόρτισης χωρίς την ανάγκη λεπτομερών δεδομένων εισόδου για την προέλευση και τους προορισμούς, όπως αυτό που προτείνεται από τους Csiszár et al. (2020) και επικυρώθηκε σε μελέτη περίπτωσης στην Ουγγαρία. Αυτές οι μελέτες καταδεικνύουν τις συνεχιζόμενες προσπάθειες για τη βελτιστοποίηση της ανάπτυξης της υποδομής φόρτισης EV λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες όπως η προσβασιμότητα του οδηγού, η αυτονομία των οχημάτων, τα αστικά και υπεραστικά ταξίδια, η κερδοφορία και η ανάγκη για επιλογές γρήγορης φόρτισης σε αυτοκινητόδρομους.

Μια άλλη κρίσιμη πτυχή της υποδομής φόρτισης EV είναι ο ρόλος της στη διευκόλυνση των καθημερινών ταξιδιωτικών αναγκών των χρηστών ηλεκτρικών οχημάτων. Οι Gnann et al. (2018) ανέλυσε δεδομένα ταχείας φόρτισης πραγματικού κόσμου από τη Σουηδία και τη Νορβηγία για να βαθμονομήσει ένα μοντέλο για την αξιολόγηση των μελλοντικών αναγκών σημείων γρήγορης φόρτισης. Διαπίστωσαν ότι η αναλογία των EV προς τα δημόσια σημεία γρήγορης φόρτισης είναι κοντά σε ένα σημείο γρήγορης φόρτισης ανά 1.000 οχήματα για υψηλούς ρυθμούς ισχύος 150 kW, με μικρό πλεόνασμα τιμής ανά σημείο φόρτισης σε σύγκριση με εναλλακτικά καύσιμα. Αυτό το εύρημα εξηγείται από τις φθίνουσες αποδόσεις της τοποθέτησης υποδομής χρέωσης που προσδιορίζονται στους Kontou et al. (2019), ο οποίος παρατήρησε μια θετική αλλά οριακά φθίνουσα σχέση μεταξύ της κάλυψης φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (το ποσοστό μιας περιοχής με εγκατεστημένους δημόσιους φορτιστές) και της ευκαιρίας φόρτισης (πιθανότητα του οδηγού να έχει πρόσβαση σε δημόσιο φορτιστή). Επιπλέον, ένα σύνολο μελετών (Sun et al., 2020) έχει αναλύσει την αλληλεπίδραση μεταξύ του δικτύου φόρτισης EV και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, όπως οι τρέχοντες περιορισμοί του δικτύου και οι μελλοντικές ανάγκες επέκτασης χωρητικότητας. Αυτή είναι μια κρίσιμη πρόοδος σε σύγκριση με προηγούμενες μελέτες που εξέτασαν μόνο την ανάπτυξη του δικτύου φόρτισης EV βάσει της ζήτησης μεταφορών. Συγκεκριμένα, οι Sun et al. (2020) εισήγαγε μια προσέγγιση μεταφοράς-ενέργειας που καταγράφει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιλογών διαδρομής των ηλεκτρικών οχημάτων με μπαταρία (BEV), των σχεδίων φόρτισης και των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας, με στόχο την ελαχιστοποίηση του συνολικού κοινωνικού κόστους. Οι Arias et al. (2017) πρότεινε ένα χρονικά χωρικό

μοντέλο πρόβλεψης ζήτησης ισχύος φόρτισης EV σε αστικές περιοχές, χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση βασισμένη σε σενάρια και αξιολογώντας διαφορετικούς ρυθμούς ταχείας φόρτισης και μοτίβα φόρτισης EV, ενώ παράλληλα υπολογίζει την κίνηση με δεδομένα πραγματικού κόσμου από τη Σεούλ, Νότια Κορέα.

Μια άλλη μελέτη περίπτωσης διατυπώθηκε στους Zhang και Chen (2020), οι οποίοι ανέπτυξαν ένα μοντέλο έξυπνης διαχείρισης φόρτισης για κοινόχρηστους στόλους αυτόνομων ηλεκτρικών οχημάτων και το δοκίμασαν στην περιοχή Puget Sound (Ουάσιγκτον, Ηνωμένες Πολιτείες). Προσομοίωσαν ένα σύστημα έξυπνης φόρτισης για να μετατοπίσουν το φορτίο ηλεκτρικής ενέργειας μακριά από τις βραδινές ώρες, που αντιπροσωπεύουν ήδη την ώρα αιχμής της ζήτησης της ημέρας. Διαπίστωσαν ότι τα ηλεκτρικά οχήματα, ιδιαίτερα αυτά με μεγαλύτερα μεγέθη μπαταριών, ανταποκρίνονται σε ευκαιρίες φόρτισης με χαμηλό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι ένα σύστημα έξυπνης φόρτισης έχει σημαντικές δυνατότητες να μειώσει το συνολικό κόστος που σχετίζεται με την ενέργεια, συμπεριλαμβανομένων τόσο της ηλεκτρικής ενέργειας όσο και της υποδομής φόρτισης. Αυτές οι μελέτες καταδεικνύουν τις συνεχιζόμενες προσπάθειες για τη βελτιστοποίηση της ανάπτυξης της υποδομής φόρτισης EV λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες όπως η προσβασιμότητα του οδηγού, η αυτονομία οχημάτων, τα ταξίδια αστικών και υπεραστικών, η κερδοφορία και η ανάγκη για επιλογές γρήγορης φόρτισης σε αυτοκινητόδρομους, καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των EV δίκτυο φόρτισης και δίκτυο τροφοδοσίας και ο ρόλος της έξυπνης διαχείρισης φόρτισης.

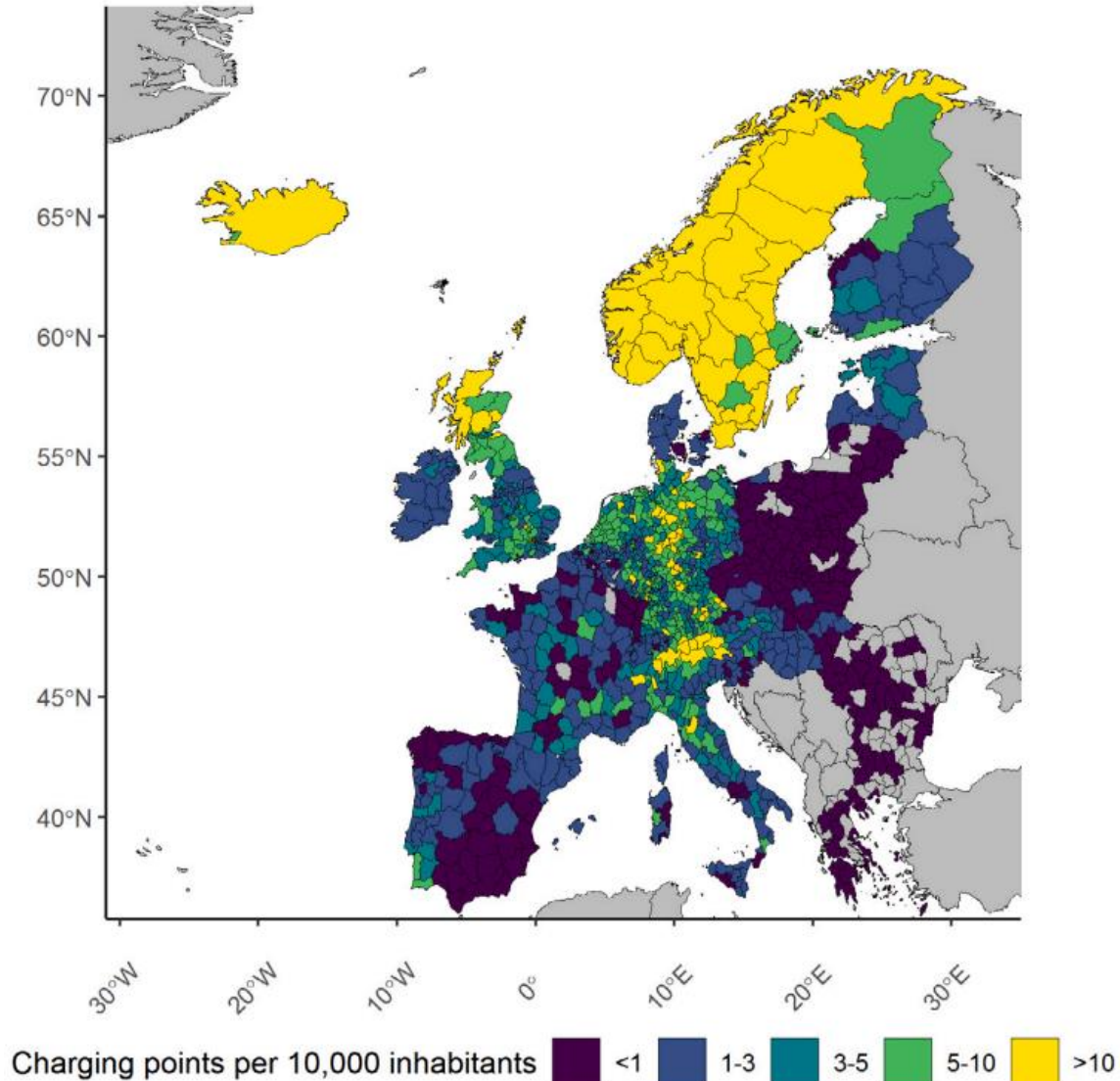
3.3.2. Εξέλιξη σταθμών φόρτισης EV

Το Transport & Environment (2020) παρουσιάζει μια εκτίμηση της μελλοντικής ανάγκης δημόσιων σημείων φόρτισης στις ευρωπαϊκές χώρες έως το 2025 και το 2030. Για τις πέντε πρώτες χώρες ανά αριθμό σημείων φόρτισης στην έκθεση (Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Ισπανία και Ιταλία), ο αριθμός των υφιστάμενων δημόσιων σημείων χρέωσης (σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Open Charge Map) βρίσκεται στο εύρος 3%–15% σε σύγκριση με τους εκτιμώμενους αριθμούς για το 2025. Επομένως, είναι πιθανό να απαιτηθούν σημαντικές αυξήσεις στο μέλλον για την επίτευξη αυτών των στόχων. Μια άλλη σύγκριση πρώτης τάξης μπορεί να γίνει για τη φόρτιση εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας (μεγαλύτερη από 150 kW), χάρη στα δεδομένα που παρουσιάζονται από τους Jochem et

al. (2019) σχετικά με το βέλτιστο μέγεθος των σταθμών φόρτισης σε ευρωπαϊκούς αυτοκινητόδρομους για ορισμένες χώρες το 2020 και το 2030. Ο αριθμός των σημείων φόρτισης με ισχύ μεγαλύτερη από 150 kW που είναι εγκατεστημένα επί του παρόντος στη Γερμανία συμφωνεί με τα βελτιστοποιημένα δεδομένα για το 2020 (είναι 8 % χαμηλότερα), αλλά πρέπει να τετραπλασιαστούν έως το 2030. Η Ολλανδία φαίνεται να είναι ήδη πάνω από τον στόχο της για το 2020, ενώ η Γαλλία παραμένει πολύ κάτω από το επίπεδο του 2020 (περίπου 15% του εκτιμώμενου βέλτιστου αριθμού σημείων εξαιρετικά γρήγορης φόρτισης), και θα απαιτηθεί σημαντική πρόσθετη προσπάθεια για να καλυφθεί η διαφορά. Πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με την κατανομή των σημείων φόρτισης EV σε ευρωπαϊκές περιοχές αναφέρονται στο Σχέδιο 5, που αντιπροσωπεύουν την αναλογία μεταξύ των σημείων φόρτισης και της ιδιοκτησίας οχήματος, του πληθυσμού και του ενεργού πληθυσμού, αντίστοιχα. Η σύγκριση των τριών χαρτών είναι διορατική γιατί βοηθά στην εκτίμηση των διαφορών μεταξύ των αστικών και αγροτικών περιοχών, και κυρίως του ρόλου των διαφορετικών ποσοστών μηχανοκίνησης, που τείνουν να είναι σημαντικά υψηλότερα στις αγροτικές περιοχές (Scheiner, 2012). Επιπλέον, ο χάρτης στο Σχ. 5 απεικονίζει την αναλογία των σημείων φόρτισης ανά 10.000 εργαζόμενους. Η απασχόληση είναι μια σημαντική κινητήρια δύναμη της ταξιδιωτικής ζήτησης, Sessa and Enei (2009), και επομένως είναι ενδιαφέρον να συγκρίνουμε τον χάρτη με αυτόν στο Σχήμα 5, με βάση τον συνολικό πληθυσμό. Γενικά, οι περιφέρειες στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη τείνουν να εμφανίζουν κατά μέσο όρο μεγαλύτερο αριθμό σημείων χρέωσης κατά κεφαλήν, ενώ στην Ανατολική και Νότια Ευρώπη (με εξαίρεση τη Βόρεια Ιταλία και ορισμένες περιοχές της Πορτογαλίας) οι άνθρωποι έχουν μικρότερο αριθμό προσπελάσιμων στο κοινό σημεία φόρτισης για τα EV τους. Οι πιο εμφανείς διαφορές μεταξύ των αναλογιών σημείων φόρτισης προς όχημα και σημείων φόρτισης προς πληθυσμό μπορούν να παρατηρηθούν στη Γαλλία, την Πορτογαλία, την Αγγλία, την Ιρλανδία, τις χώρες της Βαλτικής και την Ουγγαρία. Αντίθετα, σε χώρες της ΕΕ με υψηλά ποσοστά μηχανοκίνησης όπως η Ιταλία, η Πολωνία και η Ισπανία, η απόκλιση είναι σημαντικά μικρότερη. Αυτές οι διαφορές μεταξύ των χωρών πρέπει να ληφθούν υπόψη αναγνωρίζοντας τη σημαντική διακύμανση των ειδικών πολιτικών από τη μια χώρα στην άλλη, δεδομένου του γεγονότος ότι η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκεται συχνά σε

προκαταρκτικό στάδιο, οπότε χρειάζεται δημόσια υποστήριξη για να μεταβεί σε ένα στάδιο ανάπτυξης.

Charging points (2020) to population ratio at NUTS-3 level



Σχέδιο 5. Σημεία φόρτισης ανά 10.000 κατοίκους σε επίπεδο NUTS-3.

Τα σημεία φόρτισης υψηλής ισχύος εγκαθίστανται κυρίως κατά μήκος αυτοκινητοδρόμων ή περιοχών ταξιδιωτικών υπηρεσιών. Εξασφαλίζουν ότι οι μπαταρίες επαναφορτίζονται στο συντομότερο δυνατό χρόνο. Σε μια έκθεση που παρουσίασε το Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο με τίτλο «Υποδομή για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων: περισσότεροι σταθμοί φόρτισης αλλά ανομοιόμορφη ανάπτυξη καθιστούν περίπλοκες τις μετακινήσεις στην

ΕΕ», εκτιμάται ότι ο χρόνος φόρτισης EV με τον εξαιρετικά γρήγορο φορτιστή είναι 20 λεπτά (Special Report, 2021). Ο σχεδιασμός της δημόσιας υποδομής φόρτισης EV σε αστικές περιοχές και ο σχεδιασμός της δημόσιας υποδομής φόρτισης EV κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων είναι διαφορετικός. Τα σημεία φόρτισης κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων θα πρέπει να διασφαλίζουν ασφαλείς αποστάσεις μεταξύ των σημείων φόρτισης για όλα τα ηλεκτρικά οχήματα, καθώς και την ασφάλεια και τη διαθεσιμότητα των προμηθειών ηλεκτρικής ενέργειας. Ερευνητές στον τομέα των ηλεκτρικών οχημάτων ανέλυσαν συστήματα γρήγορης φόρτισης ως προς τη διαθεσιμότητά τους για ταξίδια ηλεκτρικών οχημάτων μεγάλων αποστάσεων σε αυτοκινητόδρομους. Το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας επικεντρώνεται στην εκτίμηση του βέλτιστου αριθμού σημείων γρήγορης φόρτισης κατά μήκος των μεγάλων οδικών δικτύων. Για παράδειγμα, στις εργασίες (Jochem et al., 2019) παρουσιάζεται μια μεθοδολογία για την εκτίμηση του ελάχιστου απαιτούμενου αριθμού σταθμών γρήγορης φόρτισης που βρίσκονται κατά μήκος αυτοκινητοδρόμων σε ευρωπαϊκές χώρες. Προσδιορίστηκαν επίσης η εκτιμώμενη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας της λειτουργίας τους και τα αποτελέσματα ανά χώρα.

Ένα άλλο θέμα που συζητείται στη βιβλιογραφία είναι ο βέλτιστος εντοπισμός του δικτύου σημείων γρήγορης φόρτισης κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που εμπλέκονται στους αλγόριθμους βελτιστοποίησης, όπως: αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων, απόσταση διαδρομής, διάρκεια φόρτισης, υπάρχοντες φορτιστές, διαθεσιμότητα δικτύων ισχύος ή οικονομικοί παράγοντες. Για παράδειγμα, στις εργασίες (Gao, et al., 2020), προτάθηκε ένα μοντέλο για την εκτίμηση της βέλτιστης θέσης των σταθμών γρήγορης φόρτισης, λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεξάρτηση μεταξύ των δικτύων μεταφορών και ενέργειας. Στη μελέτη Sun et al. (2020) η αυτονομία ενός ηλεκτρικού οχήματος συμπεριλήφθηκε στο μοντέλο. Οι συγγραφείς της εργασίας (Liu, 2012) έλαβαν υπόψη στο μοντέλο θέσης υποδομής φόρτισης το μήκος της ακτίνας εξυπηρέτησης του σταθμού φόρτισης και περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η ικανότητα προσαρμογής της τοποθεσίας, η αξία της γης ή η αξιοπιστία της παροχής ρεύματος. Κατά τον σχεδιασμό της θέσης του σταθμού φόρτισης, οι συντάκτες της εργασίας (Gnann et al., 2018) έλαβαν υπόψη τη δυνατότητα δημόσιας χρηματοδότησης και τους δημογραφικούς παράγοντες της περιοχής. Πολλές εργασίες παρουσιάζουν

αναλύσεις περιορισμών και φραγμών στην ανάπτυξη δικτύων γρήγορης φόρτισης. Μία από τις βασικές προκλήσεις είναι η σύνδεση του σταθμού φόρτισης με το ηλεκτρικό δίκτυο που υπάρχει ήδη σε μια δεδομένη περιοχή. Συνεπάγεται αυξημένες επενδυτικές δαπάνες. Μια βασική ανησυχία είναι η υψηλότερη συνολική ζήτηση ισχύος, με αποτέλεσμα την αστάθεια του δικτύου. Υπάρχουν πολλά έγγραφα που περιγράφουν τον αντίκτυπο των σημείων γρήγορης φόρτισης στο ηλεκτρικό δίκτυο. Εντοπίστηκαν ορισμένα ζητήματα, π.χ., αυξημένη ζήτηση συστήματος αιχμής, αυξημένες απώλειες στο σύστημα ισχύος, παραβίαση του ρυθμιστικού ορίου τάσης, πιθανή υπερφόρτωση μετασχηματιστών, δικτύου διανομής και καλωδίων (He et al., 2018)

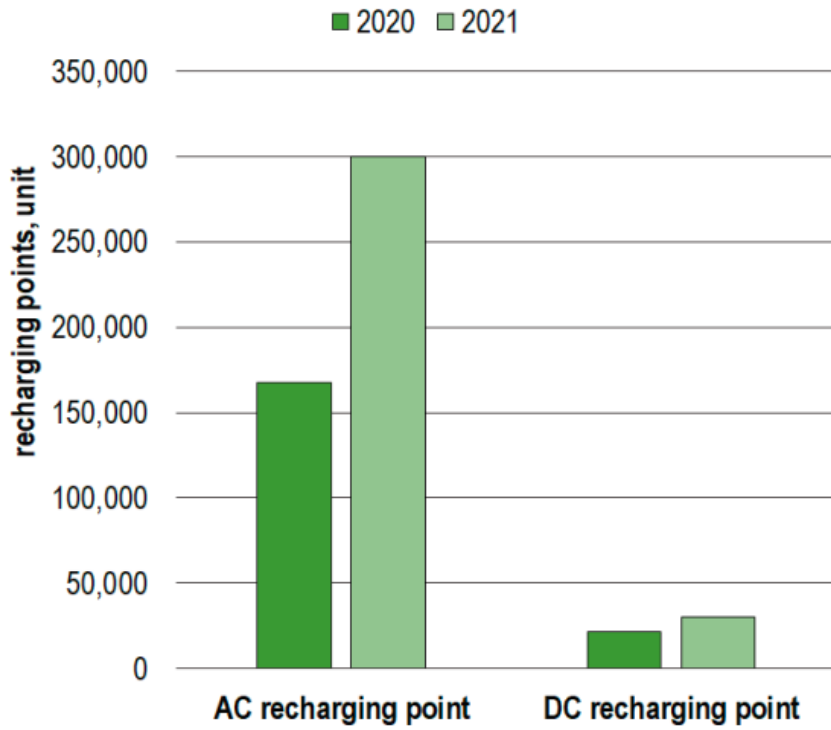
Η ισχύς φόρτισης έχει σημαντικό αντίκτυπο στο κόστος εγκατάστασης της υποδομής φόρτισης. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαθέσιμη ισχύς φόρτισης στο σημείο, τόσο υψηλότερο είναι το κόστος κατασκευής του σταθμού (Philipsen et al., 2016). Σύμφωνα με την έκθεση Tsakalidis et al. (2019) το κόστος των ενεργειακών τελών για τον χειριστή (ιδιοκτήτη) του σταθμού φόρτισης δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τον αριθμό των φορτίσεων που πραγματοποιούνται και τη συνολική ενέργεια που παρέχεται. Ένα επιπλέον κόστος είναι η χρέωση για τη χρήση μιας συγκεκριμένης διαθέσιμης ισχύος αιχμής που επιλέγεται στο τιμολόγιο του προμηθευτή ενέργειας. Με βάση τα αποτελέσματα των μελετών που παρουσιάζονται στις εργασίες (Markkula et al., 2013) οι σταθμοί γρήγορης φόρτισης μπορεί να είναι κερδοφόροι εάν βρίσκονται σε μέρη που επισκέπτονται συχνά οι οδηγοί και βρίσκονται κοντά σε εμπορικά σημεία και σημεία εξυπηρέτησης που προσφέρουν καφέ ή φαγητό

3.3.3. Υποδομή Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων στην Ε.Ε.

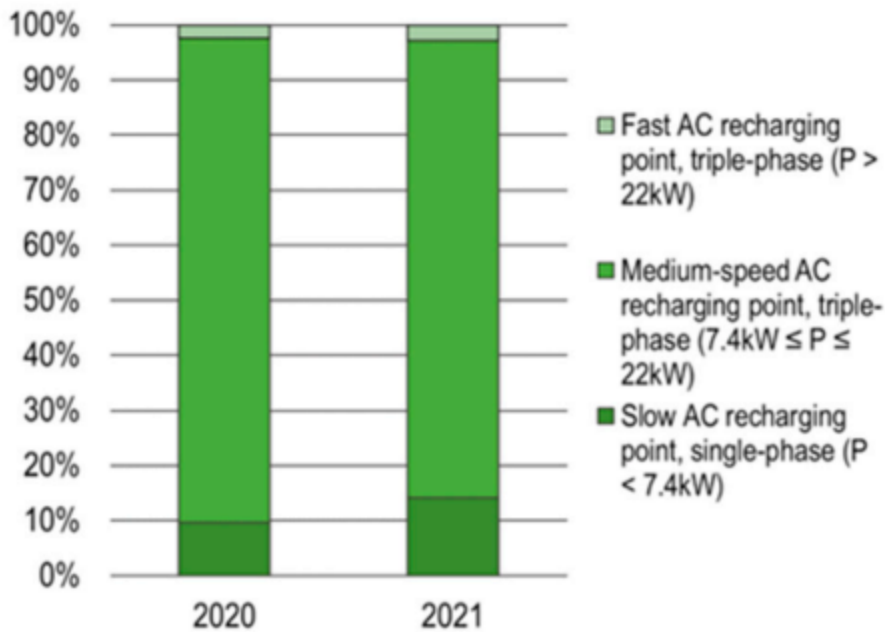
Οι χρήστες ηλεκτρικών αυτοκινήτων τις περισσότερες φορές φορτίζουν τις μπαταρίες τους χρησιμοποιώντας οικιακούς φορτιστές. Το 2021, το 61% των ηλεκτρικών οχημάτων φορτίζονταν στο σπίτι και το 15% στο χώρο εργασίας. Περίπου το ένα τέταρτο των ηλεκτρικών οχημάτων που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ φορτίστηκαν με δημόσιους φορτιστές¹⁴. Το 2021, σημειώθηκε αξιοσημείωτη αύξηση στον αριθμό των δημόσιων σημείων φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η

¹⁴ Recharge EU: How Many Charge Points Will EUROPE and Its Member States Need in the 2020s; European Federation for Transport and Environment AISBL, Transport & Environment: Brussels, Belgium, 2020.

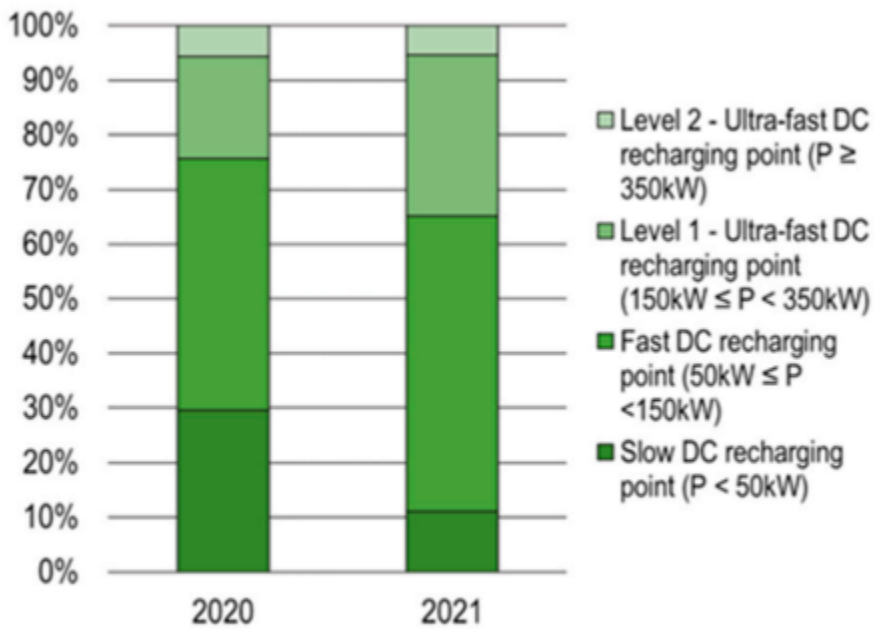
φόρτιση των EV μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω φορτιστών συνεχούς ρεύματος (DC) και εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) (Σχέδιο 6)



Σχέδιο 6. Δημόσια σημεία φόρτισης με ρεύμα φόρτισης.



(a)



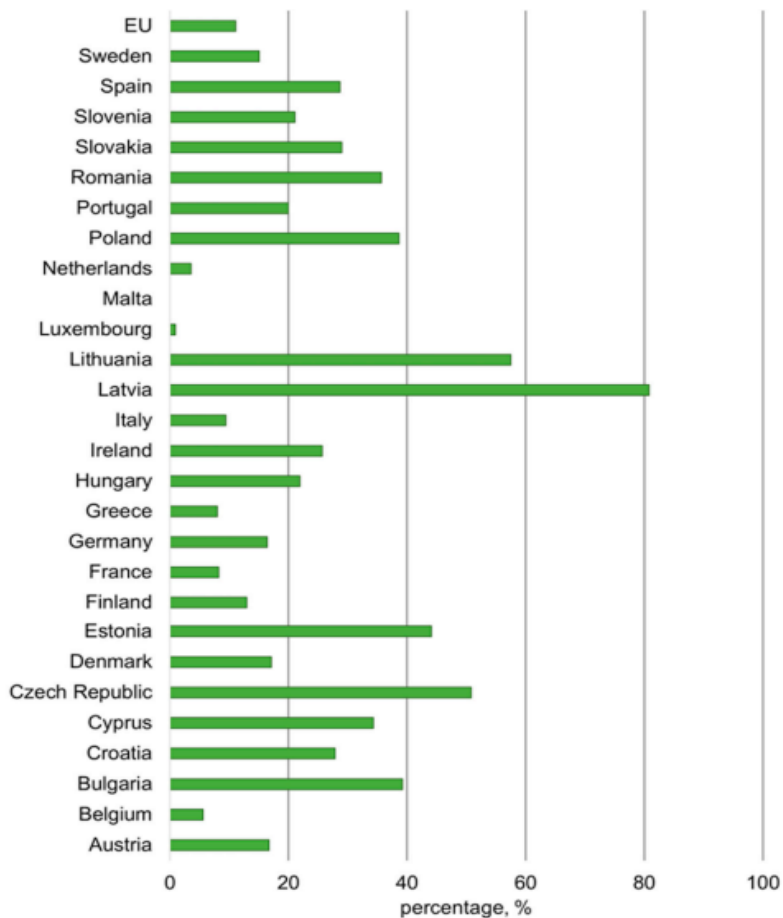
(b)

Σχέδιο 7. Το μερίδιο των ταχέων και αργών φορτιστών σε δημόσια προσβάσιμα (α) σημεία φόρτισης AC και (β) σημεία φόρτισης DC.

Μεταξύ των σημείων φόρτισης με εναλλασσόμενο ρεύμα, τα πιο διαθέσιμα είναι φορτιστές με μέση ταχύτητα φόρτισης με τριφασικό ρεύμα με εύρος ισχύος από 7,4 kW έως 22 kW (Σχέδιο 7α). Το μερίδιό τους σε όλα τα δημόσια διαθέσιμα σημεία φόρτισης ήταν 88% το 2020 και 83% το 2021, αντίστοιχα. Οι γρήγοροι φορτιστές αντιπροσωπεύουν μόνο περίπου το 3% των γενικά διαθέσιμων σημείων φόρτισης AC στην ΕΕ.

Όταν αναλύονται δημόσια διαθέσιμα σημεία φόρτισης DC, οι γρήγοροι φορτιστές με εύρος ισχύος από 50 kW έως 150 kW είναι οι πιο πολλοί (Σχέδιο 7β). Αντιπροσωπεύουν τους μισούς από τους διαθέσιμους στο κοινό φορτιστές DC. Ο αριθμός των εξαιρετικά ταχέων φορτιστών DC αυξάνεται. Λόγω της ισχύος φόρτισης, υπάρχουν δύο τύποι υπερ-γρήγορων φορτιστών: επιπέδου 1—με ισχύ στην περιοχή από 150 kW έως 350 kW και επίπεδο 2—με ισχύ φόρτισης άνω των 350 kW. Μεταξύ όλων των δημοσίως διαθέσιμων σημείων φόρτισης DC, το μερίδιό τους ήταν 24% το 2020 και 35% το 2021, αντίστοιχα.

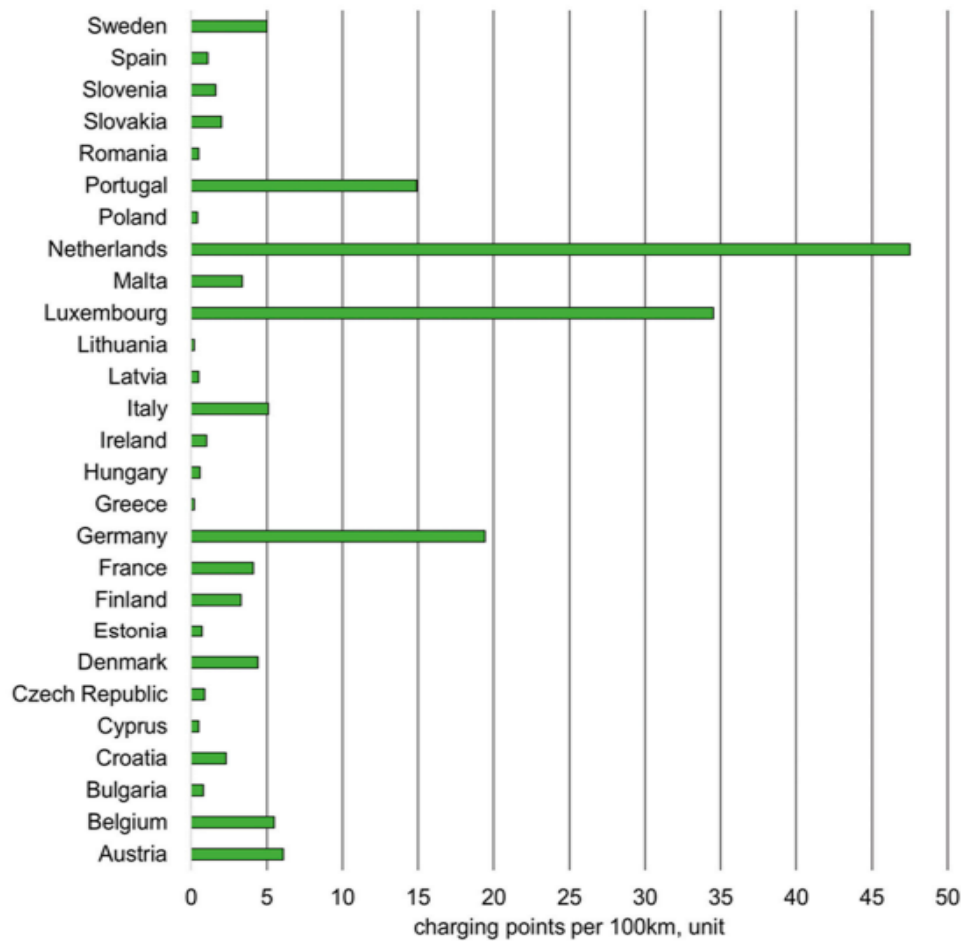
Οι γρήγοροι φορτιστές επιτρέπουν την επαναφόρτιση της μπαταρίας ενός ηλεκτρικού οχήματος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η διαθεσιμότητα σημείων γρήγορης φόρτισης είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους χρήστες ηλεκτρικών οχημάτων που ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις. Οι γρήγοροι φορτιστές το 2021 αντιπροσώπευαν το 11% όλων των διαθέσιμων στο κοινό φορτιστών στην ΕΕ (Σχέδιο 8).



Σχέδιο 8. Ποσοστό μεριδίου ταχυφορτιστών σε δημόσια σημεία φόρτισης στην ΕΕ, ανά χώρα

Στη Λετονία, το 81% όλων των δημόσιων σημείων φόρτισης έχουν γρήγορους φορτιστές. Στη Λιθουανία, το μερίδιο των σημείων γρήγορης φόρτισης στη συνολική δημόσια υποδομή φόρτισης είναι 60%. Στην Τσεχία, τα μισά σημεία φόρτισης προσφέρουν τη δυνατότητα γρήγορης φόρτισης. Το χαμηλότερο μερίδιο σημείων γρήγορης φόρτισης (κάτω από 10%) σε ολόκληρη την υποδομή φόρτισης καταγράφεται στη Μάλτα, το Λουξεμβούργο, την Ολλανδία, το Βέλγιο, τη Γαλλία, την Ιταλία και την Ελλάδα. Ένας από τους δείκτες που δείχνει τη διαθεσιμότητα δημόσιων σημείων φόρτισης για τους χρήστες ηλεκτρικών οχημάτων είναι ο αριθμός των σημείων φόρτισης ανά 100 km δρόμων (Σχέδιο 9). Ο μεγαλύτερος αριθμός δημόσιων σημείων φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων ανά 100 km δρόμων βρίσκεται στην Ολλανδία (48 σημεία φόρτισης) και στο Λουξεμβούργο (35 σημεία φόρτισης). Στη Γερμανία, υπάρχουν 20 δημόσια σημεία

φόρτισης ανά 100 km δρόμου. Σε 13 κράτη μέλη της ΕΕ, υπάρχουν λιγότερα από 2 δημόσια σημεία φόρτισης ανά 100 km δρόμου¹⁵.



Σχέδιο 9. Αριθμός σημείων φόρτισης για κάθε 100 km δρόμων 100 km στην ΕΕ, ανά χώρα

3.4. Εταιρίες Κατασκευής Σημείων Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων

Η υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων είναι ζωτικής σημασίας για την ευρεία υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Καθώς ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων στο δρόμο

¹⁵ Electric Cars: 10 EU Countries Do Not Have a Single Charging Point per 100 km of Road. Available online: <https://www.acea.auto/press-release/electric-cars-10-eu-countries-do-not-have-a-single-charging-point-per-100km-of-road/>

αυξάνεται, αυξάνεται και η ζήτηση για σημεία φόρτισης. Σε αυτό το πλαίσιο, οι κατασκευαστές υποδομής φόρτισης EV διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη και ανάπτυξη δικτύων φόρτισης. Σε αυτή τη μελέτη, θα αναλύσουμε τους κορυφαίους κατασκευαστές σημείων φόρτισης EV παγκοσμίως. Αυτοί οι κατασκευαστές περιλαμβάνουν EVBox, Schneider Electric, BP Pulse, Tesla, GRIDSERVE Electric Highway, ABB, ChargePoint, E.ON Drive, New Motion και Siemens. Θα εξετάσουμε τα προϊόντα, τις υπηρεσίες και τις στρατηγικές τους για να κατανοήσουμε τον ρόλο τους στην αγορά φόρτισης EV. Επιπλέον, θα εξετάσουμε επίσης τους παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχία αυτών των κατασκευαστών και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν στον κλάδο.

EVBox



Η EVBox είναι ένας από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές σημείων φόρτισης EV στον κόσμο, με πάνω από 60.000 σημεία φόρτισης EV και 700 σταθμούς γρήγορης φόρτισης. Προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα λύσεων υλικού και λογισμικού, συμπεριλαμβανομένων λύσεων φόρτισης επιχειρήσεων και λογισμικού που επιτρέπει στους πελάτες να διαχειρίζονται εύκολα τη φόρτιση EV. Πωλούν επίσης σταθμούς φόρτισης και μοντέλα τοίχου εξοπλισμένα με σταθερά καλώδια, καθιστώντας τα μια ευέλικτη επιλογή τόσο για οικιακή όσο και για εμπορική χρήση. Η EVBox εξυπηρετεί όλους τους τύπους ηλεκτρικών αυτοκινήτων, συμπεριλαμβανομένων των ημιηλεκτρικών οχημάτων, καθιστώντας τα κατάλληλη επιλογή για ένα ευρύ φάσμα πελατών (EVBox Inc, 2022).

Schneider Electric



Η Schneider Electric είναι μια αναδυόμενη εταιρεία στον κλάδο φόρτισης EV, γνωστή για την κατασκευή ηλεκτρικού εξοπλισμού όπως ασφάλειες, διακόπτες κυκλώματος και αισθητήρες. Προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών λύσεων για οδηγούς EV, όπως εξοπλισμό φόρτισης για δημόσια χρήση σε πάρκα και δρόμους, λύσεις γρήγορης φόρτισης, μοντέλα τοίχου για οικιακή φόρτιση και προσωπική χρήση και συστήματα διαχείρισης ενέργειας για βελτιστοποιημένη φόρτιση EV. Στόχος τους είναι να παρέχουν πιο προσιτές επιλογές για φόρτιση AC και DC, με μονάδες DC ικανές να παρέχουν ταχύτητες φόρτισης έως και 24 kW (Schneider Electric, 2022).

BP Pulse



Το BP Pulse είναι το μεγαλύτερο δίκτυο φόρτισης EV του Ηνωμένου Βασιλείου, με πάνω από 9.000 δημόσιους σταθμούς και 3.000 σημεία εξαιρετικά γρήγορης φόρτισης. Εξυπηρετούν χιλιάδες ανθρώπους για πάνω από 10 χρόνια στην αγορά των σταθμών φόρτισης οχημάτων. Προσφέρουν μια σειρά από υπηρεσίες υψηλής ποιότητας, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων σταθμών φόρτισης και των οικιακών φορτιστών EV. Προσφέρουν επίσης ταχύτητες φόρτισης έως και 150 W, με επιλογές πληρωμής που περιλαμβάνουν εφαρμογή για κινητά για εύκολη πληρωμή εν κινήσει. Προσφέρουν εκπτώσεις μέσω της εφαρμογής για κινητά και των πακέτων συνδρομής τους (BP Pulse, 2022).

Tesla



Η Tesla είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες ηλεκτρικών οχημάτων στον κόσμο, που προωθεί τη βιώσιμη ενέργεια. Προσφέρουν δύο τύπους σταθμών φόρτισης για οχήματα Tesla: Tesla Supercharger και Tesla Destination. Ο υπερσυμπιεστής επιτρέπει τη γρήγορη φόρτιση με ταχύτητα έως και 250 W και μπορεί να βρεθεί σε δημόσιους αυτοκινητόδρομους. Οι φορτιστές Destination, από την άλλη πλευρά, προσφέρουν δωρεάν χρέωση στους ιδιοκτήτες Tesla και μπορούν να βρεθούν σε ξενοδοχεία και εμπορικά κέντρα στο Ηνωμένο Βασίλειο. Προσφέρουν επίσης οικιακούς φορτιστές EV κατάλληλους για οικιακούς χώρους. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το δίκτυο φόρτισης Tesla είναι προς το παρόν διαθέσιμο μόνο για μοντέλα Tesla (Tesla Inc, 2022).

GRIDSERVE Electric Highway



Η συνεργασία Gridserve και Electric Highway επιτρέπει τη φόρτιση EV χαμηλού κόστους με ταχύτητες έως και 350 W. Διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα υποδομών φόρτισης EV που βρίσκονται σε όλο το Ηνωμένο Βασίλειο. Στόχος τους είναι να ενθαρρύνουν περισσότερους ανθρώπους να μεταβούν στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα κάνοντας τη φόρτιση πιο προσιτή και προσιτή (GRIDSERVE, 2022).

Shell Recharge



Η Shell Recharge είναι μια νεοεισερχόμενη στην αγορά φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά προσφέρει υπηρεσίες υψηλής ποιότητας με μικρότερο αριθμό σταθμών φόρτισης σε

σύγκριση με άλλες εταιρείες. Η εταιρεία είναι θυγατρική της καθιερωμένης εταιρείας πετρελαίου Shell και προσφέρει ταχύτητα φόρτισης 50 kWh για τους κανονικούς φορτιστές DC και περίπου 150 kWh έως 175 kWh για τους εξαιρετικά γρήγορους φορτιστές DC. Η Shell Recharge χρησιμοποιεί επίσης 100% ανανεώσιμη ενέργεια για τις λύσεις φόρτισής της και διαθέτει 65 ταχείς φορτιστές και 54 υπερταχείς φορτιστές που είναι διαθέσιμοι για χρήση σε οποιονδήποτε σταθμό επαναφόρτισης. Μερικοί άνθρωποι μπορεί να θεωρούν ότι οι υπηρεσίες που προσφέρει το Shell Recharge είναι ακριβές, αλλά παρέχει μια βολική υπηρεσία ενώ περιμένετε να φορτιστεί το αυτοκίνητό σας, μπορείτε να πάρετε έναν καφέ ή ακόμα και ένα σάντουιτς στο Shell Select (Shell Recharge, 2022).

Hyundai



Η Hyundai είναι μια καθιερωμένη εταιρεία στην αυτοκινητοβιομηχανία που εισήλθε πρόσφατα στην αγορά φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Σε συνεργασία με την Kia, έχουν δημιουργήσει μια ποιοτική λύση φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα. Η Hyundai διαθέτει πάνω από 15.000 σημεία ασύρματης φόρτισης σε όλο το Ηνωμένο Βασίλειο και έχουν διευκολύνει τον εντοπισμό ενός από τους σταθμούς φόρτισης χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Charge MyHyundai. Η εταιρεία παρέχει επίσης υπηρεσίες γρήγορης φόρτισης μέσω του IONITY, ενός δικτύου φόρτισης υψηλής ισχύος που μπορεί να φορτίσει το αυτοκίνητό σας σε ταχύτητες που φτάνουν τα 350 kW, με 15 σταθμούς επί του παρόντος διαθέσιμους στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η Hyundai εισήγαγε επίσης πρόσφατα στην αγορά ηλεκτρικά οχήματα με ηλιακή ενέργεια, με ενσωματωμένο ηλιακό πάνελ στην οροφή της (Hyundai Motor Group, 2022).

ChargePoint



Η ChargePoint είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες που προσφέρει υπηρεσίες φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στον κόσμο σήμερα. Η εταιρεία έχει καθιερώσει τη θέση της στην αναπτυσσόμενη αγορά των σταθμών φόρτισης οχημάτων εδώ και χρόνια και ο αριθμός των σταθμών φόρτισής τους αυξάνεται μέρα με τη μέρα. Επί του παρόντος, το ChargePoint διαθέτει πάνω από 66.000 δημόσιους και ημιδημόσιους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Η εταιρεία μπορεί να υπερηφανεύεται για τις ποιοτικές υπηρεσίες cloud, το υλικό και την υποστήριξή της που διαθέτουν υψηλή πιστοποίηση, γεγονός που την κάνει να ξεχωρίζει μεταξύ των ανταγωνιστών της. Με το ChargePoint, μπορείτε να περιμένετε τις καλύτερες λύσεις φόρτισης με τις καλύτερες τεχνολογίες του κλάδου (ChargePoint, 2022).

4. Επίλογος

4.1. Συμπεράσματα - Προτάσεις για ηλεκτροκίνηση

4.1.1. Δυνατότητες ανάπτυξης ηλεκτροκίνησης

Η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, συγκεκριμένα με τη μορφή ηλεκτρικών οχημάτων (EVs), κερδίζει δυναμική σε παγκόσμια κλίμακα τα τελευταία χρόνια. Αυτό οφείλεται στην αυξανόμενη ανάγκη για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ταυτόχρονα, οι βελτιώσεις στην τεχνολογία των μπαταριών και η μείωση του κόστους των EVs τα έχουν καταστήσει πιο προσιτά και προσβάσιμα στους καταναλωτές.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) προβλέπει ότι ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων στους δρόμους θα αυξηθεί από 3 εκατομμύρια το 2017 σε 125 εκατομμύρια έως το 2030 και σε 220 εκατομμύρια έως το 2040. Αυτή η αύξηση οφείλεται σε υποστηρικτικές κυβερνητικές πολιτικές όπως επιδοτήσεις και φορολογικά κίνητρα, καθώς και επενδύσεις σε υποδομές χρέωσης. Επιπλέον, πολλές χώρες έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους για την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων, με στόχο την επίτευξη 100% ηλεκτρικής κινητικότητας σε συγκεκριμένες ημερομηνίες.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (E.E.), ο στόχος είναι να κυκλοφορήσουν 30 εκατομμύρια ηλεκτρικά οχήματα μέχρι το 2030, σύμφωνα με τον στόχο για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα έως το 2050. Η E.E. έχει εφαρμόσει μια σειρά μέτρων για την υποστήριξη της υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας υποδομής φόρτισης, του καθορισμού προτύπων ελάχιστων εκπομπών και της προώθησης της έρευνας και της καινοτομίας. Περαιτέρω, η E.E. έχει θέσει ως στόχο να έχει τουλάχιστον το 40% των αυτοκινήτων της με ηλεκτρική ενέργεια έως το 2030.

Στην Ελλάδα, η κυβέρνηση έχει θέσει επίσης φιλόδοξους στόχους για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, με στόχο το 10% όλων των αυτοκινήτων στο δρόμο να είναι ηλεκτρικά έως το 2025 και να αυξήσει τον αριθμό των σταθμών φόρτισης σε 3.000 έως το 2030. Ωστόσο, η πρόοδος στην Ελλάδα ήταν αργή μέχρι στιγμής, με μικρό μόνο αριθμό ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο δρόμο και περιορισμένη υποδομή φόρτισης. Για να επιταχυνθεί η υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων, η κυβέρνηση θα πρέπει να

επικεντρωθεί στην παροχή οικονομικών κινήτρων, όπως φοροαπαλλαγές, και επενδύσεις στην ανάπτυξη υποδομών φόρτισης.

Συμπερασματικά, η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, και συγκεκριμένα των ηλεκτρικών οχημάτων, κερδίζει δυναμική σε παγκόσμια κλίμακα. Η Ε.Ε. και η Ελλάδα έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους για την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων, με γνώμονα την ανάγκη μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, για την επίτευξη αυτών των στόχων, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν επενδύσεις στην ανάπτυξη υποδομής φόρτισης και να δοθούν οικονομικά κίνητρα για την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων.

4.1.2. Συγκρίσεις με τα υφιστάμενα μέσα

Η ηλεκτρική κινητικότητα, ιδιαίτερα τα ηλεκτρικά οχήματα (EVs), έχει κερδίσει σημαντική έλξη τα τελευταία χρόνια ως βιώσιμη εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά βενζινοκίνητα οχήματα. Αυτή η τάση οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των αυξανόμενων ανησυχιών για την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και τις εξελίξεις στην τεχνολογία των μπαταριών και την ανάπτυξη της υποδομής φόρτισης.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ανάπτυξη της ηλεκτρικής κινητικότητας έχει οδηγηθεί από έναν αριθμό κυβερνήσεων και οργανισμών που έχουν εφαρμόσει πολιτικές και κίνητρα για την προώθηση της υιοθέτησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Για παράδειγμα, η κινεζική κυβέρνηση έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για τις πωλήσεις EV και έχει εφαρμόσει μια σειρά πολιτικών για την υποστήριξη της ανάπτυξης της βιομηχανίας EV, συμπεριλαμβανομένων των επιδοτήσεων, των φορολογικών απαλλαγών και των κανονισμών για την παραγωγή και την πώληση EV. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ως στόχο την επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου έως το 2050, ο οποίος περιλαμβάνει στόχο να κυκλοφορούν τουλάχιστον 30 εκατομμύρια οχήματα μηδενικών εκπομπών (ZEV) μέχρι το 2030. Στην Ελλάδα, η κυβέρνηση έχει θέσει επίσης στόχους για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και έχει θεσπίσει κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων.

Παρά την πρόοδο που έχει σημειωθεί στην ανάπτυξη της ηλεκτρικής κινητικότητας, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν προκειμένου να καταστεί κύριο μέσο μεταφοράς. Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι η έλλειψη υποδομής φόρτισης, ιδιαίτερα σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές. Επιπλέον, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την περιορισμένη εμβέλεια οδήγησης και το υψηλότερο αρχικό κόστος των EV σε σύγκριση με τα παραδοσιακά βενζινοκίνητα οχήματα. Επιπλέον, εξακολουθούν να υπάρχουν ερωτήματα σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ηλεκτρικής κινητικότητας, ιδίως όσον αφορά την πηγή της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία των ηλεκτρικών οχημάτων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής και απόρριψης μπαταριών. Κατά τη σύγκριση της ηλεκτρικής κινητικότητας με τα υπόλοιπα υπάρχοντα μέσα μεταφοράς, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη και μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν μηδενικές εκπομπές ρύπων και επομένως είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά οχήματα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, το κόστος λειτουργίας ενός EV είναι συνήθως χαμηλότερο από αυτό ενός βενζινοκίνητου οχήματος και η τιμή των EV αναμένεται να συνεχίσει να μειώνεται καθώς βελτιώνεται η τεχνολογία και επιτυγχάνονται οικονομίες κλίμακας. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης προκλήσεις για την ευρεία υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων, όπως η ανάγκη για μια ολοκληρωμένη υποδομή φόρτισης και ανησυχίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής και της διάθεσης των μπαταριών. Είναι επίσης σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα πιθανά κοινωνικά οφέλη και μειονεκτήματα της ηλεκτρικής κινητικότητας, όπως η δυνατότητα βελτίωσης της ποιότητας του αέρα και μειωμένης εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα, καθώς και η πιθανότητα αυξημένης συμφόρησης και μειωμένης κινητικότητας για όσους δεν έχουν πρόσβαση σε υποδομές φόρτισης. Συνολικά, η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, ιδιαίτερα στον τομέα των μεταφορών, έχει μεγάλες δυνατότητες για την αντιμετώπιση ορισμένων από τις πιεστικές περιβαλλοντικές και οικονομικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο κόσμος σήμερα, αλλά θα απαιτήσει επίσης προσεκτική εξέταση των πιθανών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων προκειμένου να διασφαλιστεί ότι εφαρμόζεται με αποτελεσματικό και δίκαιο τρόπο.

4.1.3. Συγκρίσεις οφέλους – κόστους

Η ηλεκτροκίνηση και συγκεκριμένα τα ηλεκτρικά οχήματα (EVs), έχει κερδίσει σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια ως μέσο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE), τα EV προσφέρουν πολυάριθμα οφέλη όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, την εξοικονόμηση κόστους και την ενεργειακή ασφάλεια.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των EV είναι οι σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές τους σε σύγκριση με τα οχήματα ICE. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, οι μεταφορές ευθύνονται για περίπου το 20% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ και η πλειονότητα αυτών των εκπομπών προέρχεται από ελαφρά οχήματα. Τα ηλεκτρικά οχήματα, από την άλλη πλευρά, δεν παράγουν εκπομπές από την εξάτμιση και όταν τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές που σχετίζονται με τις μεταφορές. Στην πραγματικότητα, μια μελέτη από την Ένωση Ανησυχούμενων Επιστημόνων διαπίστωσε ότι, κατά μέσο όρο, τα EV εκπέμπουν 59% λιγότερα αέρια θερμοκηπίου από τα αντίστοιχα ICE.

Όσον αφορά την εξοικονόμηση κόστους, τα EV γίνονται όλο και πιο ανταγωνιστικά με τα οχήματα ICE. Το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας (TCO) για EV είναι συχνά χαμηλότερο από αυτό των οχημάτων ICE, ιδιαίτερα όταν συνυπολογίζεται το χαμηλότερο κόστος καυσίμου και συντήρησης. Μια μελέτη από την American Automobile Association διαπίστωσε ότι, κατά μέσο όρο, το TCO για ένα EV είναι περίπου 1.200 \$ λιγότερο ετησίως από ό, τι για ένα όχημα ICE. Επιπλέον, το αρχικό κόστος των EV μειώνεται επίσης καθώς βελτιώνεται η τεχνολογία των μπαταριών και επιτυγχάνονται οικονομίες κλίμακας.

Η ενεργειακή ασφάλεια είναι ένα άλλο πλεονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων. Μειώνοντας την εξάρτηση από το ξένο πετρέλαιο και αυξάνοντας τη χρήση εγχώριων πηγών ενέργειας, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας. Το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ εκτιμά ότι η ευρεία υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων θα μπορούσε να μειώσει την κατανάλωση πετρελαίου έως και 4 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα έως το 2040.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων δεν είναι χωρίς κόστος. Η παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων και των μπαταριών τους μπορεί να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ιδίως όσον αφορά την προμήθεια πρώτων υλών και την απόρριψη των μπαταριών. Επιπλέον, η τρέχουσα υποδομή για τη φόρτιση EV και την ανακύκλωση μπαταριών δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί πλήρως.

Συμπερασματικά, η ηλεκτροκίνηση, ειδικά μέσω της υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων, προσφέρει πολυάριθμα οφέλη όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, την εξοικονόμηση κόστους και την ενεργειακή ασφάλεια. Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη το κόστος και οι προκλήσεις που συνδέονται με την ευρεία υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης υποδομής και της αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής και της διάθεσης.

4.2. Προτάσεις για την ανάπτυξη και προώθηση ηλεκτροκίνησης

Η ανάπτυξη και η προώθηση ηλεκτρικών οχημάτων (EV) είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών. Τα οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών και την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα είναι καλά τεκμηριωμένα. Ωστόσο, η υιοθέτηση των EV ήταν αργή σε πολλές χώρες και πρέπει να γίνουν περισσότερα για να επιταχυνθεί η ανάπτυξή τους. Στο πλαίσιο αυτό, μπορούν να γίνουν αρκετές προτάσεις για την ανάπτυξη και προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Πρώτον, είναι σημαντικό να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικής που να ενθαρρύνει την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτό μπορεί να γίνει με την εφαρμογή οικονομικών κινήτρων, όπως εκπτώσεις φόρου ή εκπτώσεις για αγορές ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και μη οικονομικών κινήτρων, όπως η πρόσβαση σε λωρίδες αυτοκινήτου ή μειωμένα τέλη στάθμευσης. Επιπλέον, μπορούν να εφαρμοστούν κανονισμοί όπως οι υποχρεωτικές ποσοστώσεις EV για κατασκευαστές αυτοκινήτων και κανονισμοί που προωθούν την εγκατάσταση υποδομής φόρτισης για την ενίσχυση της ανάπτυξης των EV.

Δεύτερον, η προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων στον δημόσιο τομέα μπορεί να είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την αύξηση της υιοθέτησης. Για παράδειγμα, οι κυβερνήσεις μπορούν να δώσουν το παράδειγμα προμηθεύοντας ηλεκτρικά οχήματα για τους δικούς τους στόλους και παρέχοντας υποδομή φόρτισης σε δημόσιους χώρους όπως γκαράζ και στάσεις ανάπαυσης.

Τρίτον, η ανάπτυξη μιας υποδομής φόρτισης που να είναι βολική και προσβάσιμη σε όλους είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτό μπορεί να γίνει αυξάνοντας τον αριθμό των σταθμών φόρτισης, ιδιαίτερα σε αγροτικές περιοχές και περιοχές χαμηλού εισοδήματος, και παρέχοντας επιλογές γρήγορης φόρτισης. Επιπλέον, η ανάπτυξη μιας έξυπνης υποδομής φόρτισης που μπορεί να προσαρμοστεί στις αλλαγές της ζήτησης και της προσφοράς μπορεί να βοηθήσει να διασφαλιστεί ότι το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να αντιμετωπίσει την αυξανόμενη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.

Τέλος, είναι σημαντικό να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση και η εκπαίδευση του κοινού σχετικά με τα οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων και την τεχνολογία πίσω από αυτά. Αυτό μπορεί να γίνει παρέχοντας πληροφορίες μέσω διαφόρων καναλιών όπως ιστοσελίδες, μέσα κοινωνικής δικτύωσης και δημόσιες εκδηλώσεις. Επιπλέον, μπορούν να αναπτυχθούν εκπαιδευτικά προγράμματα σε σχολεία και πανεπιστήμια για την ευαισθητοποίηση της επόμενης γενιάς οδηγών.

Συμπερασματικά, η ανάπτυξη και η προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών. Ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικής, η προώθηση στον δημόσιο τομέα, η ανάπτυξη υποδομής φόρτισης και η ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση του κοινού είναι όλες σημαντικές προτάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν για να επιταχυνθεί η ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων.

Βιβλιογραφία

- Alhazmi, Y.A., Mostafa, H.A., Salama, M.M., 2017. Optimal allocation for electric vehicle charging stations using trip success ratio. *Int. J. Electr. Power Energy*
- Arias, M.B., Kim, M., Bae, S., 2017. Prediction of electric vehicle charging-power demand in realistic urban traffic networks. *Appl. Energy* 195, 738–753.
- assembly/our-insights/charging-ahead-electric-vehicle-infrastructure-demand.
- Bailey, R. and Wellesley, L. (2017), *Chokepoints and Vulnerabilities in Global Food Trade, Report*, London: Royal Institute of International Affairs, <https://www.chathamhouse.org/2017/06/chokepoints-and-vulnerabilitiesglobal-food-trade>
- BP Pulse (2022). BP Pulse: The UK's largest EV charging network. Retrieved from <https://www.bppulse.com/>
- Buenstorf, G., & Cordes, C. (2008). Can sustainable consumption be learned? A model of cultural evolution. *Ecological Economics*, 67(4), 646-657.
- Camus, C., Farias, T., & Esteves, J. (2011). Potential impacts assessment of plug-in electric vehicles on the Portuguese energy market. *Energy Policy*, 39(10), 5883-5897.
- Cansino, J. M., del P Pablo-Romero, M., Román, R., & Yñiguez, R. (2012). Promotion of biofuel consumption in the transport sector: An EU-27 perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6013-6021.
- Carley, S., Krause, R. M., Lane, B. W., & Graham, J. D. (2013). Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large US cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 18, 39-45.
- ChargePlace Scotland (2022). ChargePlace Scotland: National EV charging network. Retrieved from <https://www.chargeplacescotland.org/>
- ChargePoint (2022). ChargePoint: The largest EV charging network. Retrieved from <https://www.chargepoint.com/>
- Coffman, M., Bernstein, P., & Wee, S. (2017). Electric vehicles revisited: a review of factors that affect adoption. *Transport Reviews*, 37(1), 79-93.
- Csiszár, C., Csonka, B., Földes, D., Wirth, E., Lovas, T., 2020. Location optimisation method for fast-charging stations along national roads. *J. Transp. Geogr.* 88,

- Deng, J., Bae, C., Denlinger, A., & Miller, T. (2020). Electric vehicles batteries: requirements and challenges. *Joule*, 4(3), 511-515.
- Duarte, F., & Ratti, C. (2018). The impact of autonomous vehicles on cities: A review. *Journal of Urban Technology*, 25(4), 3-18.
- Duguid, K., Romei, V. and Wilson, T. (2022), 'Will Opec increase oil output as Russia disruption lifts prices?', *Financial Times*, 27 March 2022, <https://www.ft.com/content/648e0f28-3dd4-4132-af53-fb9490f6ac11>
- EB Charging (2022). EB Charging: Quality EV charging solutions through consultation. Retrieved from <https://www.ebcharging.com/>
- Engel, H., Hensley, R., Knupfer, S., Sahdev, S., 2018. Charging ahead: Electric-vehicle infrastructure demand. <https://www.mckinsey.com/industries/automotiveand-enpol.2020.111777>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520304997>.
- EVBox Inc. (2022). EVBox: The all-in-one solution for EV charging. Retrieved from <https://www.evbox.com/>
- F 40, 119–129.
- Faisal, A., Kamruzzaman, M., Yigitcanlar, T., & Currie, G. (2019). Understanding autonomous vehicles. *Journal of transport and land use*, 12(1), 45-72.
- Fang, Y., Wei, W., Mei, S., Chen, L., Zhang, X., Huang, S., 2020. Promoting electric vehicle charging infrastructure considering policy incentives and user
- Fenimore, C. P. (1971, January). Formation of nitric oxide in premixed hydrocarbon flames. In *Symposium (international) on combustion* (Vol. 13, No. 1, pp. 373-380). Elsevier.
- Funke, S., Jochem, P., Ried, S., Gnann, T., 2020. Fast charging stations with stationary batteries: A techno-economic comparison of fast charging along
- Geronikolos, I., & Potoglou, D. (2021). An exploration of electric-car mobility in Greece: A stakeholders' perspective. *Case Studies on Transport Policy*, 9(2), 906-912.
- Gkatzoflias, D., Drossinos, Y., Zubaryeva, A., Zambelli, P., Dilara, P., Thiel, C., 2016. Optimal allocation of electric vehicle charging infrastructure in cities and
- Gnann, T., Funke, S., Jakobsson, N., Plötz, P., Sprei, F., Bennehag, A., 2018. Fast charging infrastructure for electric vehicles: Today's situation and future needs.
- GPS travel data. *Transp. Res. C* 98, 1–13.
- Graham-Rowe, E., Gardner, B., Abraham, C., Skippon, S., Dittmar, H., Hutchins, R., & Stannard, J. (2012). Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-

- in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(1), 140-153.
- Grauers, A., Sarasini, S., & Karlström, M. (2013). Why electromobility and what is it?. Chalmers University of Technology: Gothenburg, Sweden,
- Greene, D.L., Kontou, E., Borlaug, B., Brooker, A., Muratori, M., 2020. Public charging infrastructure for plug-in electric vehicles: What is it worth?. *Transp. Res.*
- GRIDSERVE (2022). GRIDSERVE Electric Highway: Low-cost EV charging across the UK. Retrieved from <https://www.gridserve.com/electric-highway/>
- Hannan, M. A., Azidin, F. A., & Mohamed, A. (2014). Hybrid electric vehicles and their challenges: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 135-150.
- Hannan, M. A., Azidin, F. A., & Mohamed, A. (2014). Hybrid electric vehicles and their challenges: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 135-150.
- He, F., Yin, Y., Zhou, J., 2015. Deploying public charging stations for electric vehicles on urban road networks. *Transp. Res. C* 60, 227–240. [http:](http://)
- He, J., Yang, H., Tang, T.-Q., Huang, H.-J., 2018. An optimal charging station location model with the consideration of electric vehicle’s driving range. *Transp.*
- Heywood, J. B. (2018). *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill Education.
- Hidrué, M. K., Parsons, G. R., Kempton, W., & Gardner, M. P. (2011). Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and energy economics*, 33(3), 686-705.
- highways and in cities. *Transp. Res. Procedia* 48, 3832–3849. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.036>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/>
- Hoekman, S. K., & Robbins, C. (2012). Review of the effects of biodiesel on NOx emissions. *Fuel Processing Technology*, 96, 237-249.
- Huddleston, N. (2012). *Climate change: evidence, impacts, and choices: PDF booklet*. National Academies Press.
- Hyundai Motor Group (2022). Hyundai EV Charging: Wireless and fast charging solutions. Retrieved from <https://www.hyundai.com/uk/en/electric-vehicles/charging>

- Illmann, U., Kluge, J., 2020. Public charging infrastructure and the market diffusion of electric vehicles. *Transp. Res. D* 86, 102413. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2020.102413>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920920306003>.
- Jochem, P., Szimba, E., Reuter-Oppermann, M., 2019. How many fast-charging stations do we need along European highways? *Transp. Res. D* 73, 120–129.
- Jochem, P., Szimba, E., Reuter-Oppermann, M., 2019. How many fast-charging stations do we need along European highways? *Transp. Res. D* 73, 120–129.
- Karolemeas, C., Tsigdinos, S., Tzouras, P. G., Nikitas, A., & Bakogiannis, E. (2021). Determining electric vehicle charging station location suitability: A qualitative study of greek stakeholders employing thematic analysis and analytical hierarchy process. *Sustainability*, 13(4), 2298.
- Kolz, D., & Schwartz, M. (2017). Key factors for the development of electro mobility. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 224, 225-233.
- Kontou, E., Liu, C., Xie, F., Wu, X., Lin, Z., 2019. Understanding the linkage between electric vehicle charging network coverage and charging opportunity using
- Lam, A., Lee, S., Mercure, J. F., Cho, Y., Lin, C. H., Pollitt, H., ... & Billington, S. (2018). Policies and predictions for a low-carbon transition by 2050 in passenger vehicles in East Asia: Based on an analysis using the E3ME-FTT model. *Sustainability*, 10(5), 1612.
- Lam, A.Y., Leung, Y.-W., Chu, X., 2014. Electric vehicle charging station placement: Formulation, complexity, and solutions. *IEEE Trans. Smart Grid* 5 (6),
- Lee, T., Park, J., Kwon, S., Lee, J., & Kim, J. (2013). Variability in operation-based NOx emission factors with different test routes, and its effects on the real-driving emissions of light diesel vehicles. *Science of the total environment*, 461, 377-385.
- Liu, J. Electric vehicle charging infrastructure assignment and power grid impacts assessment in Beijing. *Energy Policy* 2012, 51,
- Ma, S.-C., Fan, Y., 2020. A deployment model of EV charging piles and its impact on ev promotion. *Energy Policy* 146, 111777. <http://dx.doi.org/10.1016/j>.
- Marchán/Viscidi, (2015). <http://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/10/Green-Transportation-The-Outlook-for-Electric-Vehicles-in-Latin-America.pdf>
- Markkula, J.; Rautiainen, A.; Järventausta, P. The business case of electric vehicle quick charging—No more chicken or egg

- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). *Introduction to environmental engineering and science* (No. 60457). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Meade, R. (2022), 'Shipping shuns Russia risk as sanctions fuel rocketing rates', Lloyd's List, 27 February 2022 , <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1139986/Shipping-shuns-Russia-risk-as-sanctions-fuelrocketing-rates>
- Meysignac, B., & Cazenave, A. (2012). Sea level: a review of present-day and recent-past changes and variability. *Journal of Geodynamics*, 58, 96-109.
- Miele, A., Aksen, J., Wolinetz, M., Maine, E., Long, Z., 2020. The role of charging and refuelling infrastructure in supporting zero-emission vehicle sales. Transp. Mumbai.
- Nova, I., & Tronconi, E. (Eds.). (2014). *Urea-SCR technology for deNOx after treatment of diesel exhausts* (Vol. 5). New York: Springer.
- Olivier, J. G., Peters, J. A., & Janssens-Maenhout, G. (2012). *Trends in global CO2 emissions. 2012 report*. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
org/sites/te/files/publications/01%202020%20Draft%20TE%20Infrastructure%20Report%20Final.pdf.
- Paul, G., Datta, A., & Mandal, B. K. (2014). An experimental and numerical investigation of the performance, combustion and emission characteristics of a diesel engine fueled with jatropa biodiesel. *Energy Procedia*, 54, 455-467.
- Perujo, A., & Ciuffo, B. (2010). The introduction of electric vehicles in the private fleet: Potential impact on the electric supply system and on the environment. A case study for the Province of Milan, Italy. *Energy Policy*, 38(8), 4549-4561.
- Philipsen, R., Schmidt, T., Van Heek, J., Ziefle, M., 2016. Fast-charging station here, please! user criteria for electric vehicle fast-charging locations. Transp. Res. pii/S235214652030452X, Recent Advances and Emerging Issues in Transport Research – An Editorial Note for the Selected Proceedings of WCTR 2019
- preferences: An evolutionary game model in a small-world network. *J. Cleaner Prod.* 258, 120753. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120753>,
- problem. In Proceedings of the 2013World Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), Barcelona, Spain, 17–20 November

- Proctor, D. (2022), 'Coal Use Rises, Prices Soar as War Impacts Energy Markets', PowerMag, <https://www.powermag.com/coal-use-rises-prices-soar-as-war-impacts-energy-markets>.
- Quadrelli, R., & Peterson, S. (2007). The energy–climate challenge: Recent trends in CO2 emissions from fuel combustion. *Energy policy*, 35(11), 5938-5952.
- Rao, K. S. (2016). Effect of EGR on diesel engine performance and exhaust emission running with cotton seed biodiesel. *international journal of mechanical and mechatronic engineering*, 16(02), 64-69.
- regions. JRC Rep..
- Res. C 86, 641–654. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2017.11.026>.
- Res. D 81, 102275. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2020.102275>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920919309149>.
- Roland Berger, (2014). http://www.rolandberger.de/media/pdf/Roland_Berger_Index_Elektromobilitaet_3_Quartal_2014_20140919.pdf
- Roland Berger, (2015). http://www.rolandberger.de/media/pdf/Roland_Berger_E_Mobility_Index_Q1_2015_e_20150325.pdf
- Sadeghi-Barzani, P., Rajabi-Ghahnavieh, A., Kazemi-Karegar, H., 2014. Optimal fast charging station placing and sizing. *Appl. Energy* 125, 289–299. [http:](http://)
- Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martinez, F. J., & Marquez-Barja, J. M. (2021). A review on electric vehicles: Technologies and challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372-404.
- Scheiner, J., 2012. A century of motorisation in urban and rural contexts: paths of motorisation in german cities. *Erdkunde* 313–328
- Schneider Electric (2022). EV Solutions: Charge your electric vehicle with Schneider Electric. Retrieved from <https://www.schneider-electric.com/en/products-services/solutions/electric-vehicle-charging-solutions/>
- Schwedes, O., Kettner, S., & Tiedtke, B. (2013). E-mobility in Germany: White hope for a sustainable development or Fig leaf for particular interests?. *Environmental science & policy*, 30, 72-80.
- Sessa, C., Enei, R., 2009. EU Transport demand: Trends and drivers. ISIS, paper produced for European Commission Directorate-General Environment.

- Shahraki, N., Cai, H., Turkay, M., Xu, M., 2015. Optimal locations of electric public charging stations using real world vehicle travel patterns. *Transp. Res. D*
- Shell Recharge (2022). Shell Recharge: Quality EV charging services. Retrieved from <https://www.shell.com/energy-and-innovation/new-energies/electric-vehicle-charging.html>
- Shirnesan, A. (2013). HC, CO, CO₂ and NO_x emission evaluation of a diesel engine fueled with waste frying oil methyl ester. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 75, 292-297.
- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & Van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy policy*, 68, 183-194.
- Sun, X., Chen, Z., Yin, Y., 2020. Integrated planning of static and dynamic charging infrastructure for electric vehicles. *Transp. Res. D* 83, 102331
- Syst. 91, 101–116.
- Tesla Inc. (2022). Tesla Charging: Superchargers and Destination Charging. Retrieved from <https://www.tesla.com/charging>
- Transp. Res. B Green Urban Transportation*, 103, 68–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2017.03.004>,
- Transp. Res. D* 62, 314–329.
- Transport & Environment, 2018. Roll-out of public EV charging infrastructure in the EU - is the chicken and egg dilemma resolved?. <https://www.euractiv.com/wpcontent/>
- Transport & Environment, 2020. Recharge EU: how many charge points will europe and its member states need in the 2020s.. <https://www.transportenvironment>.
- Trenberth, K. E. (2018). Climate change caused by human activities is happening and it already has major consequences. *Journal of energy & natural resources law*, 36(4), 463-481.
- Tsakalidis, A., Julea, A., Thiel, C., 2019. The role of infrastructure for electric passenger car uptake in europe. *Energies* 12 (22), <http://dx.doi.org/10.3390/>
- Tu, H., Feng, H., Srdic, S., & Lukic, S. (2019). Extreme fast charging of electric vehicles: A technology overview. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 5(4), 861-878.
- uploads/sites/2/2018/09/Charging-Infrastructure-Report_September-2018_FINAL.pdf.

- Venkateswarlu, K., Murthy, B. S. R. C., & Subbarao, V. V. (2013). The effect of exhaust gas recirculation and di-tertiary butyl peroxide on diesel-biodiesel blends for performance and emission studies. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 54, 49-60.
- Walker, A. (2016). Future challenges and incoming solutions in emission control for heavy duty diesel vehicles. *Topics in Catalysis*, 59(8), 695-707.
- Wearden, G. (2021), 'Gas crisis forces two UK fertiliser plants to halt work; US retail sales beat forecasts as it happened', Guardian, <https://www.theguardian.com/business/live/2021/sep/16/evergrande-crisis-energy-prices-factories-markets-ftse-dow-us-jobless-business-live>
- Weber, J. (2020). *Bewegende Zeiten*. Wiesbaden: Springer.
- Wiseman, Y. (2022). Autonomous vehicles. In *Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation* (pp. 878-889). IGI Global.
- World Health Organization. (2009). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. World Health Organization.
- Xu, M., Meng, Q., Liu, K., Yamamoto, T., 2017. Joint charging mode and location choice model for battery electric vehicle users. *Green Urban Transportation*,
- Zhang, T.Z., Chen, T.D., 2020. Smart charging management for shared autonomous electric vehicle fleets: A puget sound case study. *Transp. Res. D* 78, 102184.