



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τα οφέλη της μετάβασης στην ηλεκτροκίνηση, όσον αφορά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και την ποιότητα του αέρα



Όνοματεπώνυμο Φοιτητή: Προδρόμου Ευάγγελος  
Α.Μ.:HN07272

Ε  
ι  
κ  
ό  
υ  
α  
:

Η  
λ  
ε  
κ  
τ  
ρ  
ι  
ό

α  
υ  
τ

Επιβλέπων Καθηγητής: Στημονιάρης Δημήτριος

*(Υπογραφή)*

**Προδρόμου Ευάγγελος**

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

© 2023 – All rights reserved

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή, αποτελεί ένα βιβλιογραφικό εκπόνημα για τη σημασία και τους τρόπου διεύρυνσης της χρήσης της ηλεκτροκίνησης.

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο, από την έρευνα στην ιστορία της ηλεκτροκίνησης βρέθηκε ότι αυτή έχει βαθιά τις ρίζες της στην αρχή του 19<sup>ου</sup> αιώνα και είναι άξιο σχολιασμού ότι, δύο αιώνες αργότερα, στον 21<sup>ο</sup> αιώνα, η διάδοσή της δεν είναι τόσο ευρεία στην Ελλάδα, παρόλο που υπάρχει δυνατότητα άφθονης παραγωγής της από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) σε μια χώρα με τόσο ήλιο και ρεύματα αέρα (ηλιακή και αιολική), όπως αναλύονται στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο εκτενέστερα, μαζί με την αντιμετώπιση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο μέσα από την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει».

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο απαριθμούνται και τα πλεονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης, τα οποία αφορούν, πέρα από τη βελτίωση για το περιβάλλον και για την υγεία του ανθρώπου ακόμη και τους κοινωνικοοικονομικό τομείς, που αναλύονται στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

Το 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο συνεχίζει με τη σημασία εξασφάλισης επαρκών και αξιόπιστων σταθμών φόρτισης, τους οποίους οφείλουν αλλά και ενθαρρύνονται να στηρίζουν, με τα ανάλογα χρηματοδοτικά εργαλεία, αμφότεροι ο ιδιωτικός και δημόσιος τομέας, όπως περιγράφεται εκτενέστερα στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

Το 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο αποτελεί τον επίλογο της παρούσης εργασίας για τη σημασία της διάδοσης της ηλεκτροκίνησης, ειδικά όταν αυτή αξιοποιεί ενέργεια παραγόμενη από ΑΠΕ, και εμβαθύνει στις συνέπειες της μέχρι σήμερα τακτικής της ανθρωπότητας να βασίζει την κίνηση των οχημάτων σε ενέργεια από ορυκτά καύσιμα, ενώ τέλος καταθέτει μια σειρά από προτεινόμενα μέτρα ενίσχυσης της ηλεκτροκίνησης και της ποιότητας των μπαταριών και των σταθμών φόρτισης που την υποστηρίζουν.

**Λέξεις Κλειδιά:** Ηλεκτροκίνηση, περιβάλλον, ενέργεια, μόλυνση αέρα, φαινόμενο θερμοκηπίου

## ABSTRACT

The present thesis constitutes a bibliographic work on the importance and the ways of expanding the use of electric mobility.

In chapter 1, the history of electromobility spotted that it started on the 19th century but two centuries later, in the 21st century, it is still not widely used in Greece, nevertheless the relevant energy's abundant production from renewable energy sources (RES), in a country with so much sun and air (solar and wind), as it is analyzed in the 2nd chapter, together with addressing the worldwide burden of the environment through the principle of "the polluter pays".

In the 1st chapter, the advantages of electrification are also listed, which concern, in addition to the improvement of the environment and human health, even the social and economic sectors, which are further analyzed in the 3rd chapter.

The 1st chapter continues with the importance of ensuring sufficient number and reliable charging stations, which both the private and public sectors should and are encouraged to support, via the corresponding financial tools, as described in more details in the 4th chapter.

The 5th chapter is the epilogue of this thesis about the importance of the extent use of electric mobility, especially when it utilizes energy produced from RES, and delves into the consequences of humanity's practice to still use energy from fossil fuels for the vehicles' movement, while finally proposes ways to enhance the use of electric mobility and the batteries' quality plus the number of charging stations that support it.

**Keywords:** Electromobility, environment, energy, air pollution, greenhouse effect

# **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη .....	3
Ευχαριστίες .....	7
Πίνακας Περιεχομένων .....	9
Πίνακας Εικόνων .....	11
Κατάλογος Πινάκων .....	12
E	
Κεφάλαιο 1: Ηλεκτροκίνηση .....	15
σ 1	
α 1.2. Η Ανάγκη για την ηλεκτροκίνηση .....	23
γ 1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων .....	27
ω 1.4. Σταθμοί φόρτισης .....	28
γ 1.5. Κατηγορίες και τρόπος λειτουργίας ηλεκτροκίνητων οχημάτων .....	29
Κεφάλαιο 2: Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Ηλεκτροκίνηση .....	34
2.1. Ενεργειακός συμψηφισμός και χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .....	34
τ 2.1.1. Νομοθεσία ενεργειακού συμψηφισμού .....	35
ο 2.1.2. Θετικά του ενεργειακού συμψηφισμού .....	38
ρ 2.1.3. Εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός .....	39
2.2. Τεχνολογίες Βασικών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	40
κ 2.2.1. Τεχνολογία Αιολικής Ενέργειας .....	41
ή 2.2.2. Τεχνολογία Ηλιακής Ενέργειας .....	43
Κεφάλαιο 3: Οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων .....	48
3.1. Οικονομικά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων .....	49
3.2. Ενεργειακά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων.....	50
3.3. Κοινωνικά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων .....	51
3.4. Περιβαλλοντικά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων .....	53
Κεφάλαιο 4: Ένταξη ηλεκτρικών οχημάτων στο ενεργειακό σύστημα Ελλάδας και στις Ευρωπαϊκές αναμενόμενες δράσεις .....	55
4.1. Σχέδια οργάνωσης και διοίκησης υποδομών επαναφόρτισης .....	57
4.1.1. Η θέση των Ελληνικών Δήμων στην ένταξη των ηλεκτρικών οχημάτων στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας .....	57
τ 4.1.2. Οικονομικά κίνητρα αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα .....	60
Κεφάλαιο 5: ποιότητα του αέρα και φαινόμενο του θερμοκηπίου .....	62
5.1. Ρύπανση του περιβάλλοντος από βενζινοκίνητα και ηλεκτροκίνητα οχήματα .....	62
5.2. Φαινόμενο του Θερμοκηπίου .....	64
5.3. Προτεινόμενα μέτρα.....	68
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	71
Βιβλιογραφία .....	72
κ	
τ	
ρ	
ο	
κ	
ί	
ν	
η	
σ	
η	

αράρτημα .....	122
ομικό πλαίσιο σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα .....	122
δηγίες της Ευρώπης μέσα στο Ελληνικό νομικό καθεστώς: .....	122
υρωπαϊκά Πρότυπα Ηλεκτροφόρτισης και ηλεκτροκίνησης: .....	123
6.1.3. Ελληνική νομοθεσία και εγκύκλιοι για την ηλεκτροκίνηση	

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την σταδιακή εξάντληση της ορυκτής ενέργειας και τη γενικευμένη αφύπνιση υπέρ της προστασίας του περιβάλλοντος, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στα ηλεκτρικά οχήματα (EV) [1].

Η ανακάλυψη των ηλεκτρικών οχημάτων ξεκίνησε τον 19ο αιώνα, που εφευρέτες πειραματίστηκαν με οχήματα κινούμενα με μπαταρία. Βασικοί παράγοντες που επιρρέασαν την στροφή προς την ηλεκτροκίνηση ήταν **(α)** η εφεύρεση της μπαταρίας από τον Ιταλό Alessandro

**(β)** η δημιουργία του μαγνητικού πεδίου από ηλεκτρικό ρεύμα που εντόπισε και εξήγησε επιστημονικά ο Δανός Hans Christian Oersted το 1820, [3] και **(γ)** η ανακάλυψη του ηλεκτρομαγνήτη από τον Βρετανό William Sturgeon το 1825, καθώς με αυτά τα τρία τέθηκε η αρχή της ηλεκτροκίνησης. [4], [5]. Πολλοί εφευρέτες, ανά τον κόσμο, εργάστηκαν παράλληλα σε αυτό το έργο καθώς η ηλεκτροκίνηση αποτέλεσε ένα από τα ελκυστικά αινίγματα της εποχής. Νέα φαινόμενα ανακαλύπτονταν σχεδόν καθημερινά, ενώ συχνά οι εφευρέτες δεν γνώριζαν ο ένας για τον άλλον μα ανέπτυσαν παρόμοιες προτάσεις, ανεξάρτητα μεταξύ τους [4].

Η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (EVs) σήμερα αναπτύσσεται ραγδαία και μεταμορφώνει τον τομέα των μεταφορών κι αυτό γιατί: **(α) αυξήθηκε η εξοικείωση του κόσμου με τα ηλεκτρικά οχήματα:** λόγω διαφόρων παραγόντων. Οι εξελίξεις στην τεχνολογία των μπαταριών έχουν βελτιώσει την εμβέλεια και την απόδοση των EV, καθιστώντας τα πιο πρακτικά για καθημερινή χρήση. Επιπλέον, οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο εφαρμόζουν κίνητρα και πολιτικές για την προώθηση της υιοθέτησης ηλεκτρικών οχημάτων, όπως εκπτώσεις φόρου, εκπτώσεις και επιδοτήσεις. [6]. **(β) είναι πολλά τα περιβαλλοντικά οφέλη από τα ηλεκτρικά οχήματα:** καθώς παράγουν μηδενικές εκπομπές καυσαερίων, που σημαίνει ότι δεν απελευθερώνουν ρύπους ή αέρια θερμοκηπίου κατά τη λειτουργία τους. Αυτό βοηθάει στις συνθήκες του περιβάλλοντος και στο μειωμένο αποτύπωμα άνθρακα, ειδικά όταν τροφοδοτείται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [7]. **(γ) αυτά τα οχήματα έχουν χαμηλότερο λειτουργικό κόστος:** σε σχέση με τα οχήματα βενζίνης και πετρελαίου γιατί η ηλεκτροκίνηση είναι γενικά πιο φθηνή από τα υπόλοιπα καύσιμα και τα ηλεκτρικά οχήματα απαιτούν λιγότερη συντήρηση, καθώς έχουν λιγότερα κινούμενα μέρη. Με την πάροδο του χρόνου, το χαμηλότερο κόστος καυσίμου και συντήρησης μπορεί να αντισταθμίσει την υψηλότερη αρχική τιμή αγοράς ενός

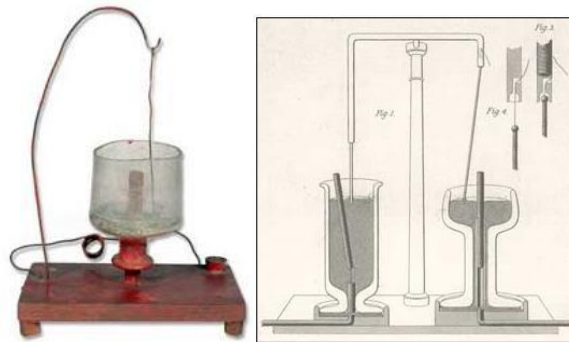
**(δ) επεκτείνεται η υποδομή φόρτισης:** που είναι απαραίτητη για την ευρεία υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Κυβερνήσεις, ιδιωτικές εταιρείες και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας επενδύουν στην εγκατάσταση δημόσιων σταθμών φόρτισης σε αστικές περιοχές, αυτοκινητόδρομους και χώρους στάθμευσης. Επιπλέον, οι λύσεις φόρτισης για το σπίτι, όπως οι φορτιστές τοίχου, γίνονται πιο προσιτές στους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων, επιτρέποντας άνετη φόρτιση σε κατοικίες [10], **(ε) μειώνεται σταδιακά το άγχος της εμβέλειας, της εξάντλησης χωρίς πρόσβαση σε σταθμό φόρτισης:** καθώς έχει απασχολήσει τους πιθανούς αγοραστές EV. Ωστόσο, η ανάπτυξη δικτύων γρήγορης φόρτισης και οι βελτιώσεις στην τεχνολογία των μπαταριών έχουν αμβλύνει αυτές τις ανησυχίες. Τα σύγχρονα EV προσφέρουν μεγαλύτερες αποστάσεις και οι σταθμοί γρήγορης φόρτισης μπορούν να αναπληρώσουν ένα σημαντικό μέρος της χωρητικότητας της μπαταρίας σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, καθιστώντας τα ταξίδια μεγάλων αποστάσεων πιο εφικτά, **(στ) αυξήθηκε η ποικιλία επιλογών ηλεκτρικών οχημάτων:** που είναι διαθέσιμες στους καταναλωτές γιατί υπάρχουν πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες που προσφέρουν πλέον ηλεκτρικές εκδόσεις των δημοφιλών μοντέλων τους και έχουν εμφανιστεί νέοι κατασκευαστές μόνο ηλεκτρικών. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα SUV, ακόμη και τα ηλεκτρικά φορτηγά γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα, παρέχοντας στους καταναλωτές περισσότερες επιλογές που ταιριάζουν στις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους [11], **(ζ) ενσωματώθηκαν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος προς την φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων.** Αυτή η ενοποίηση βοηθά στη δημιουργία ενός καθαρότερου και πιο βιώσιμου συστήματος μεταφορών, όπου τα ηλεκτρικά οχήματα υποστηρίζουν την ανάταση της παραγωγής των ΑΠΕ [12] [13], **(η) αναπτύσσεται παράλληλα και η τεχνολογία μπαταριών:** και οι κυβερνήσεις θέτουν πιο υψηλές βάσεις για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω [14].

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ

## 1.1. Ιστορική Αναδρομή στην Ηλεκτροκίνηση

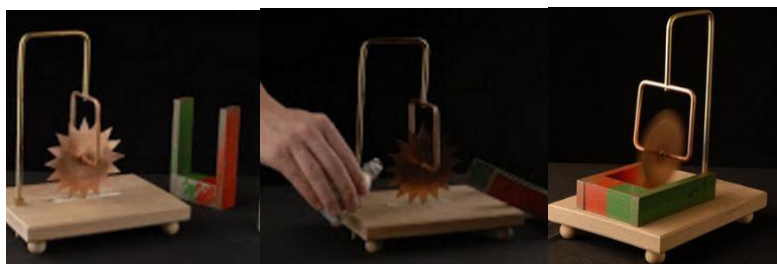
Μια ιστορική αναδρομή ως προς την σταδιακή ανακάλυψη της ηλεκτροκίνησης περιλαμβάνει κυρίως τις κάτωθι βασικές εφευρέσεις ανά τα χρόνια από το 1900 έως σήμερα [5]:

- A)** Το 1821, ο Βρετανός Michael Faraday ανακάλυψε το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, δηλαδή της παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο (το αντίστροφο του Oersted), θέτοντας τα θεμέλια της ηλεκτρικής γεννήτριας.



Εικόνα 1: Ο «κινητήρας» του Faraday. [4] [16]

- B)** Η πρώτη περιστρεφόμενη συσκευή με κίνηση από ηλεκτρομαγνητισμό κατασκευάστηκε από τον Άγγλο Peter Barlow το 1822, γνωστή ως Barlow's Wheel (η ρόδα του Barlow).



Ε  
ι  
κ  
ό  
ν  
α  
:

<sup>2</sup> Europa-Universität Flensburg (EUF) - Institut Physik -. Barlow's Wheel [Internet]. www.uni-flensburg.de. [https://www.uni-flensburg.de/en/working-group-physics/histolab/thematical-subsections/electricity/barlowswheel?sword\\_list%5B0%5D=bachelor&cHash=dc65084928fbca561208d2be22c68591](https://www.uni-flensburg.de/en/working-group-physics/histolab/thematical-subsections/electricity/barlowswheel?sword_list%5B0%5D=bachelor&cHash=dc65084928fbca561208d2be22c68591) (09.04.2023).

ρ  
ό  
δ  
α

τ

Γ) Το 1827-1828 ο Ούγγρος Istvan (Ānyos) Jedlik εφεύρε την πρώτη περιστροφική μηχανή με ηλεκτρομαγνήτες και μεταγωγέα, η οποία αν και θα μπορούσε να αποτελεί τον πρώτο ηλεκτροκινητήρα στην ιστορία, ο Τζέντλικ την φύλαξε κρυφή ως εφεύρεση για πολύ καιρό και δεν επιδίωξε να την επισημοποιήσει άμεσα [4] [16]. Η εφεύρεση αυτής ήταν εφικτή μετά την εφεύρεση του ηλεκτρομαγνήτη (πηνίο συρμάτων με σιδερένιο πυρήνα με σκοπό την ενίσχυση του μαγνητικού πεδίου) από τον Βρετανό William Sturgeon, το

**Εικόνα 3: Η περιστροφική μηχανή του Jedlik, με ηλεκτρομαγνήτες και μεταγωγέα, 1827-1828 το**

σ  
χ  
ε  
δ  
ι  
θ  
τ  
ς

Δ) Κάπου πριν το 1830 υπολογίζεται η κατασκευή κινητήρα, βάσει των σχεδίων και ιδεών του καθηγητή Αυστριακού φυσικού Andreas von Baumgartner, από τον Βιεννέζο μηχανικό Johann Michael Ekling, τον οποίο αγόρασε το 1830 το Πανεπιστήμιο του Ίνσμπρουκ, καθώς υπάρχουν οι σχετικές αποδείξεις αγοραπωλησίας, οπότε και πιστοποιούν την ύπαρξή του όχι όμως τον ακριβή χρόνο κατασκευής του. [4] [16] [17]

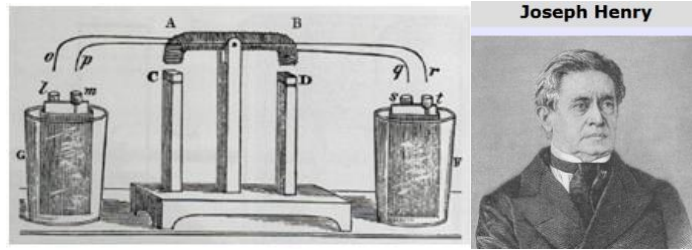


**Εικόνα 4: Η μηχανή του Baumgartner**

λ  
λ  
α  
κ  
α

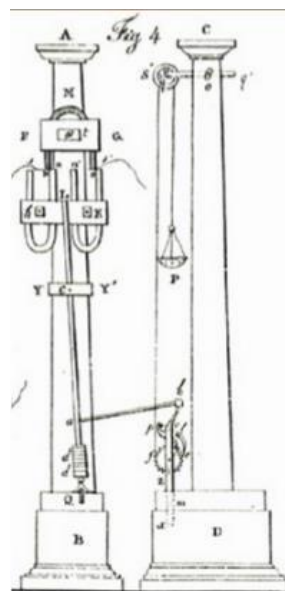
Ε) Το 1831 ο Αμερικανός Joseph Henry κατασκεύασε ένα μικρό μαγνητικό ρολό ο οποίος αποκαλείται, από την επιστημονική κοινότητα και κυρίως τη βρετανική λογοτεχνία, ως ο πρώτος γνωστός ηλεκτροκινητήρας. [4] [16] [24]

<sup>3</sup> [https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Kwartalnik\\_Historii\\_Nauki\\_i\\_Techniki/Kwartalnik\\_Historii\\_Nauki\\_i\\_Techniki-r1971-t16-n2/Kwartalnik\\_Historii\\_Nauki\\_i\\_Techniki-r1971-t16-n2-s245255/Kwartalnik\\_Historii\\_Nauki\\_i\\_Techniki-r1971-t16-n2-s245-255.pdf](https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Kwartalnik_Historii_Nauki_i_Techniki/Kwartalnik_Historii_Nauki_i_Techniki-r1971-t16-n2/Kwartalnik_Historii_Nauki_i_Techniki-r1971-t16-n2-s245255/Kwartalnik_Historii_Nauki_i_Techniki-r1971-t16-n2-s245-255.pdf)



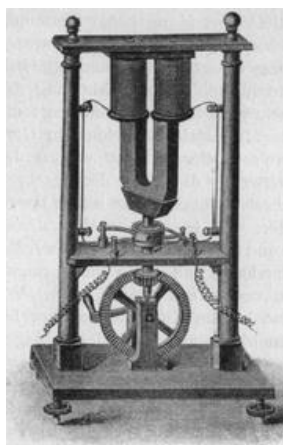
**Εικόνα 5:** Το μαγνητικό rocker του Henry και ο ίδιος

**ΣΤ)** Το 1832, ο Ιταλός Savatore dal Negro κατασκεύασε μια συσκευή που μπορούσε να σηκώσει 60 gr σε ένα sec επί 5 cm, αναπτύσσοντας μηχανική ισχύ σχεδόν 30 mW. Είναι πιθανό να εμπνεύστηκε από το μαγνητικό rocker του Henry, δημιουργώντας μια παρόμοια παλινδρομική μηχανή, με την διαφορά ότι η δική του παρήγαγε κίνηση με ειδική διάταξη γραναζιών. [4] [16] [24]



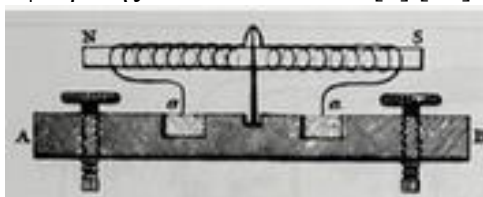
**Εικόνα 6:** Η συσκευή του Ιταλού Savatore dal Negro

**Ζ)** Το 1832 ο Γάλλος Hippolyte Pixii κατασκεύασε την πρώτη συσκευή για την παραγωγή εναλλασσόμενου ρεύματος από περιστροφή. Η συσκευή επισημοποιήθηκε στην Ακαδημία Επιστημών, το Σεπτέμβριο 1832. Ο Pixii βελτίωσε τη συσκευή του την ίδια χρονιά προσθέτοντας μια συσκευή μεταγωγής, που πλέον μπορούσε να παράγει παλλόμενο συνεχές ρεύμα. [4] [16]



**Εικόνα 7: Η συσκευή του Pixii.**

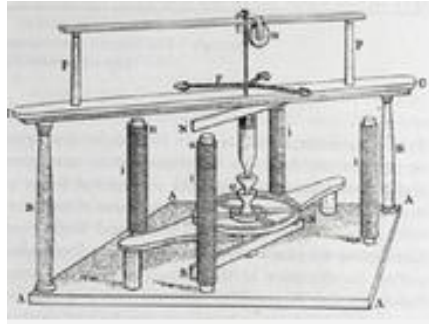
**Η)** Την ίδια χρονιά (1832), ο Βρετανός William Ritchie ξεκίνησε να κατασκευάζει την συσκευή του, την οποία ανακοίνωσε εννέα μήνες μετά, το 1833, κι αφορούσε μια περιστρεφόμενη ηλεκτρομαγνητική γεννήτρια με τέσσερα πηνία ρότορα, έναν μεταγωγέα και βούρτσες. Παρόλα αυτά γνωστός ως ο εφευρέτης του commutator. [4] [16]



**Εικόνα 8: Το περιστρεφόμενο πηνίο του Ritchie [16]**

**Θ)** Το 1833 ο φυσικός, Heinrich Friedrich Emil Lenz, με καταγωγή από Γερμανία, Εσθονία και Ρωσία, δημοσίευσε άρθρο για την αντιστρεψιμότητα της ηλεκτρικής γεννήτριας και του κινητήρα, ανακαλύπτοντας το «νόμο της αμοιβαιότητας των μαγνητοηλεκτρικών και ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων», δηλαδή την αντιστρεψιμότητα ηλεκτρικής γεννήτριας και κινητήρα.

**Ι)** Το 1833 ο Βρετανός William Sturgeon εμφάνισε δημόσια μια περιστρεφόμενη ηλεκτρική συσκευή που κατασκεύασε από το φθινόπωρο του 1832, στο Λονδίνο, χωρίς να υπάρχουν σαφή στοιχεία για τον χρόνο και οποιεσδήποτε λεπτομέρειες της κατασκευής του. Ο Sturgeon αναφέρθηκε στην εφεύρεσή του στην πρώτη έκδοση του δικού του περιοδικού, το 1836. [4]



**Εικόνα 9: Η συσκευή περιστροφής του Sturgeon**

**IA)** Το 1834 ο Ιταλός Guiseppe Domenico Botto, καθηγητής φυσικής στο Τορίνο, έκανε δημοσίευση για έναν ηλεκτροκινητήρα του, αντίστοιχο του σημερινού μετρονόμου (όπως οι κατασκευές των Henry και Dal Negro). Η περιστροφική του κίνηση δημιουργούνταν μέσω μιας ράβδου εμβόλου.



**Εικόνα 10: Η περιστροφική μηχανή του Botto.**

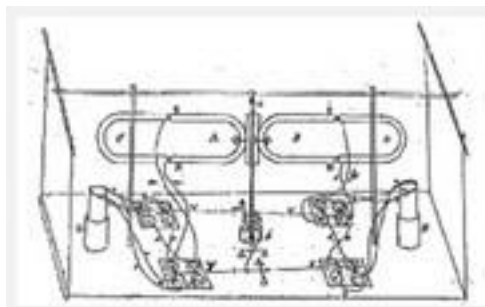
**IB)** Το 1834, μετά από πολλές προσπάθειες, λιγότερο ή περισσότερο επιτυχημένες, που κατέληγαν σε, αδύναμη σχετικά, περιστρεφόμενη και παλινδρομική συσκευή, ο Πρώσος αποτέλεσε ρεκόρ, το οποίο βελτιώθηκε μερικά χρόνια μετά, δηλαδή το 1838 από εκείνον, σε τέτοιο βαθμό που μπορούσε να ωθήσει σκάφος με 14 άτομα σε μεγάλο ποτάμι. Μέχρι το 1839-40 δεν κατάφερε κανείς στον κόσμο να κατασκευάσει άλλον, παρόμοια ισχυρό,

κ  
ι  
ν  
η  
τ  
ή  
ρ  
α



**Εικόνα 11:** Ο κινητήρας του Moritz Jacobi με τα εξαρτήματά του (α) ο μεταγωγέας, (β) οι βούρτσες και βάση βούρτσας, και (γ) η μπαταρία οξέος ψευδαργύρου και ο ίδιος ο Jacobi

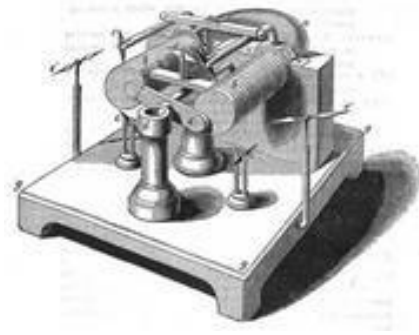
**ΙΓ)** Το 1834-1835, ο Αμερικανός σιδεράς Thomas Davenport αγόρασε μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα από τον ίδιο τον Joseph Henry και ξεκίνησαν δοκιμασίες μαζί με τον Αμερικανό Orange Smalley σε ένα χώρο στο Forestdale του Βερμόντ. Το καλοκαίρι του 1834 δημιούργησαν τον πρώτο τους κινητήρα με περιστροφή, όπου βελτίωσαν πριν επιδείξουν δημόσια τον Δεκέμβριο του 1834 για πρώτη φορά. Τον επόμενο χρόνο οι δύο άνδρες διέκοψαν τη συνεργασία τους. Το καλοκαίρι του 1835 ο Davenport ταξίδεψε στην Ουάσιγκτον για να επιδείξει τη μηχανή του και να την καταχωρίσει στο γραφείο ευρεσιτεχνιών, γεγονός το οποίο δεν πέτυχε λόγω οικονομικής αδυναμίας. [20]



**Εικόνα 12:** Ο πρώτος κινητήρας του Davenport της πρώτης αίτησης για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας

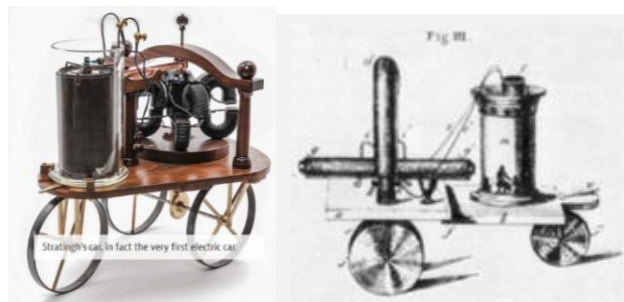
**ΙΑ)** Το 1835, ο Βρετανός Francis Watkins δημιούργησε ένα ηλεκτρικό «παιχνίδι» με το οποίο μπορούσε να περιστρέφει πολλές μαγνητικές βελόνες συγχρόνως (στο περιοδικό Philosophical), εμπνευσμένος από την ηλεκτρομαγνητική μηχανή (γεννήτρια) του Τζόζεφ Σάξτον. Ο Watkins μπορεί να θεωρηθεί μεταξύ των πρώτων που κατάλαβαν την αρχή της αντιστροφής κινητήρα και της γεννήτριας.





**Εικόνα 13: Το παιχνίδι του Watkin**

**ΙΕ)** Το 1835, δύο Ολλανδοί, ο Sibrandus Stratingh και Christopher Becker δημιούργησαν έναν ηλεκτρικό κινητήρα, που παρήχε τα απαραίτητα για την λειτουργία ενός οχήματος, γεγονός που έγινε γνωστό ως η πρώτη πρακτική εφαρμογή ενός ηλεκτροκινητήρα. Παρόλα αυτά, δύο χρόνια αργότερα, το 1837, απονεμήθηκε στον Αμερικανό Thomas Davenport το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ενός ηλεκτρικού κινητήρα. [21]



**Εικόνα 14: Η εφεύρεση του Stratingh, το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο**

Παρά τη σημαντικότητα των ανωτέρω, πρώτων ανακαλύψεων των Jacobi, Stratingh, Davenport και άλλων, δεν θεωρήθηκε ότι ήταν αυτές που οδήγησαν στους σημερινούς ηλεκτρικούς κινητήρες, καθώς ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος δημιουργήθηκε από δυναμόμετρα (γεννήτριες ισχύος). [22]

Την περίοδο 1885 - 1889 ανακαλύφθηκε το τριφασικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, που αποτελεί τη βάση για τη σύγχρονη μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας και τους προηγμένους ηλεκτρικούς κινητήρες επαγωγής τριφασικού κλωβού, για το οποίο δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι

συνέβαλε μόνο ένας εφευρέτης, καθώς εμπλέκονται αρκετοί όπως οι Bradley, Dolivo Dobrowolsky, Ferraris, Haselwander, Tesla και WenstrÅsm [23]. Ο τριφασικός σύγχρονος κινητήρας, που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τον Friedrich August Haselwander το 1887, χρησιμοποιείται κυρίως σε εξαιρετικά δυναμικές εφαρμογές, όπως τα ρομπότ και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ή και τα τρένα. [24] [25]

Μετά την παραγωγή του αυτοκινήτου Ford Model T, το 1908 [26] [27] [43], τα βενζινοκίνητα οχήματα έγιναν πιο προσιτά και πρακτικά στον μέσο άνθρωπο μειώνοντας τη ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κυρίως σε εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως τα καρότσια γκολφ.

Τη δεκαετία του 1960, το ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά οχήματα αυξήθηκε ξανά, καθώς εντάθηκαν οι ανησυχίες για την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις ελλείψεις πετρελαίου. [28]

Το 1966 κατασκευάστηκε το πρώτο ηλεκτρικό όχημα στις Ηνωμένες Πολιτείες από τη SRI International και το 1974 παρουσιάστηκε το πρώτο σύγχρονο ηλεκτρικό όχημα, το Sebring-

Από τη αρχή της δεκαετίας του 1990, μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες κατασκευάζουν ηλεκτρικά οχήματα και το 1997, το Toyota Prius κατασκευάστηκε το πρώτο υβριδικό ηλεκτρικό όχημα μαζικής παραγωγής. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, αρκετές άλλες αυτοκινητοβιομηχανίες παρουσίασαν ηλεκτρικά οχήματα, αλλά κόστιζαν πολύ και είχαν περιορισμένη εμβέλεια. [29] Τα τελευταία χρόνια, τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν γίνει πιο πρακτικά και οικονομικά, χάρη στην πρόοδο της τεχνολογίας των μπαταριών [30] και στη διαθεσιμότητα σταθμών φόρτισης. [31] Σήμερα, γνωστές βιομηχανίες αυτοκινήτων, όπως η Tesla, η Nissan και η General Motors, παρέχουν ηλεκτρικά οχήματα με στατιστικά άνω των 200 μιλίων με μία μόνο φόρτιση. [32]

Η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα οφείλεται στις ανησυχίες αγοραστών και εταιρειών για την κλιματική αλλαγή, την ατμοσφαιρική ρύπανση και την αναγκαιότητα απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο προσφέρουν κίνητρα στους αγοραστές ηλεκτρικών οχημάτων και επενδύουν σε υποδομές φόρτισης για να

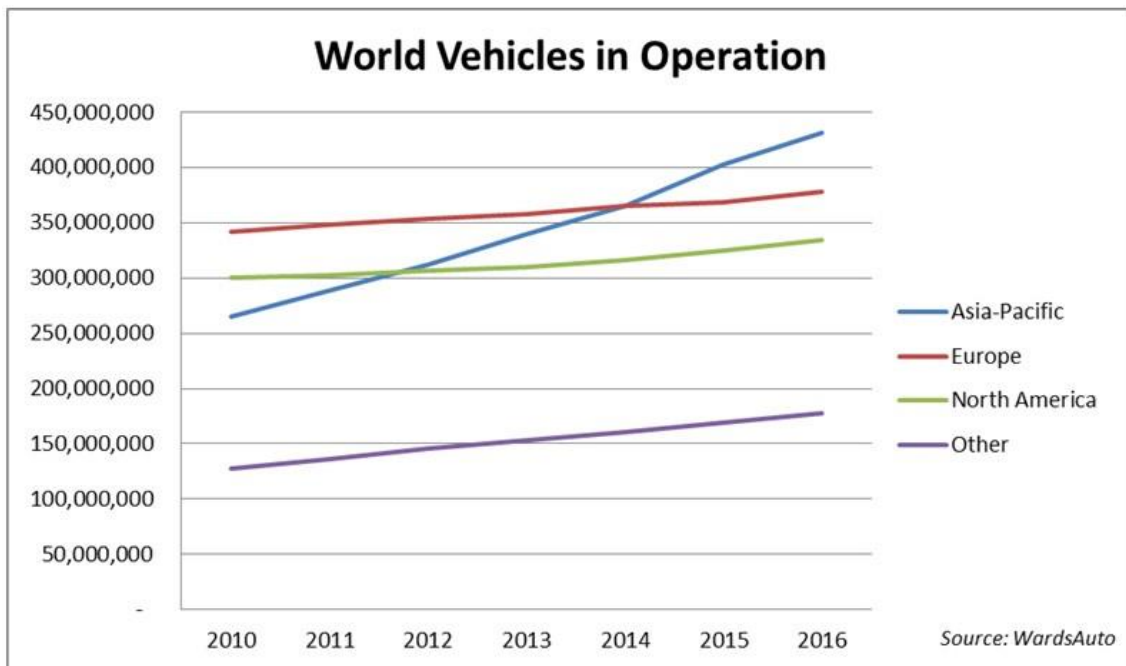
υποστηρίζουν τη μετάβαση στις ηλεκτρικές μεταφορές. [33]

## 1.2. Η Ανάγκη για την ηλεκτροκίνηση

Η ηλεκτροκίνηση αποτελεί αναγκαιότητα για την ανθρωπότητα καθώς ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων αυξάνεται χρόνο με τον χρόνο και η ατμοσφαιρική ρύπανση, επίσης, πρόσφατα στοιχεία των οποίων παρατίθενται στη συνέχεια

**Εικόνες 15α και 15β: Στατιστικά στοιχεία αύξησης των οχημάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (1990 – 2021)**

Κατά 60.000 περίπου αυξήθηκαν τα οχήματα από 1990 – 2021 στις ΗΠΑ. [34]

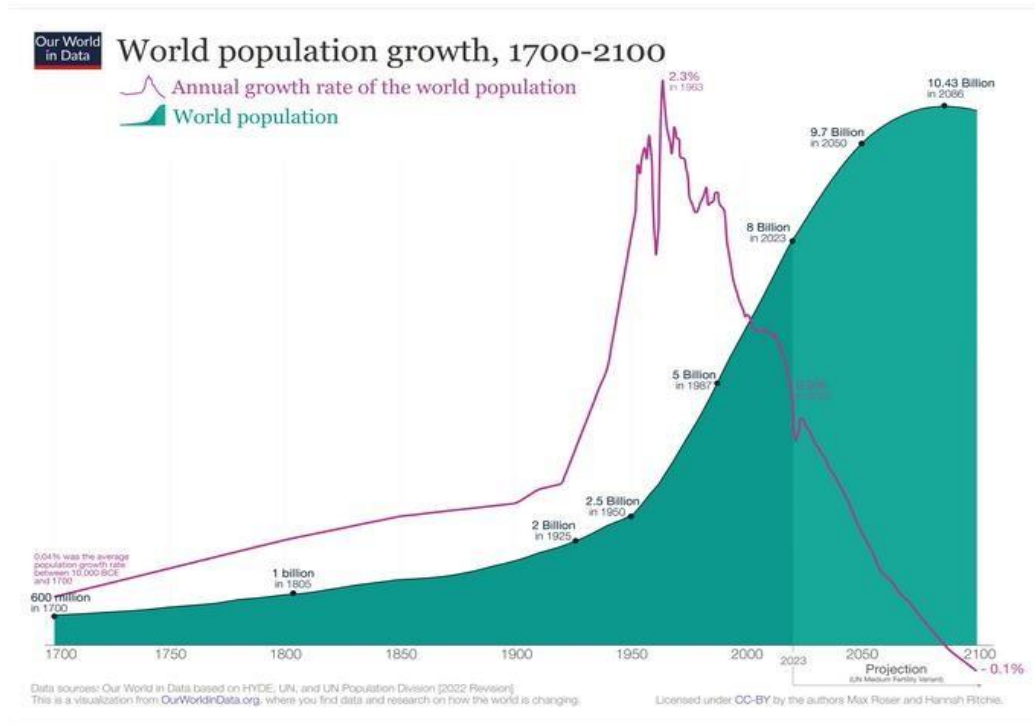


**Εικόνα 16: Στατιστικά στοιχεία αύξησης των οχημάτων στη γη**

Το 2016, ο αριθμός των οχημάτων αυξήθηκε παγκοσμίως, περίπου, κατά 4,6% μέσα σε ένα χρόνο, από το 2015. Αυτό συνέβη, κυρίως, γιατί αυξήθηκε η ζήτηση οχημάτων από την Κίνα. Συγκεκριμένα, σε απόλυτους αριθμούς, εκείνη τη χρονιά τα οχήματα ανερχόταν σε 1,32 δις αυτοκίνητα και φορτηγά, και άρα διπλάσια από όσα κυκλοφορούσαν για 20 χρόνια πριν (670 εκ. το 1996), που επίσης, κατά άλλα 20 χρόνια πριν, ήταν υποδιπλάσια (342 εκ. το 1976). Το

016, αν και στις ΗΠΑ κατοικούσε το 4% των ανθρώπων της γης, εκεί βρίσκονταν τα 21%

εκ. οχήματα) παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας μια αναλογία 1,2 ατόμων / όχημα. Παρομοίως μεγάλη αναλογία είχαν το Λουξεμβούργο (1,4), η Αυστρία (1,4) και η Νέα Ζηλανδία (1,2). Στο άλλο άκρο αυτού του φαινομένου βρίσκονταν η Ινδία (28,8 άτομα/όχημα), το Πακιστάν (58,9), οι Φιλιππίνες (26,6) και η Ινδονησία (11,6). Στις εν λόγω καταγραφές δεν συμπεριλαμβάνονταν οι μοτοσυκλέτες, οι οποίες είναι πολυπληθέστερες των οχημάτων σε πυκνοκατοικημένες αναπτυσσόμενες χώρες [36], όπως το Βιετνάμ, που υπήρχαν 45 εκατομμύρια εγγεγραμμένες μοτοσυκλέτες το 2016 και μόλις 500.000 τετράτροχα οχήματα. Ο αριθμός των οχημάτων στην Κίνα εκτινάχθηκε το 2016 στα 194 εκ. αυτοκίνητα και φορτηγά. Η κυβέρνηση έχει θέσει αυστηρά πρότυπα εκπομπών και έχει διατάξει την απομάκρυνση παλαιότερων οχημάτων με στόχο τη μείωση της ρύπανσης. Έτσι, το θετικό με τους Κινέζους καταναλωτές είναι ότι αναγκάζονται να αγοράσουν καινούργιο όχημα από περίπου 500 διαθέσιμα ηλεκτρικά μοντέλα σε τεράστιο εύρος τιμών. Η Ιαπωνία είχε τον τρίτο υψηλότερο πληθυσμό οχημάτων (76 εκ., με 0,4% αύξηση από το 2015.), την οποία ξεπέρασε η Κίνα το 2010. Σε αυτήν την χώρα, όμως, η γήρανση του πληθυσμού και το χαμηλό ποσοστό γονιμότητας, προβλέπεται να λειτουργήσουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη της αυτοκινητοβιομηχανίας, ανεξάρτητα της οικονομικής ανάκαμψης. Στην Ευρώπη, η Ρωσία το 2016 είχε 52 εκ. (αύξηση 5,7% από το 2015). Ο ΜΟ των ατόμων / όχημα στην Ανατολική Ευρώπη ήταν 2,8 περίπου ενώ στη Δυτική, 1,6, με 49 εκ. οχήματα στη Γερμανία, 43 εκ. στην Ιταλία και 39 εκ. στη Γαλλία και στο Ηνωμένο Βασίλειο.

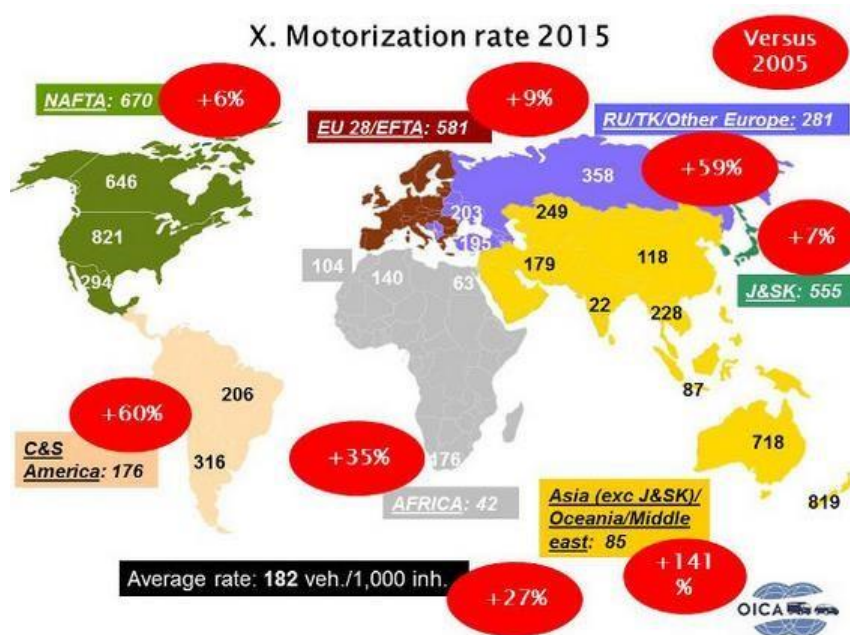


**Εικόνα 17: Παγκόσμια Πληθυσμιακή αύξηση και πρόβλεψη, των Ηνωμένων Εθνών, ως το 2100**

Από την 27η έκδοση των επίσημων πληθυσμιακών εκτιμήσεων και προβολών των Ηνωμένων Εθνών για το 2022, με στοιχεία από το 1950 έως σήμερα, από 237 χώρες ή περιοχές, από καταγραφές και αναλύσεις σε παγκόσμιο, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, διαφαίνεται ότι ακόμη διανύουμε περίοδο αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού. [37] [38]

Τα τελευταία 50 χρόνια η Ασία αυξήθηκε ραγδαία και σήμερα ο πληθυσμός της ανέρχεται σε 4,7 δις περίπου ενώ μέχρι το 2050 αναμένεται να αυξηθεί στα 5,3 δις.

**Εικόνα 18: Μετρήσεις και μελλοντικές εκτιμήσεις κατανομής αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού του ΟΗΕ ανά ήπειρο 1950 – 2100, βάσει της μέσης γονιμότητας [37] [38]**



Εικόνα 19: Ποσοστό μηχανοκίνησης στον κόσμο, το 2015 σε σύγκριση με το 2005<sup>5</sup>

Μέχρι το τέλος του αιώνα, περισσότεροι από 8 στους 10 ανθρώπους στον κόσμο θα ζουν σε Ασία ή Αφρική. [37] [38]

Κατά τον Διεθνή Οργανισμό Κατασκευαστών Μηχανοκίνητων Οχημάτων (ΟΙΚΑ), που αντλεί τα στοιχεία του από 36 εθνικές εμπορικές ενώσεις σε όλο τον κόσμο<sup>5</sup>, ο αριθμός και, κατά συνέπεια, τα ποσοστά κυκλοφορούντων οχημάτων παγκοσμίως, είχαν ήδη δείξει αύξηση κατά το έτος 2015 σε σύγκριση με το 2005 (Εικόνα 19). Όταν αυξάνεται το αγοραστικό κοινό (Εικόνα 18), επίσης υψηλή παραμένει η ζήτηση των οχημάτων. [38]

### 1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων

**Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων** συμπληρώνουν τους ποικίλους λόγους αναγκαιότητας της αύξησης και αντικατάστασης των οχημάτων που κινούνται με καύσιμα, με ανάλογά τους ηλεκτροκίνητα. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης αφορούν την: **(α) προστασία του περιβάλλοντος:** καθώς η τεχνολογία της έχει αποδειχθεί φιλικότερη προς το περιβάλλον, εκπέμποντας λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα από τα οχήματα που λειτουργούν με καύσιμα, **(β) εξοικονόμηση ενέργειας:** όντας ενεργειακά αποδοτικότερη σε σχέση με τη χρήση των συνήθων κι εκτενώς χρησιμοποιούμενων καυσίμων, καθώς δεν απαιτεί ενέργεια για τη διαχείριση των καυσίμων της όπως χρειάζεται για τα ορυκτά καύσιμα (άντληση, μεταφορά στα σημεία πώλησης και διανομή αυτών), **(γ) αποδοτικότητα:** καθώς τα

ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τα αυτοκίνητα καυσίμου. Αυτό συμβαίνει γιατί η ηλεκτρική κίνηση είναι πιο αποτελεσματική στη μεταφορά της κίνησης στους τροχούς, **(δ) οικονομία λόγω αποδοτικότητας:** επειδή: **(δ1)** το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνήθως χαμηλότερο από αυτό των καυσίμων, **(δ2)** μειώνει το κόστος συντήρησης του ηλεκτρικού οχήματος, καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν λιγότερα κινούμενα μέρη στον κινητήρα τους και δεν απαιτούν τακτική αλλαγή λαδιών ή καυσίμων, **(δ3)** οι ηλεκτρικοί κινητήρες έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης και καθιστούν τα ηλεκτρικά οχήματα πιο οικονομικά μακροπρόθεσμα, ενώ επίσης έχουν μεγαλύτερη αντοχή στον χρόνο σε σύγκριση με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης, και τέλος **(δ4)** τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να επιφέρουν μείωση του κόστους κατανάλωσης ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, όταν η καταναλωθείσα τους ενέργεια προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή ή αιολική), που με τη σειρά τους δεν παράγουν άμεσα αέρια του θερμοκηπίου, και τέλος, την **(ε) ενίσχυση της οικονομίας μιας χώρας:** μειώνοντας την εξάρτησή της από άλλες οικονομίες καθώς ελαχιστοποιεί τα εισαγόμενα καύσιμα ενώ παράλληλα αυξάνει τις θέσεις εργασίας στον τομέα των ΑΠΕ. [39] [40]

**Τα μειονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης** έχουν σχέση με: **(α) το κόστος παραγωγής** των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων και τον κίνδυνο από την εξόρυξη των πρώτων υλών που χρησιμοποιήσαν για την δημιουργία τους, **(β) την μη εκτενή υποδομή του δικτύου σταθμών φόρτισης** που αποτελεί σημαντικό ζήτημα καθώς η ανάπτυξη μιας καλά εξοπλισμένης υποδομής φόρτισης με επαρκείς σταθμούς φόρτισης, σε εύκολα προσβάσιμες τοποθεσίες, με ασφάλεια, είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή αύξηση της ηλεκτροκίνησης, **(γ) την τεχνολογία κατασκευής μπαταριών και φόρτισης αυτών** που πρέπει να εξελιχθεί τόσο ώστε με μία φόρτιση να αυξήσει την απόσταση που θα διανύουν τα ηλεκτρικά οχήματα αλλά και να μειώσει **(δ) τον χρόνο της συνολικής διαδικασίας φόρτισης**, αφού σήμερα παραμένει ιδιαίτερα χρονοβόρος διαδικασία. [41]

#### **1.4. Σταθμοί φόρτισης**

Η ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων δεν είναι ξεχωρή διαδικασία από τις υποδομές φόρτισης. Υπάρχουν πολλοί τρόποι επαναφόρτισης των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων και οι σταθμοί φόρτισής τους πρέπει να βρίσκονται σε τέτοιες θέσεις και σε επαρκές πλήθος, δηλαδή αρκετά διάσπαρτοι και ευρέως διαδεδομένοι, ώστε να μπορεί εύκολα ένα (Electrical Vehicle)

EV να έχει πρόσβαση σε αυτούς οπουδήποτε κι αν βρίσκεται, ώστε να μπορεί να συνεχίζει το ταξίδι του παντού, μόλις επαναφορτιστεί. [42]

Για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις φόρτισης διαφορετικών ηλεκτρικών οχημάτων, έχει αρχίσει να αναπτύσσεται ένα δίκτυο εγκαταστάσεων φόρτισης διαφορετικής ισχύος με διαφορετική χωρική και χρονική κατανομή των απαιτήσεων φόρτισης EV. Παράλληλα με την ταχεία ανάπτυξη των τεχνολογιών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων EV, πολλοί νέοι τύποι εγκαταστάσεων φόρτισης έχουν χρησιμοποιηθεί σε σταθμούς φόρτισης αυτών (EVCS - Electric Vehicles' Charging Stations). Επί του παρόντος, υπάρχουν σταθμοί φόρτισης των εξής τύπων: **(α) Φόρτισης επιπέδου 1:** που πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας μια τυπική πρίζα 120 volt και συνήθως χρειάζονται περίπου 8 - 12 ώρες για την πλήρη φόρτιση ενός οχήματος, **(β) Φόρτισης επιπέδου 2:** που απαιτεί κύκλωμα 240 volt και μπορεί να φορτίσει ένα όχημα σε μόλις 2 - 4 ώρες, **(γ) Γρήγορης φόρτισης DC:** που μπορεί να προσφέρει υψηλά επίπεδα ισχύος στην μπαταρία του οχήματος, επιτρέποντάς της να φορτίζει έως και 80% σε μόλις 30 λεπτά. Οι σταθμοί φόρτισης EV συναντώνται σε διάφορες τοποθεσίες, συμπεριλαμβανομένων δημόσιων χώρων στάθμευσης, τοποθεσιών λιανικού εμπορίου, ακόμη και στο δρόμο. Μερικοί σταθμοί λειτουργούν δωρεάν για τους χρήστες, ενώ άλλοι απαιτούν πληρωμή, είτε μέσω προγράμματος συνδρομής, είτε μέσω συστήματος πληρωμής, ανά χρήση. Υπάρχουν κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων που παρέχουν τα δικά τους δίκτυα φόρτισης για τους πελάτες τους. [43]

Η ακατάλληλη χωροθέτηση και το λανθασμένο μέγεθος των σταθμών φόρτισης EV θα μπορούσε να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων, στη διάταξη του δικτύου κυκλοφορίας ενός τόπου και στην άνεση των οδηγών των ηλεκτρικών οχημάτων.

Τα τελευταία χρόνια, φαίνεται ότι η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων έχει επεκταθεί εκτενώς ώστε να υπάρχουν ελπίδες να μειωθούν οι επιπτώσεις από τα αέρια του θερμοκηπίου. Η δημιουργία και εξέλιξη των βέλτιστων και οικονομικά αποδοτικών σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων παρόμοιων με πρατήρια βενζίνης/ντίζελ με προηγμένους αλγόριθμους ελέγχου, είναι απαραίτητη για την επιτυχή υλοποίηση. Η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μαζί με συστήματα αποθήκευσης στο σταθμό φόρτισης μπορεί να μειώσει το υψηλό φορτίο που λαμβάνεται από το δίκτυο, ειδικά σε ώρες αιχμής. [45]



### 1.5. Κατηγορίες και τρόπος λειτουργίας ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Ένα ηλεκτρικό όχημα (EV-electric vehicle) απαιτεί πηγές με υψηλή παροχή, σε ποσότητα και ισχύ, ενέργειας ώστε να επιτυγχάνεται κατά το δυνατόν μειωμένος χρόνος φόρτισης. Οι πιο συχνές συσκευές αποθήκευσης ενέργειας στα EV είναι οι κυψέλες καυσίμου, οι μπαταρίες, οι υπερπυκνωτές, ο σφόνδυλος και οι συστοιχίες φωτοβολταϊκών. [46]

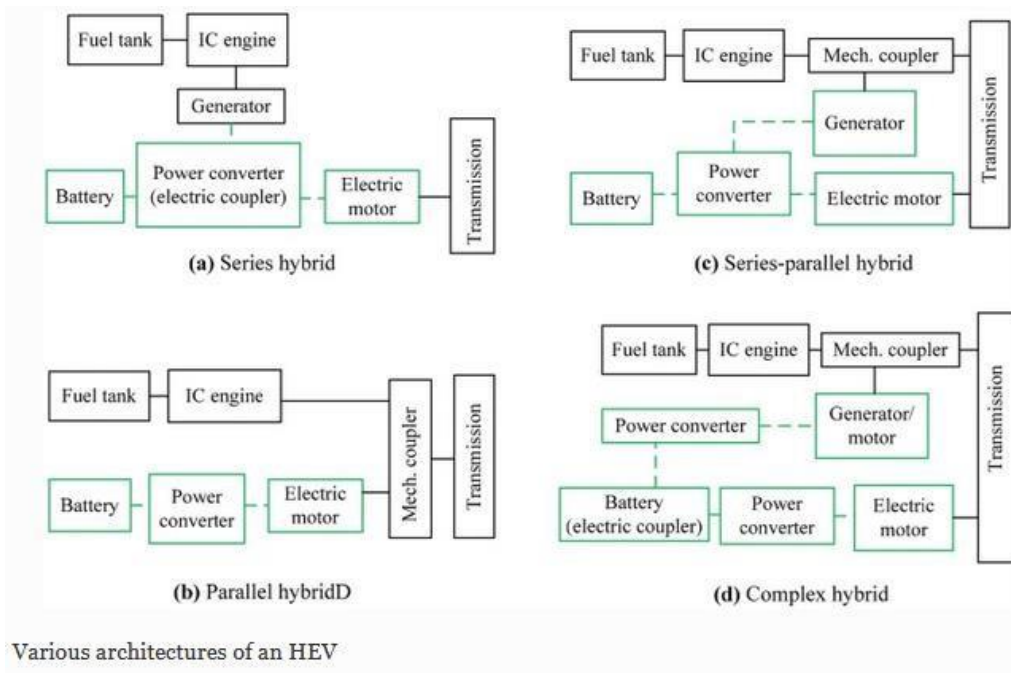
Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την αρχιτεκτονική του συστήματος μετάδοσης κίνησης και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους, ως εξής: Σε **(α) ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία (BEV)**: που τροφοδοτούνται αποκλειστικά από μια μεγάλη μπαταρία που δίνει ενέργεια σε έναν ηλεκτρικό κινητήρα. Φορτίζονται από εξωτερική πηγή ενέργειας, όπως σταθμό φόρτισης, και συνήθως έχουν αυτονομία περίπου 100-300 μίλια ανά φόρτιση, ανάλογα με το μέγεθος της μπαταρίας και τις συνθήκες οδήγησης. Στερούνται κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE) και παράγουν μηδενικές εκπομπές ρύπων, **(β) Plug-in** κινητήρα, συγχρόνως, γεγονός που τα επιτρέπει να λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια και βενζίνη, ενίοτε. Μπορούν να φορτιστούν από εξωτερική πηγή ισχύος ή να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω αναγεννητικής πέδησης. Τα PHEV έχουν συνήθως μικρότερη συστοιχία μπαταριών από τα BEV και εμβέλεια περίπου 20-50 μίλια με ηλεκτρική ενέργεια πριν ξεκινήσει ο κινητήρας ICE, **(γ) υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEVs)**: που διαθέτουν κι αυτά ηλεκτρικό κινητήρα και ICE, χωρίς να φορτίζονται από εξωτερική πηγή ενέργειας παρά μόνο από την αναγεννητική πέδηση επαναφόρτισης της μπαταρίας και βελτίωσης της απόδοσης καυσίμου. Ένα υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (HEV- hybrid electric vehicle) περιέχει δύο ή περισσότερες πηγές ενέργειας προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση καυσίμου και να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς και η ικανότητα οδήγησης. Επομένως, η πολυπλοκότητα ενός συστήματος ελέγχου διαχείρισης ενέργειας HEV είναι σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με αυτή ενός συμβατικού οχήματος. [77] [47]

**Πίνακας 1: Τύποι Ηλεκτρικών Οχημάτων**

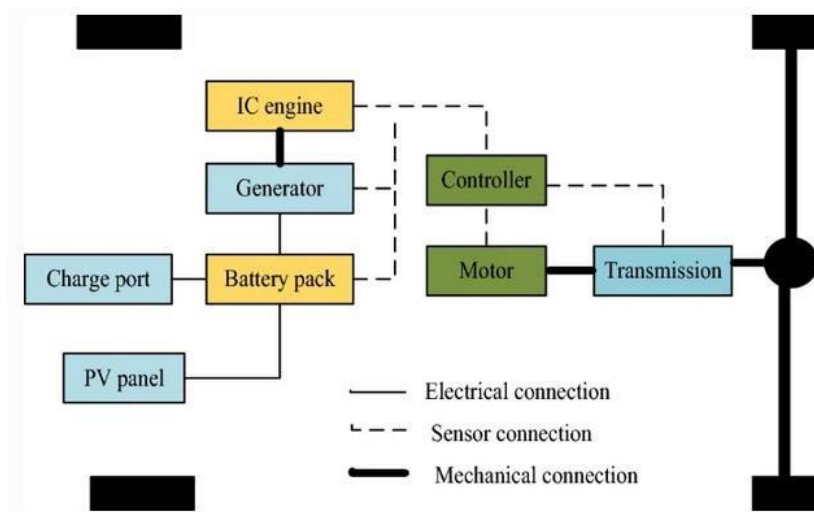
Όρος / συντομογραφία	
<b>H/O</b> ή <b>EV</b> (electric vehicle)	Ηλεκτροκίνητο όχημα
<b>PEV</b> (pure electric vehicle) <b>BEV</b> (battery electric vehicle)	Αμιγώς ηλεκτρικό όχημα – όχημα το οποίο περιλαμβάνει αποκλειστικά ηλεκτροκινητήρες
<b>OVC – HEV</b> (off-vehicle charging hybrid electric vehicle) <b>PHEV</b> (plug-in hybrid vehicle)	Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα εξωτερικής φόρτισης
<b>FCHV</b> (fuel-cell-hybrid vehicle)	Όχημα κυψέλης καυσίμου εξοπλισμένο το οποίο περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα σύστημα αποθήκευσης καυσίμου και τουλάχιστον ένα επαναφορτιζόμενο σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας

Τα HEV έχουν συνήθως μικρότερη συστοιχία μπαταριών από τα PHEV και μπορούν να διανύσουν μόνο λίγα μίλια με ηλεκτρική ενέργεια πριν αναλάβει ο κινητήρας ICE. Τα υβριδικά ορούν να κατηγοριοποιηθούν παραπέρα σε **Series Hybrid, Parallel Hybrid και Power-split**, **(δ) ηλεκτρικά οχήματα κυψέλων καυσίμου (FCEVs- Fuel Cell Electric Vehicles)**: που χρησιμοποιούν κυψέλη καυσίμου για να μετατρέψουν το αέριο υδρογόνο σε ηλεκτρική ενέργεια ώστε να τροφοδοτήσουν τον ηλεκτροκινητήρα. Παράγουν μόνο υδρατμούς ως εκπομπές και έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια από τα BEV (περίπου 300-400 μίλια ανά πλήρωση αερίου υδρογόνου, συνήθως). [50]

<sup>4</sup> Θεσμικό πλαίσιο Φόρτισης [Internet]. *Enereck Recharge*. Available from: <https://www.recharge.gr/legal-framework/>



Εικόνα 20: Διάφορες αρχιτεκτονικές λειτουργίες ενός Υβριδικού Ηλεκτρικού Οχήματος (HEV)



Εικόνα 21: Διάγραμμα Λειτουργίας των Plug-in Υβριδικών Ηλεκτρικών Οχημάτων

Από τα προαναφερόμενα προκύπτει ότι ο τρόπος λειτουργίας ενός EV μπορεί να είναι είτε αμιγώς ηλεκτρικός, ήτοι με αποκλειστική χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από την μπαταρία, είτε υβριδικός με αλλαγή μεταξύ ηλεκτρικής ισχύος και ισχύος κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE) ανάλογα των συνθηκών οδήγησης και του επιπέδου φόρτισης της μπαταρίας. Ορισμένα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρουν διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας που επιτρέπουν στον οδηγό να δώσει προτεραιότητα στην ηλεκτρική ενέργεια ή στην ισχύ του κινητήρα, ανάλογα με την κρίση του χειριστή και τις ανάγκες της οδήγησης. Έτσι, υπάρχουν PHEV που διαθέτουν

λειτουργία «οικονομίας» στην ηλεκτρική ενέργεια για μελλοντική χρήση, ενώ άλλα διαθέτουν λειτουργία «μόνο μπαταρίας», που επιτρέπει στο όχημα να λειτουργεί μόνο με ηλεκτρική ενέργεια, ακόμη και όταν ο κινητήρας ICE είναι διαθέσιμος. Για τους προαναφερόμενους λόγους, η λειτουργία των EV χωρίζεται στις εξής κατηγορίες: **(α) ηλεκτρική λειτουργία:** διαθέσιμη σε plug-in υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (PHEV) με το όχημα να λειτουργεί αποκλειστικά με την ενέργεια της μπαταρίας όταν είναι πλήρως φορτισμένη, με τον ηλεκτροκινητήρα να τροφοδοτεί τους τροχούς, ενώ ο κινητήρας ICE παραμένει αδρανής. Η ηλεκτρική λειτουργία είναι ιδανική για μικρά ταξίδια και οδήγηση στην πόλη [51], **(β) υβριδική λειτουργία:** το όχημα λειτουργεί σε υβριδική λειτουργία από προεπιλογή, με τον ηλεκτροκινητήρα και τον κινητήρα ICE να συνεργάζονται για την τροφοδότηση των τροχών. Ο ηλεκτροκινητήρας παρέχει πρόσθετη ισχύ κατά την επιτάχυνση και την οδήγηση σε χαμηλή ταχύτητα, ενώ ο κινητήρας ICE αναλαμβάνει σε υψηλότερες ταχύτητες. Η μπαταρία φορτίζεται μέσω αναγεννητικής πέδησης και το σύστημα αλλάζει αυτόματα μεταξύ ηλεκτρικής ισχύος και ισχύος ICE ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης [49], **(γ) λειτουργία του κινητήρα ICE:** διαθέσιμη σε οχήματα PHEV και HEV επιτρέποντάς τα να λειτουργούν αποκλειστικά με ισχύ κινητήρα ICE, χωρίς ηλεκτρική ενέργεια από την μπαταρία. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται συνήθως για μεγαλύτερα ταξίδια ή όταν η φόρτιση της μπαταρίας έχει εξαντληθεί [52] [87], **(δ) λειτουργία πέδησης ανάκτησης:** διαθέσιμη σε όλους τους τύπους EV και επιτρέπει την ανάκτηση ενέργειας κατά το φρενάρισμα καθώς τότε ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί με όπισθεν, παίρνει τον ρόλο γεννήτριας και μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική, αποθηκεύοντας την στην μπαταρία [53], **(ε) Σπορ Λειτουργία:** προσφερόμενη από ορισμένα EV, παρέχει μέγιστη ισχύ και επιτάχυνση δίνοντας προτεραιότητα στη χρήση τόσο του ηλεκτροκινητήρα όσο και του ICE και είναι ιδανική για οδήγηση υψηλών επιδόσεων ή όταν απαιτείται επιπλέον ισχύς [54], και **(στ) Eco λειτουργία:** διαθέσιμη σε ορισμένα EV, βελτιστοποιεί τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος ICE για μέγιστη απόδοση, προσαρμόζοντας, αυτοματοποιημένα, την απόκριση του γκαζιού, τα σημεία αλλαγής ταχυτήτων και άλλες παραμέτρους με σκοπό τη μείωση των ρύπων. Η λειτουργία Eco είναι ιδανική για μεγαλύτερα ταξίδια ή όταν η κατανάλωση καυσίμου αποτελεί προτεραιότητα. [55]

Εν κατακλείδι, τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEV) βελτιώνουν την οικονομία στο καύσιμο και στις εκπομπές ρύπων. [56]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ

### *2.1. Ενεργειακός συμψηφισμός και χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*

Ο ενεργειακός συμψηφισμός, γνωστός και ως αντιστάθμιση άνθρακα, είναι η πρακτική της αντιστάθμισης των εκπομπών άνθρακα που σχετίζονται με την ενεργειακή χρήση κάποιου με χρηματοδότηση ή ενασχόληση με δραστηριότητες που μειώνουν τις εκπομπές αλλού. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αγορά πιστώσεων άνθρακα, που αντιπροσωπεύουν μείωση ή αποφυγή εκπομπών άνθρακα αλλού, ή απευθείας επένδυση σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα οποία εκτοπίζουν την ανάγκη για πηγές ενέργειας που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα. [57]

Για παράδειγμα, μια πτήση εταιρίας παράγει ένα συγκεκριμένο ποσό εκπομπών άνθρακα και μπορεί να αντισταθμίσει αυτές τις εκπομπές αγοράζοντας πιστώσεις άνθρακα ή επενδύοντας σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μειώνουν τις εκπομπές άνθρακα αλλού. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ενεργειακή αντιστάθμιση δεν θα πρέπει να θεωρείται ως υποκατάστατο της καταναλωθείσας ενέργειας αλλά της μετάβασης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπου είναι δυνατόν. [58] [59]

Η μετάβαση στην παραγωγή ενέργειας συγκροτεί ένα από τα σημαντικά μέτρα προσπάθειας για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με τον ενεργειακό συμψηφισμό ως ένα από τα χρήσιμα εργαλεία στη συνολική αυτή προσπάθεια, κάθε ανθρώπινης δραστηριότητα κατά το δυνατό, χωρίς να είναι η μόνη συνιστάμενη στρατηγική.

Η άνοδος από τις ΑΠΕ, μειώνει την χρήση των ορυκτών καυσίμων, την ποσότητα των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, τον έλεγχο εξάπλωσης της καταστασης του κλίματος και των αρνητικών αποτελεσμάτων της στο περιβάλλον και στον κόσμο. Πέραν των ανωτέρω, η αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορεί, επίσης, να προσφέρει περαιτέρω οφέλη, όπως αυξημένη ενεργειακή ασφάλεια, βελτιωμένη ποιότητα νερού και δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα της «καθαρής» ενέργειας, ενώ συνολικά η ενεργειακή αντιστάθμιση με ΑΠΕ, προσφέρει βάσιμες ελπίδες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής αλλά και τη δημιουργία ενός πιο βιώσιμου και ανθεκτικού ενεργειακού συστήματος για το μέλλον. [60].

Ο ενεργειακός συμψηφισμός από τη χρήση των ΑΠΕ περιλαμβάνει την αντιστάθμιση των επιβλαβών καυσίμων με τη δημιουργία ή αγορά πιστώσεων ή πιστοποιητικών ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας (REC - Renewable Energy Credits) τα οποία αντιπροσωπεύουν τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των ΑΠΕ, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμία και η βιομάζα. Έτσι, όταν ένα άτομο ή ένας οργανισμός αγοράζει REC για να αντισταθμίσει τις εκπομπές άνθρακα της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί, τότε για κάθε κιλοβατώρα τέτοιας ενέργειας, παράγεται και προστίθεται στο δίκτυο ισοδύναμη ποσότητα ενέργειας από ανανεώσιμη πηγή υποκαθιστώντας τις συμβατικές ορυκτές πηγές ενέργειας, μειώνοντας το αποτύπωμα άνθρακα της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας. [61]

Είναι σημαντικό να δοθεί προτεραιότητα σε οποιαδήποτε προσπάθεια μετάβασης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπου αυτό είναι δυνατόν, προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η κλιματική αλλαγή. [62]

### **2.1.1. Νομοθεσία ενεργειακού συμψηφισμού**

Η νομοθεσία για την ενεργειακή αντιστάθμιση, η συνήθως αποκαλούμενη νομοθεσία αντιστάθμισης άνθρακα, είναι ένα εργαλείο πολιτικής που χρησιμοποιείται από τις κυβερνήσεις για τη λιγότερο επιβλαβή καυσίμων απαιτώντας από τους ρυπαίνοντες να αντισταθμίζουν τις εκπομπές τους, αγοράζοντας πιστώσεις άνθρακα, κι επομένως υποστηρίζοντας, οικονομικά, έργα που μειώνουν ή αφαιρούν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή η δάσωση – αναδάσωση [63]. Η εν λόγω νομοθεσία έχει διάφορες μορφές, όπως του ανώτατου ορίου ή του εμπορίου, που ορίζεται ως το ανώτατο όριο της συνολικής ποσότητας εκπομπών που μπορεί να παραχθεί από μια ομάδα ρυπαίνοντων συγκεκριμένου κλάδου και επιτρέπεται να ανταλλάσσουν δικαιώματα εκπομπών μεταξύ τους [64]. Εναλλακτικά, οι πιστώσεις άνθρακα αποτελούν περιβαλλοντικό φόρο, όπου οι ρυπαίνοντες φορολογούνται με βάση τις εκπομπές τους, ενώ τα έσοδα που παράγονται χρησιμοποιούνται για τη χρηματοδότηση έργων μείωσης των εκπομπών.

Η αποτελεσματικότητα της νομοθεσίας για την ενεργειακή αντιστάθμιση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η αυστηρότητα των στόχων μείωσης των εκπομπών, η τιμή των πιστώσεων άνθρακα και η αξιοπιστία των έργων που δημιουργούνται από τις πιστώσεις.

Η ρητό «ο ρυπαίνων πληρώνει» είναι ένα σύνολο ρητών που βοηθούν την ανάπτυξη παγκοσμίως και εντάσσεται επίσημα στη Διακήρυξη του Ρίο του 1992, αρχικά βασιζόμενη στην αναγκαιότητα για ρύθμιση της ρύπανσης, από επιβλαβείς ή δυνητικά επιβλαβείς ουσίες, οι οποίες υποβαθμίζουν ή απειλούν να υποβαθμίσουν την ποιότητα του εδάφους, του νερού και του αέρα και κατά συνέπεια της ύπαρξης της ζωής στη γη [65]. Συγκεκριμένα, οι εκπομπές

αερίων του θερμοκηπίου θεωρούνται μια μορφή ρύπανσης επειδή προκαλούν ζημιά στο κλίμα, επηρεάζοντας έτσι τις ετήσιες καλλιέργειες, συμβάλλοντας, επίσης, στη ρύπανση του περιβάλλοντος αέρα, όπου ο (ΠΟΥ), τα συνδέει με εκατομμύρια θανάτους ετησίως [66].

Επειδή η κοινωνία άργησε να αναγνωρίσει τη σχέση μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων έχουν αυξήσει τους ρυθμούς εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπου συμβάλλουν ενεργά στην αλλαγή του κλίματος, οι εκπομπές δε θεωρούνται γενικά υπεύθυνες για τον έλεγχο αυτής της μορφής ρύπανσης. Όταν το κόστος ρύπανσης από την έκλυση αερίων του θερμοκηπίου δεν επιβάλλεται στις εκπομπές, το κόστος αυτό «εξωτερικεύεται» στην κοινωνία, αντιπροσωπεύοντας αυτό που οι οικονομολόγοι περιγράφουν ως «αστοχία της αγοράς», και η κοινωνία επιβαρύνεται με αυτό το «κόστος» [67].

Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» μπορεί να εφαρμοστεί για εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μέσω δύο διαφορετικών προσεγγίσεων, είτε της «τιμής άνθρακα» είτε της «συνέπειας με τον στόχο». Με την πρώτη προσέγγιση (τιμής άνθρακα - SCC), επιβάλλεται ένα τέλος ισοδύναμο με το αντίστοιχο δυνητικό κόστος μελλοντικής κλιματικής αλλαγής, αναγκάζοντας τους εκπέμποντες να αναλάβουν ή να εσωτερικεύσουν το κόστος της ρύπανσης. Αυτό ονομάζεται Social Cost of Carbon (SCC), το οποίο πολλοί επιφανείς οικονομολόγοι θεωρούν ότι είναι η καλύτερη μέθοδος για την τιμολόγηση του άνθρακα. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή του άνθρακα μπορεί να κάνει τον ρυπαίνοντα να πληρώσει μέσω δύο διαφορετικών πολιτικών: **(α) βάσει τιμών με τη μορφή φόρου άνθρακα**, όπου η τιμή της ρύπανσης καθορίζεται από τον συντελεστή του φόρου για κάθε τόνο αερίων θερμοκηπίου που εκπέμπεται και **(β) βάσει ποσοτώσεων**, που συχνά αναφέρονται ως σύστημα εμπορίας ανώτατων ορίων ή εκπομπών, θέτοντας ένα ανώτατο όριο στο επίπεδο εκπομπών για μια δεδομένη χρονική περίοδο. Αυτό το σύστημα κατανέμει άδειες ή δικαιώματα ανά μονάδα αερίων θερμοκηπίου μεταξύ των επιχειρήσεων που παράγουν εκπομπές. Κάποιες από τις εταιρίες θεωρούν ότι είναι ευκολότερο ή φθηνότερο να μειώσουν τις εκπομπές τους από άλλες, και έτσι πουλούν τις άδειές τους σε άλλες επιχειρήσεις για τις οποίες το κόστος για τη μείωση των εκπομπών είναι πολύ υψηλότερο. Ως εκ τούτου, η εμπορία εκπομπών πραγματοποιείται μεταξύ ρυπαίνοντων υψηλού και χαμηλού κόστους, καθορίζοντας την τιμή μιας ρυπογόνου άδειας. Εντέλει, οι ρυπαίνοντες «πληρώνουν» διασφαλίζοντας επαρκείς άδειες για να καλύψουν τις συνολικές εκπομπές τους για ένα δεδομένο έτος. Με τη δεύτερη προσέγγιση (συνέπεια με τον στόχο), το εν λόγω τέλος βασίζεται στα επιθυμητά αποτελέσματα, δηλαδή βαθμονομείται με βάση τον στόχο μηδενικών εκπομπών έως έναν καθορισμένο χρονικό ορίζοντα, όπως το 2050. Αυτή συνήθως αναφέρεται ως προσέγγιση «συνέπειας με τον στόχο». Σύμφωνα με τις δύο προσεγγίσεις, δημιουργείται ένα οικονομικό

κίνητρο για μια ρυπογόνο μονάδα (όπως ένα εργοστάσιο) ώστε να μειώσει τις εκπομπές της.

Άλλος εναλλακτικός μηχανισμός μετάβασης της ενέργειας από ΑΠΕ είναι η προώθηση της παραγωγής φωτοβολταϊκών (PV) μικρής κλίμακας, ειδικά στον οικιακό τομέα. Στις χώρες της ΕΕ, η εν λόγω διαδικασία είναι σχετικά περιορισμένη, ενώ στην Ελλάδα η ωριαία υπερβάλλουσα ηλεκτρική ενέργεια, ως προσέγγιση, αποτελεί ελκυστικό στοιχείο για τους επενδυτές του τομέα. [69]

### **2.1.2. Θετικά του ενεργειακού συμψηφισμού**

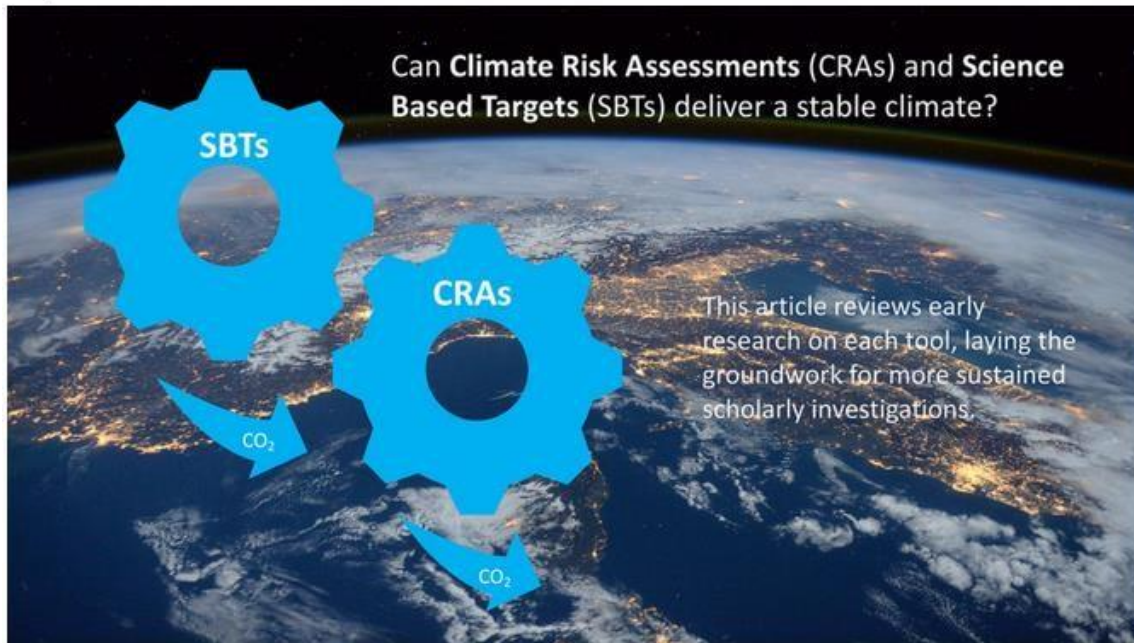
Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», νομικά, είναι αρχή της δικαιοσύνης. Απαιτεί από τους ρυπαίνοντες, τόσο τα κράτη όσο και τα άτομα, να πληρώνουν, γιατί δεν είναι δίκαιο να αναλαμβάνουν απεριόριστη πρόσβαση στα ατμοσφαιρικά κοινά. Ωστόσο, ως αρχή δικαιοσύνης, θα πρέπει να εφαρμόζεται δίκαια, ως προς το πόσο θα πληρώνει ο κάθε ρυπαίνων, κι όχι αδιακρίτως ή χωρίς υποστήριξη, ώστε να αποφευχθούν οι οποιεσδήποτε αδικίες. Έτσι, η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» χρησιμεύει ως οδηγός για το πώς πρέπει να εφαρμοστεί η γενική υποχρέωση των κρατών να ρυθμίζουν. [70]

Πολλοί οικονομολόγοι υποστηρίζουν ότι η τιμή του άνθρακα θα πρέπει να είναι παγκόσμια και ομοιόμορφη σε όλες τις χώρες και τους τομείς, έτσι ώστε οι ρυπαίνοντες να μην μεταφέρουν απλώς τις εργασίες τους στους «παράδεισους ρύπανσης» – χώρες όπου, λόγω της έλλειψης περιβαλλοντικής ρύθμισης τους επιτρέπεται να συνεχίζουν την, χωρίς περιορισμούς, ρύπανση

### **2.1.3. Εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός**

Η αντιστάθμιση εικονικής ενέργειας, γνωστή και ως πιστώσεις ανανεώσιμης ενέργειας (RECs - renewable energy credits), είναι ένας τρόπος για τους οργανισμούς και τα άτομα να υποστηρίξουν την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χωρίς τη φυσική χρήση της ενέργειας. Τα REC αντιπροσωπεύουν τα οφέλη της κοινωνίας και του περιβάλλοντος στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. [72] Συνολικά, η αντιστάθμιση εικονικής ενέργειας μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επιτάχυνση της μετάβασης προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να συμβάλει στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. [73]





Εικόνα 22: Εργαλεία εταιρικής δράσης για το κλίμα

## 2.2. Τεχνολογίες Βασικών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Η ενεργειακή μετάβαση αναφέρεται στην παγκόσμια αλλαγή από το ντίζελ, την βενζίνη στις ΑΠΕ, καθώς και στις αλλαγές στην ενεργειακή υποδομή και τα πρότυπα κατανάλωσης που απαιτούνται για την επίτευξη αυτής της μετάβασης. Ο στόχος της μετάβασης αυτής, είναι η λιγότερη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η δημιουργία ενός βιώσιμου και ανθεκτικού ενεργειακού συστήματος. [74]

Η ενεργειακή μετάβαση περιλαμβάνει διάφορα στάδια, όπως: **(α) Επέκταση ανανεώσιμων ΑΠΕ**, όπως ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμία και βιομάζα, **(β) εφαρμογή μέτρων ενεργειακής απόδοσης** για τη μείωση της κατανάλωσης και σπατάλης ενέργειας, **(γ) αποκέντρωση της παραγωγής ενέργειας**, με τη χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μικρής κλίμακας, όπως ηλιακά πάνελ ταράτσας και μικρο-ανεμογεννήτριες, **(δ) ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην υπάρχουσα ενεργειακή υποδομή**, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας και του δικτύου μεταφοράς αυτής, **(ε) εφαρμογή λύσεων αποθήκευσης ενέργειας**, όπως οι μπαταρίες και **(στ) ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και συστημάτων διαχείρισης ενέργειας** με σκοπό τη βελτιστοποίηση παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας αλλά και τη δυνατότητα συμμετοχής των καταναλωτών στην αγορά ενέργειας. [75]

Η ενεργειακή μετάβαση είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί τη συμμετοχή διαφόρων ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνήσεων, των επιχειρήσεων κοινής ωφελείας, των επιχειρήσεων και των ατόμων. Περιλαμβάνει επίσης σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έρευνα και ανάπτυξη, καθώς και πλαίσια πολιτικής για τη στήριξη της μετάβασης. Η ενεργειακή μετάβαση είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής, την επίτευξη ενεργειακής ασφάλειας και τη δημιουργία ενός βιώσιμου μέλλοντος για όλους. [76]

### 2.2.1. Τεχνολογία Αιολικής Ενέργειας

Η τεχνολογία αιολικής ενέργειας αποτελεί μια τεχνολογία που εκμεταλλεύεται τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπει αυτήν τη δύναμη σε ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποικίλους σκοπούς. [77] Ένας τρόπος για να αξιοποιηθεί την αιολική ενέργεια είναι οι ανεμογεννήτριες. Προκειται για ψηλές κατασκευές, σαν πύργοι, με πτερύγια που περιστρέφονται όταν φυσάει εναντίον τους ο άνεμος. Οι περιστρεφόμενες λεπίδες στρέφουν τον γεννήτρια, η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να τροφοδοτηθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο. [78]

Οι ανεμογεννήτριες διατίθενται σε πολλά διαφορετικά μεγέθη, από μικρές μονάδες που χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία μεμονωμένων κατοικιών ή επιχειρήσεων, έως ανεμογεννήτριες μεγάλης κλίμακας που μπορούν να παράγουν εκατοντάδες μεγαβάτ ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτές οι μεγάλες ανεμογεννήτριες συχνά ομαδοποιούνται σε αιολικά πάρκα, τα οποία μπορεί να αποτελούνται από δεκάδες ή και εκατοντάδες μεμονωμένες τουρμπίνες. [79] Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ανεμογεννητριών: (α) Οι ανεμογεννήτριες οριζώντιου άξονα, που αποτελούν τον πιο διαδεδομένο τύπο. Αυτές οι ανεμογεννήτριες έχουν πτερύγια που περιστρέφονται γύρω από έναν οριζόντιο άξονα. (β) Οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, οι οποίες χρησιμοποιούνται συχνά σε αστικές περιοχές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος. Σε αυτούς τους τύπους ανεμογεννητριών, οι στρόβιλοι έχουν πτερύγια που περιστρέφονται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα. [80]

Ε

ι

κ

ό

ν

<sup>5</sup> Eshops.gr. Ανεμογεννήτριες και τύποι ανεμογεννητριών ~~όλα~~ όσα θέλετε να ξέρετε [Internet]. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ-

M

:

Π

Α

Α

Τ

ν

Α

ε

Ρ

μ

Ι

ς

Η πρόοδος στην τεχνολογία της αιολικής ενέργειας έχει οδηγήσει σε πιο αποδοτικές ανεμογεννήτριες που είναι σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από χαμηλότερες ταχύτητες ανέμου. Επιπλέον, οι βελτιώσεις στις διαδικασίες και τα υλικά κατασκευής έχουν κάνει τις ανεμογεννήτριες πιο προσιτές και ευκολότερες στην εγκατάσταση και τη συντήρηση.

Ενώ η τεχνολογία αιολικής ενέργειας έχει ορισμένους περιορισμούς, όπως η εξάρτησή της από τη διαθεσιμότητα του ανέμου και τις πιθανές επιπτώσεις στην άγρια ζωή, αποτελεί σημαντικό μέρος της μετάβασης σε ένα μέλλον καθαρής ενέργειας. Καθώς η τεχνολογία βελτιώνεται, η αιολική ενέργεια είναι πιθανό να αποκτήσει ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στην κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών., μειώνοντας παράλληλα τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου [81].

### 2.2.2. Τεχνολογία Ηλιακής Ενέργειας

Η τεχνολογία ηλιακής ενέργειας περιλαμβάνει την σύλληψη και την εκμετάλλευση της ενέργειας από τον ήλιο για την παραγωγή είτε ηλεκτρικής ενέργειας είτε θερμότητας. [82]

Υπάρχουν διάφοροι τύποι τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας, όπως: **(α) φωτοβολταϊκά συστήματα (PV-Photovoltaic Systems):** τα οποία χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες μετατρέποντας το φως του ήλιου σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα πάνελ αποτελούνται από πυρίτιο που απορροφά το ηλιακό φως και δημιουργεί ροή ηλεκτρονίων. Αυτά χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία κατοικιών ή επιχειρήσεων. [83]

**(β) συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (CSP- Concentrated Solar Power):** χρησιμοποιούν καθρέφτες ή φακούς εστιάζοντας στο φως του ήλιου σε μια μικρή περιοχή, που

<sup>6</sup> Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας - Ενέργεια & Πολίτης - Αιολική ενέργεια - Ανεμογεννήτριες [cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_windmill.htm](https://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm)

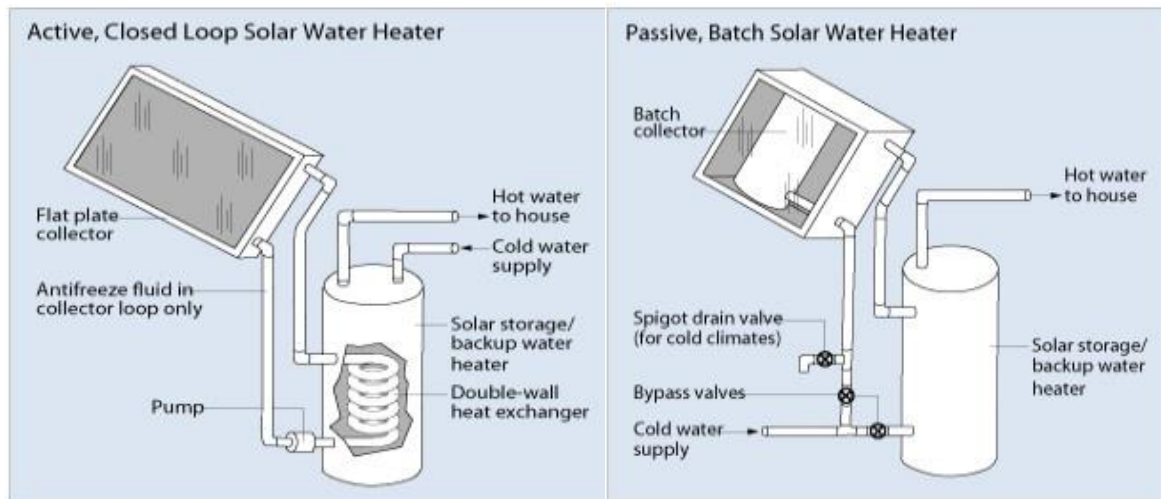
<sup>7</sup> U.S. Energy Information Administration. Photovoltaics and electricity - U.S. Energy Information Administration (EIA) [Internet]. Eia.gov. 2016. Available from: <https://www.eia.gov/energyexplained/solar/photovoltaics-andelectricity.php>

<sup>8</sup> Florida's Premier Energy Research Center at the University of Central Florida. Types of PV Systems [Internet]. FSEC Energy Research Center. Available from: <https://energyresearch.ucf.edu/consumer/solar-technologies/solarelectricity-basics/types-of-pv-systems/>

θερμαίνεται ένα υγρό, το οποίο χρησιμοποιείται στην παραγωγή ατμού, που με τη σειρά του οδηγεί έναν στρόβιλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [84],

**(γ) ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού (Solar Water Heating Systems):** που χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες για τη θέρμανση του νερού για σπίτια ή επιχειρήσεις απορροφώντας το ηλιακό φως και μεταφέροντάς τη θερμότητα στο νερό, το οποίο στη συνέχεια αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή μέχρι να απαιτηθεί η χρήση του [85],

**Εικόνα 28: Ηλιακοί Θερμοσίφωνες<sup>10</sup>**



**(δ) παθητική ηλιακή θέρμανση και ψύξη (Passive Solar Heating and Cooling):** που περιλαμβάνει ειδικό σχεδιασμό κτιρίων με τέτοιο τρόπο που τα κτίσματα να συλλαμβάνουν το ηλιακό φως επιτυγχάνοντας τη θέρμανσή τους, αλλά και να σκιάζονται ανάλογα ώστε να εμποδίζουν το φως του ήλιου με αποτέλεσμα την ψύξη τους. Ένα τέτοιο κτίριο μπορεί να έχει

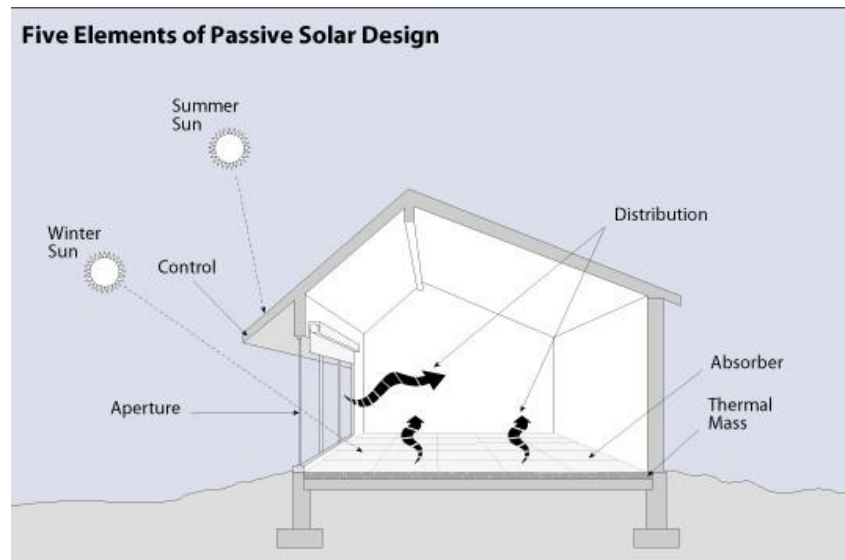
<sup>9</sup> IStock. Vector isometric concentrated solar power plant. Concentrating solar... [Internet]. iStock. Available from: <https://www.istockphoto.com/vector/vector-isometric-concentrated-solar-power-plant-gm1318835741-405856578>

<sup>12</sup> IStock. Aerial video of the Ivanpah Solar Thermal Power Generation plant in... [Internet]. iStock.. Available from: <https://www.istockphoto.com/photo/the-ivanpah-solar-thermal-power-generation-plant-aerial-gm1393637034449408976>

<sup>10</sup> Solar Water Heaters [Internet]. Energy.gov. Available from: <https://www.energy.gov/energysaver/solar-waterheaters>

<sup>11</sup> Το ίδιο

μεγάλα παράθυρα στη νότια πλευρά του, για να συλλαμβάνει το φως του ήλιου το χειμώνα, και σκίαστρα στη δυτική πλευρά, για να εμποδίζουν το φως του ήλιου το καλοκαίρι. Συνολικά, η τεχνολογία ηλιακής ενέργειας γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής καθώς πρόκειται για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας παράγοντας μηδενικούς ρύπους και έχει τη δυνατότητα να απεξαρτητοποιηθεί από τα ορυκτά καύσιμα. [86]



Ε  
ι  
κ  
ό  
ν  
α  
Εικόνα 31: Σπίτι με παθητική θέρμανση και δροσισμό <sup>16</sup>

Π  
α  
θ  
η

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΦΕΛΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Υπάρχουν πολλά οφέλη από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (EV) που σχετίζονται κυρίως με: καυσαερίων, ήτοι ούτε ρύπους μήτε αέρια ή θερμοκηπίου, μειώνοντας την ρύπανση της ατμόσφαιρας και βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό σε πόλεις με κυκλοφορική συμφόρηση [87], (β) εξοικονόμηση εξόδων αγοράς ενός αυτοκινήτου EV:

<sup>12</sup> Williams College. Passive Solar Design [Internet]. Sustainability. 2022. Available from: <https://sustainability.williams.edu/green-building-basics/passive-solar-design/>

κ  
ό  
ς  
χ  
ε  
δ  
ι  
α  
σ

τα οποία αν και είναι υψηλά στην αρχή, μπορεί να γίνει απόσβεση γρήγορα λόγω του χαμηλότερου κόστους καυσίμου και συντήρησης της μηχανής, καθώς τα EV απαιτούν λιγότερη συντήρηση και έχουν λιγότερα κινούμενα μέρη, και άρα χαμηλότερο κόστος επισκευής [88], **(γ) εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων:** καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα μειώνουν την εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο και συμβάλουν στην ασφάλεια μιας και τροφοδοτούνται συγχρόνως και από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. [89], **(δ) μειωμένη ηχορύπανση:** καθώς τα EV είναι πολύ αθόρυβα σε σύγκριση με τα συμβατικά οχήματα, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τις αστικές περιοχές, παρόλα αυτά ενσωματώθηκαν προειδοποιητικά ηχητικά σήματα προς τους πεζούς από τον κατασκευαστή ώστε να μειωθεί το ρίσκο για αυτούς λόγω του μειωμένου τους θορύβου σε χαμηλές ταχύτητες [90], **(ε) βελτιωμένη δημόσια υγεία:** καθώς η μειωμένη ατμοσφαιρική ρύπανση με τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να βελτιώσει το επίπεδο της δημόσιας υγείας, ήτοι λιγότερα άτομα με αναπνευστικό πρόβλημα, άσμα και άλλες αναπνευστικές παθήσεις [91] [92], **(στ) καλύτερη εμπειρία οδήγησης:** καθώς οι ηλεκτρικοί κινητήρες παρέχουν στιγμιαία ροπή, η οποία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια πιο ομαλή και πιο γρήγορη εμπειρία οδήγησης. Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν επίσης να έχουν αναγεννητικό φρενάρισμα, το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην επαναφόρτιση της μπαταρίας κατά την οδήγηση και στη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης. [93]

Οι βασικότεροι τομείς οφέλους από την κατασκευή των EV είναι οι τέσσερις βασικοί που αφορούν την πολύπλευρη εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, την ενέργεια, την κοινωνία και το περιβάλλον, όπως αναλύονται στη συνέχεια.

### **3.1. Οικονομικά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων**

Υπάρχουν πολλά οικονομικά οφέλη από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (EV), όπως: **(α) χαμηλότερο κόστος καυσίμου:** συγκριτικά με τα συμβατικά οχήματα, καθώς τα EV χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια, η οποία είναι γενικά φθηνότερη από την βενζίνη ή το ντίζελ, έχουν συνήθως χαμηλότερο κόστος καυσίμου. Η ακριβής αυτή εξοικονόμηση ποικίλει ανάλογα την τιμή ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων σε διαφορετικές περιοχές. Εκτός από το χαμηλότερο κόστος καυσίμου ανά χλμ., οι ιδιοκτήτες ενός EV μπορούν να επωφεληθούν από διάφορα κίνητρα και προγράμματα που μειώνουν ακόμη περισσότερο το κόστος φόρτισης, όπως η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα τον χρόνο χρήσης της (φθηνότερη κατά τις ώρες εκτός αιχμής ή λόγω ειδικών χρεώσεων για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων). Ορισμένες περιοχές προσφέρουν επίσης φοροαπαλλαγές, εκπτώσεις ή άλλα οικονομικά κίνητρα που

κάνουν την αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου πιο προσιτή. Συνολικά, το χαμηλότερο κόστος καυσίμου των EV μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση πόρων για τους οδηγούς, ειδικά σε βάθος χρόνου [94], **(β) μειωμένο κόστος συντήρησης και λειτουργίας:** καθώς τα EV έχουν λιγότερα κινούμενα μέρη από τα συμβατικά οχήματα, απαιτώντας λιγότερη κι, επομένως, οικονομικότερη συντήρησης.. Για παράδειγμα, η συντήρηση των EV δεν συμπεριλαμβάνει αλλαγές λαδιών, υγρών κιβωτίου ταχυτήτων ή αντικατάσταση μπουζί. Τα τακάκια φρένων στα EV τείνουν επίσης να διαρκούν περισσότερο λόγω του αναγεννητικού φρεναρίσματος, το οποίο χρησιμοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα για να επιβραδύνει το όχημα και να επαναφορτίζει την μπαταρία ταυτόχρονα, μειώνοντας τη φθορά στα φρένα. Συνολικά, τα EV είναι συχνά φθηνότερα στη συντήρηση από τα συμβατικά οχήματα, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στην αντιστάθμιση της υψηλότερης τιμής αγοράς. Συνολικά, ο συνδυασμός χαμηλότερου κόστους καυσίμου και μειωμένων απαιτήσεων συντήρησης καθιστά τα EV πιο οικονομικά αποδοτικά μακροπρόθεσμα καθιστώντας τον ρόλο τους ιδιαίτερα σημαντικό σε άτομα και επιχειρήσεις με απαιτήσεις για συχνά δρομολόγια ή σε επιχειρήσεις στόλου [95], **(γ) φορολογικά κίνητρα αγοράς:** από πολλές κυβερνήσεις στον κόσμο που ενθαρρύνουν την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων προσφέροντας είτε φορολογικά κίνητρα, με εκπτώσεις ή απαλλαγές από ορισμένους φόρους, είτε επιδοτήσεις επί της αρχικής τιμής [96]. Άλλες κυβερνήσεις προσφέρουν κίνητρα για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης EV, προωθώντας περαιτέρω την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων, **(δ) αυξημένη παραγωγικότητα και μειωμένο κόστος υγειονομικής περίθαλψης:** λόγω βελτιωμένης ποιότητας αέρα καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα, μην εκπέμποντας επιβλαβείς ρύπους, τα σωματίδια και οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι ρυπογόνες ουσίες που συχνά σχετίζονται με αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, με την υιοθέτηση πιο αυστηρών προτύπων εκπομπών και την εφαρμογή μέτρων για τον έλεγχο της ρύπανσης, είναι δυνατόν να μειωθεί η επίδρασή τους στην υγεία. Επιπλέον, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορεί να βοηθήσει στη μετρίαση της κλιματικής αλλαγής, η οποία έχει σημαντικές οικονομικές συνέπειες, όπως οι καταστροφές καλλιεργειών και τεχνικών έργων [97], **(ε) δημιουργία θέσεων εργασίας:** Η ανάπτυξη της βιομηχανίας EV οδηγεί σταδιακά στη δημιουργία θέσεων εργασίας σε διάφορους τομείς, όπως στην κατασκευή, εγκατάσταση και συντήρηση των ηλεκτρικών οχημάτων αλλά και στην κατασκευή υποδομών φόρτισης αυτών των αυτοκινήτων. Επιπλέον, η μετάβαση στα EV μπορεί να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες απασχόλησης στην έρευνα και ανάπτυξη, καθώς και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που παρέχει την ηλεκτρική ενέργεια τροφοδοσίας των EV .

Συνολικά, η αύξηση της οικονομίας από τα ηλεκτρικά οχήματα είναι σημαντικά και καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να βελτιώνεται, γίνεται πιο προσιτή και είναι αναμενόμενη η εξάπλωση της χρήσης τέτοιων οχημάτων [98].

### 3.2. Ενεργειακά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων

Υπάρχουν πολλά ενεργειακά οφέλη από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (EV): **(α) μειωμένη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα:** καθώς η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιούν τα EV, ως κύρια πηγή ενέργειας, παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές, κάνοντας ανεξάρτητο τον άνθρωπο από τα ορυκτά καύσιμα. Αποτέλεσμα της ανωτέρω μείωσης είναι η επακόλουθη αύξηση των τιμών του πετρελαίου και άλλων ορυκτών καυσίμων, με πλεονεκτήματα στις εθνικές και παγκόσμιες οικονομίες, καθώς και στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας. Με την αύξηση της παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, άνθρακα, αυξάνονται ακόμη περισσότερο και τα περιβαλλοντικά οφέλη των ηλεκτρικών οχημάτων [99], **(β) αυξημένη ενεργειακή απόδοση:** από τους ηλεκτρικούς κινητήρες που είναι σημαντικά πιο αποδοτικοί από αυτούς της εσωτερικής καύσης, καθώς οι τελευταίοι σπαταλούν πολλή ενέργεια με τη μορφή θερμότητας. Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να μετατρέψουν έως και το 60% της αποθηκευμένης ενέργειας στις μπαταρίες τους για να τροφοδοτήσουν τους τροχούς, ως κινητική ενέργεια, σε σύγκριση με το περίπου 20% των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων, και άρα είναι ενεργειακά πιο αποδοτικά. για την κίνηση του οχήματος, ενώ οι κινητήρες εσωτερικής καύσης σπαταλούν πολλή ενέργεια ως θερμότητα. Τα ηλεκτρικά οχήματα επωφελούνται επίσης από την αναγεννητική πέδηση, καθώς ανακτούν μέρος της ενέργειας που χάνεται κατά το φρενάρισμα και να την αποθηκεύουν ξανά στην μπαταρία. Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν τα EV πιο ενεργειακά αποδοτικά, γεγονός που μειώνει την συνολική κατανάλωση ενέργειας και στη καλύτερη ενεργειακή ασφάλεια [100], **(γ) αποθήκευση ενέργειας:** στις μπαταρίες EV, που παρέχουν ισχύ στο δίκτυο σε περιόδους υψηλής ζήτησης ή όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κατά τη διάρκεια κυκλοφορίας του οχήματος ή και μετά το τέλος ζωής αυτού, ως μια δεύτερη χρηστική ευκαιρία στις μπαταρίες των EV. Η ικανότητα των ηλεκτρικών οχημάτων να λειτουργούν ως μορφή αποθήκευσης ενέργειας είναι γνωστή ως τεχνολογία από όχημα σε δίκτυο (V2G-Vehicle to Grid) καθώς σε περιόδους χαμηλής ζήτησης ενέργειας, οι μπαταρίες EV μπορούν να φορτιστούν από το δίκτυο και σε περιόδους υψηλής ζήτησης μπορούν να αποφορτίσουν την περίσσεια ενέργειας πίσω στο δίκτυο, με ένα μικρό τίμημα, ως είδος εισοδήματος για τον ιδιοκτήτη του EV. Αυτό βοηθά την εξισορρόπηση



διακυμάνσεων προσφοράς και ζήτησης του ηλεκτρικού ρεύματος, τη μείωση της ανάγκης για ακριβά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, ενώ επιτρέπει, παράλληλα, την αποτελεσματικότερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες ενδέχεται να παράγουν περίσσεια ενέργειας σε περιόδους μη αιχμής [101].

### **3.3. Κοινωνικά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων**

Υπάρχουν πολλά κοινωνικά οφέλη από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, όπως: **(α) βελτιωμένη δημόσια υγεία:** Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα ηλεκτρικά οχήματα δεν εκπέμπουν επιβλαβείς ρύπους με αρνητικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο υγιή πληθυσμό καθώς η ατμοσφαιρική ρύπανση συμβάλλει σημαντικά στις αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις [102], **(β) αυξημένη πρόσβαση πολιτών στα μέσα μεταφοράς:** καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να προσφέρουν μεταφορά σε άτομα που ενδέχεται να μην έχουν ΙΧ οχήματα ή πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την κινητικότητα για άτομα και κοινότητες, ειδικά σε περιοχές με περιορισμένα μέσα μαζικής μεταφοράς ή για όσους έχουν σωματικές αναπηρίες ή άλλους περιορισμούς κινητικότητας. Επιπλέον, με την ανάπτυξη των υπηρεσιών κοινής χρήσης αυτοκινήτου που χρησιμοποιούν ηλεκτρικά οχήματα, περισσότεροι άνθρωποι μπορούν να έχουν πρόσβαση σε προσιτές και βιώσιμες επιλογές μεταφοράς. Τα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρονται να αξιοποιούνται από εταιρείες αυτοκινήτων κοινής χρήσης, στοχεύοντας σε χρήστες βραχυπρόθεσμης ενοικίασης αυτοκινήτου. Υπάρχει, επίσης, η δυνατότητα της μονόδρομης ενοικίασης (car-sharing), με την οποία το όχημα μπορεί να παραδοθεί σε διαφορετική τοποθεσία από το σημείο παραλαβής, δίδοντας τη δυνατότητα στους ταξιδιώτες να χρησιμοποιούν την κοινή χρήση αυτοκινήτου σε συνδυασμό με άλλα μέσα. Στο μέλλον εξετάζεται επίσης η μελλοντική κοινή χρήση αυτόνομων ηλεκτρικών οχημάτων σε ευρεία βάση, **(γ) μειωμένη ηχορύπανση:** μια και τα ηλεκτρικά οχήματα παράγουν λιγότερο θόρυβο από τα συμβατικά, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πιο ήσυχο και λιγότερο αγχωτικό περιβάλλον, και καλύτερη ποιότητα ζωής, ιδιαίτερα για τα άτομα που ζουν κοντά σε πολυσύχναστους δρόμους, αστικών περιοχών. Τα ηλεκτρικά οχήματα προκαλούν λιγότερη ηχορύπανση σε σύγκριση με τα παραδοσιακά οχήματα λόγω των αθόρυβων ηλεκτροκινητήρων τους. Επιπλέον, η μειωμένη ηχορύπανση μπορεί να δράσει θετικά και στην άγρια ζωή και στα ενδιαυμάτά τους, καθώς ο δυνατός θόρυβος από την κυκλοφορία μπορεί να διαταράσσει τη συμπεριφορά και τα πρότυπα επικοινωνίας τους, **(δ) μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση:** επειδή οι ηλεκτρικοί κινητήρες συμβάλουν στη

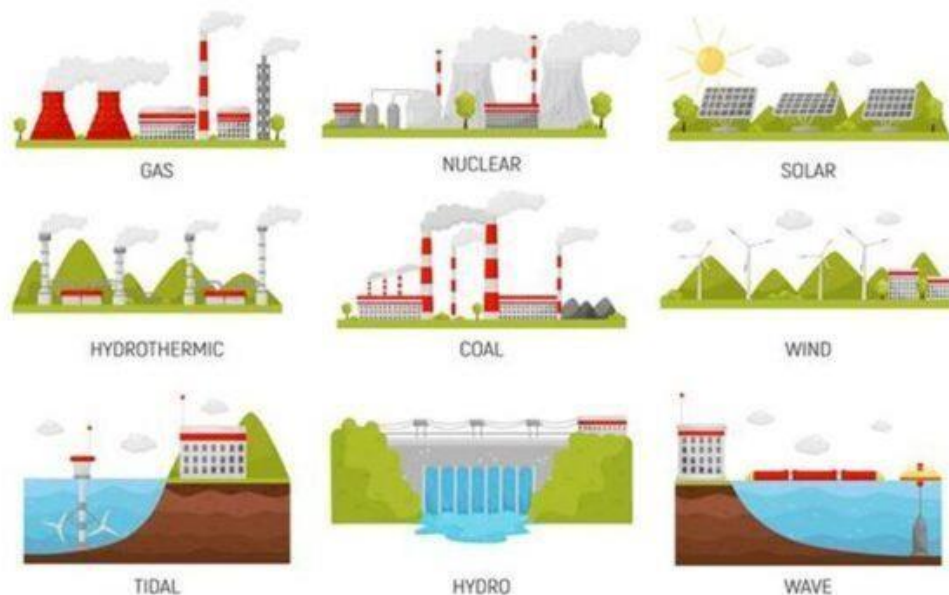
μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε συντόμευση του ταξιδιού και άρα λιγότερο χρόνο στους δρόμους, με επιπλέον οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Επιπλέον, η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για κοινή χρήση και ομαδική χρήση αυτοκινήτου οδηγεί σε μείωση του αριθμού των οχημάτων στο δρόμο, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει σε περαιτέρω άμβλυνση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, **(ε) περισσότερη ενεργειακή ανεξαρτησία:** με τα ηλεκτρικά οχήματα να μειώνουν την εξάρτηση μιας χώρας από το εισαγόμενο πετρέλαιο με οφέλη σε γεωπολιτικό και οικονομικό επίπεδο. Χρησιμοποιώντας εγχώρια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική και γεωθερμική) για την τροφοδοσία ηλεκτρικών οχημάτων, οι χώρες βελτιώνουν την ενεργειακή τους ασφάλεια και μειώνουν την εξάρτησή τους από το εισαγόμενο πετρέλαιο, μειώνοντας την ευπάθεια μιας χώρας στις διακυμάνσεις των τιμών και στις διαταραχές των τιμών της παγκόσμιας αγοράς από το επίπεδο προσφοράς του πετρελαίου [103].

Όλα τα παραπάνω, όμως, μπορεί να επιφέρουν μια υπερμεγέθυνση των πόλεων καθώς λόγω της καθαρότερης ατμόσφαιρας, της βελτιωμένης υγείας και της μείωσης του απαιτούμενου χώρου σε βενζινάδικα και συνεργεία, ίσως αυτές αποτελέσουν πόλο έλξης περισσότερων ανθρώπων, γεγονός πιθανότερου χαρακτηρισμού της αύξησης του αριθμού των EV στις πόλεις ως μειονέκτημα.

#### **3.4. Περιβαλλοντικά οφέλη χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων**

Υπάρχουν πολλά περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, όπως: **(α) Μειωμένες ή μηδενικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου:** γεγονός που βοηθάει μειώνοντας τις εκπομπών αερίων, με τις διάφορες συνέπειές τους, αποτελώντας σημαντικό πλεονέκτημα συγκριτικά με τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα. Όπως προαναφέρθηκε, όταν η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι ακόμη περισσότερα [94], **(β) βελτιωμένη ποιότητα αέρα:** λόγω μηδενικών επιβλαβών ρύπων, η οποία αντανάκλαται και στην καλή δημόσια υγεία και στο περιβάλλον. Η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων βελτιώνει την ποιότητα του αέρα, ειδικά σε αστικές περιοχές όπου υπάρχει μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Επιπλέον, καθώς παράγεται περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια, οι συνολικές εκπομπές που σχετίζονται με τα ηλεκτρικά οχήματα μειώνονται ακόμη περισσότερο, **(γ) μειωμένη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα:** η οποία σημαίνει μειωμένη συνολική κατανάλωση μη ανανεώσιμων πόρων και των, σχετιζόμενων με αυτούς, περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εξόρυξη, μεταφορά και χρήση τους, με όλα τα επακόλουθα πλεονεκτήματα

της εν λόγω μειωμένης εξάρτησης, όπως αυτά προαναφέρθηκαν και ως ενεργειακά οφέλη το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας από τον αυξανόμενο αριθμό των ηλεκτρικών οχημάτων. Όταν οι ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων επιλέγουν να εγκαταστήσουν τα δικά τους συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακούς συλλέκτες στον τελευταίο όροφο, για να τροφοδοτούν τα οχήματά τους, τότε θα μειώνεται ακόμη περισσότερο το αποτύπωμα άνθρακα μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων απαιτεί την εξόρυξη ορισμένων οφέλη σε γεωπολιτικό και οικονομικό επίπεδο EV, αφού ο συνολικός περιβαλλοντικός αντίκτυπος των συγκεκριμένων ειδών εξόρυξης είναι χαμηλότερος σε σύγκριση με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο της παραδοσιακής εξόρυξης ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, με τη βελτίωση της τεχνολογίας ανακύκλωσης και τα πολύτιμα υλικά στις μπαταρίες EV μπορούν να ανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν, επομένως θα είναι δυνατό να μειώνεται η αναγκαιότητα νέας εξόρυξης. Παράλληλα καταβάλλονται προσπάθειες για τη βελτίωση των πρακτικών εξόρυξης, όπως με την εφαρμογή αυστηρότερων περιβαλλοντικών κανονισμών για την προώθηση υπεύθυνης προμήθειας πρώτων υλών. Αυτή η προσέγγιση κλειστού κύκλου για την παραγωγή μπαταριών μπορεί να συμβάλει σε μια πιο βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον βιομηχανία



**Εικόνα 32: Σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ορυκτών και των ΑΠΕ κατά την παραγωγή ενέργειας**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

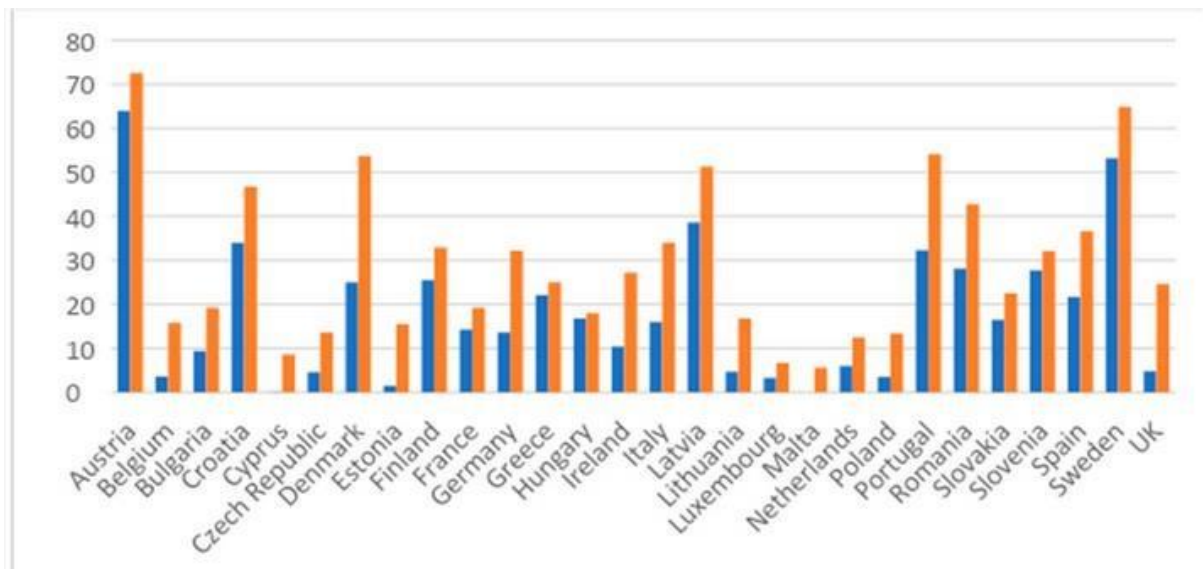
Το ενεργειακό σύστημα στην Ελλάδα είναι σήμερα σε ένα μεταβατικό στάδιο προς ένα πιο βιώσιμο και ανανεώσιμο ενεργειακό μείγμα. Ιστορικά, η Ελλάδα εξαρτιόταν από ορυκτά καύσιμα. Ωστόσο, πρόσφατα η Ελλάδα έθεσε φιλόδοξους στόχους να αυξήσει των Α.Π.Ε στο ενεργειακό μείγμα της χώρας [108].



### Εικόνα 33: Η Ελλάδα στην 7η θέση ως προς τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην Παραγωγή Ενέργειας

Επί του παρόντος, η Ελλάδα εκμεταλλεύεται το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το λιγνίτη. Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται κυρίως στις μεταφορές και ως εφεδρική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [110]. Το φυσικό αέριο για τη θέρμανση, ενώ ο λιγνίτης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [111].

Το 2017, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσώπευαν το 25% της παραγωγής Ε.Ε στην Ελλάδα. Η πλειοψηφία αυτών προήλθε από την αιολική και ηλιακή ενέργεια, με την υδροηλεκτρική ενέργεια να αποτελεί μικρότερο μερίδιο.



Εικόνα 34: Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτρική ενέργεια το 2007 και το 2017 στις χώρες της ΕΕ-28 (μπλε—2007, πορτοκαλί—2017) [112]

Η Ελλάδα έχει θέσει στόχο να αυξήσει τις Α.Π.Ε στο 35% μέχρι το 2030. Για την πραγματοποίησή αυτού του στόχου, η Ελλάδα έχει επιχειρήσει μια σειρά από πολιτικά μέτρα, συμπεριλαμβανομένων των τιμολογίων τροφοδοσίας, των δημοπρασιών για έργα των Α.Π.Ε και των φορολογικών κινήτρων για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η κυβέρνηση έχει επίσης εφαρμόσει σχέδια για σταδιακή κατάργηση του λιγνίτη έως το 2028 και για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια και τις μεταφορές [113]. Λόγω της γεωγραφικής της θέσης και του εδάφους, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό δυναμικό για την αποκόμιση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, με έμφαση στην αιολική και ηλιακή ενέργεια. Εκτός από την αιολική και ηλιακή ενέργεια, η χώρα εξετάζει τη χρήση άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η γεωθερμική ενέργεια και η ενέργεια από βιομάζα. Καθώς οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνονται οικονομικά πιο προσιτές, προβλέπεται ότι το ποσοστό των ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας θα συνεχίσει να αυξάνεται στα επόμενα χρόνια. [114].

#### **4.1. Σχέδια οργάνωσης και διοίκησης υποδομών επαναφόρτισης**

Η Ελλάδα έχει καταβάλει προσπάθειες να επεκτείνει την υποδομή επαναφόρτισης προκειμένου να υποστηρίξει την ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων στη χώρα [115]. Το 2020, η ελληνική κυβέρνηση ανακοίνωσε σχέδια για εγκατάσταση 40.000 νέων σταθμών φόρτισης σε όλη τη χώρα έως το 2030, με αρχικό στόχο τη δημιουργία 7.000 σταθμών φόρτισης έως το 2023, βάσει του σχετικού νομικού πλαισίου (Ν. 4710/2020) για την «Προώθηση της ηλεκτροκίνησης και άλλες διατάξεις» αλλά και μια σειρά Αποφάσεων κυρίως του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Το σχέδιο περιλαμβάνει την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης σε δημόσιους χώρους στάθμευσης, θέσεις στάθμευσης στους δρόμους και σε ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης. Η κυβέρνηση έχει επίσης διαθέσει κεφάλαια για τη στήριξη της ανάπτυξης υποδομών χρέωσης σε αγροτικές περιοχές και στα ελληνικά νησιά [116].

Η διαχείριση της υποδομής επαναφόρτισης στην Ελλάδα συντονίζεται από τον Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ), ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον σχεδιασμό, το σχεδιασμό και την εγκατάσταση νέων σταθμών φόρτισης. Ιδιωτικές εταιρείες και τοπικοί Δήμοι ενθαρρύνονται επίσης να συμμετάσχουν στην επέκταση της υποδομής επαναφόρτισης εγκαθιστώντας τους δικούς τους σταθμούς φόρτισης [117].

Για τη διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας των σταθμών φόρτισης, η ελληνική κυβέρνηση έχει υιοθετήσει το πρωτόκολλο Open Charge Point Interface (OCPI), το οποίο επιτρέπει στους οδηγούς να έχουν πρόσβαση σε σταθμούς φόρτισης από διαφορετικούς παρόχους χρησιμοποιώντας μια ενιαία εφαρμογή ή κάρτα πληρωμής. Συνολικά, η ελληνική κυβέρνηση έχει δείξει δέσμευση να επεκτείνει την υποδομή επαναφόρτισης στη χώρα προκειμένου να υποστηρίξει την ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων και να επιτύχει τους στόχους μείωσης των εκπομπών ρύπων [118].

#### **Η θέση των Ελληνικών Δήμων στην ένταξη των ηλεκτρικών οχημάτων στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας**

Οι Δήμοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ένταξη των ηλεκτρικών οχημάτων στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας. Η όλη στάση τους είναι καθοριστική για την επιτυχία της

μετάβασης της χώρας στα ηλεκτρικά οχήματα. Φέρουν την ευθύνη για την ανάπτυξη και τη διαχείριση της τοπικής υποδομής μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Με την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων και τις επενδύσεις σε υποδομές φόρτισης<sup>13</sup>, οι Δήμοι συμβάλλοντας στην ελαχιστοποίηση της εξάρτησης της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα και να βελτιώσουν τη συνολική βιωσιμότητα του τομέα των μεταφορών ηλεκτρικά οχήματα και να αναπτύξουν υποδομές για την υποστήριξή τους. Για παράδειγμα, η κυβέρνηση έχει προσφέρει οικονομικά κίνητρα για να εγκατασταθούν σταθμοί φόρτισης, καθώς και φορολογικές ελαφρύνσεις για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων [120].



**Εικόνα 35: Οργανωμένοι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Βάσει διαφόρων ερμηνευτικών εγκυκλίων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και από τις δικές τους πρωτοβουλίες, πολλοί Δήμοι στην Ελλάδα έχουν εφαρμόσει πολιτικές για να ενθαρρύνουν τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων στους δημοτικούς στόλους, ενώ άλλοι έχουν συνεργαστεί με ιδιωτικές εταιρείες για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης σε δημόσιους χώρους [122].

Η ανάπτυξη δικτύων φόρτισης είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της ηλεκτρικής κινητικότητας στους ελληνικούς Δήμους. Μια καλά κατανομημένη υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα προσφέρει πολλά καθώς **(α) εξασφαλίζει την αυτονομία των EV**: καθώς δεν θα υπάρχει η τωρινή κοινή ανησυχία των ιδιοκτητών τέτοιων οχημάτων ότι δεν θα μπορούν να διανύουν με σιγουριά μεγάλες αποστάσεις, εντός και μεταξύ των

---

<sup>13</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Οδηγίες στους Δήμους για τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων - stathmousfortisis-ilektrikon-ochimaton-2/

πόλεων, αφού θα γνωρίζουν ότι θα έχουν πρόσβαση σε βολικά σημεία φόρτισης , **(β) ενθαρρύνει την αγορά και χρήση EV**: καθώς θα παρέχει μια βολική και αξιόπιστη υποδομή φόρτισης, ειδικά όταν οι Δήμοι θα δώσουν κίνητρα στους κατοίκους και τις επιχειρήσεις ώστε να στραφούν στην ηλεκτρική κινητικότητα, συμβάλλοντας ενεργά μειώνοντας τις εκπομπές και βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα και την επίτευξη εθνικών και διεθνών στόχων για το κλίμα, **(γ) προσφέρει ολοκληρωμένες λύσεις κινητικότητας**: καθώς τα δίκτυα φόρτισης μπορούν να ενσωματωθούν με ευρύτερες λύσεις κινητικότητας, όπως προγράμματα κοινής χρήσης ηλεκτρικών ποδηλάτων και σκούτερ. Με τη δημιουργία υποδομής φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, οι Δήμοι μπορούν να δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο και βιώσιμο οικοσύστημα κινητικότητας που προωθεί μια ποικιλία καθαρών επιλογών μεταφοράς για την κοινωνία, **(δ) στηρίζει τον Τουρισμό και τις Βιώσιμες Μεταφορές**: ως ένας δημοφιλής τουριστικός προορισμός. Όταν καταφέρει να προωθήσει επαρκώς τις διάφορες βιώσιμες επιλογές μέσω μεταφοράς, θα έχει προωθήσει αξιοπρεπώς και ένα μέρος του πράσινου τουρισμού , **(ε) ενσωματώσει τα διάφορα είδη ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο**: ιδιαίτερα της ηλιακής και αιολικής ενέργειας, ενισχύοντας περαιτέρω περιβαλλοντικά οφέλη, **(στ) προσφέρει οικονομικές ευκαιρίες**: και άρα να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και να υποστηρίξει σχετιζόμενες επιχειρήσεις, στους τομείς της εγκατάστασης, συντήρησης και λειτουργίας των σταθμών φόρτισης, υποστηρίζοντας την τοπική οικονομία και συμβάλλοντας σε ένα πράσινο και βιώσιμο μέλλον. Θέσεις φόρτισης οι Δήμοι μπορούν να δημιουργήσουν, ή να υποστηρίξουν τη δημιουργία τους από άλλες πρωτοβουλίες, σε ποικίλους χώρους όπως πιάτσες ταξί, θέσεις στάθμευσης ΑΜΕΑ, δημοτικούς / δημόσιους αλλά και ιδιωτικούς χώρους γενικά, ή εξειδικευμένα σε χώρους στάθμευσης, ακόμη και σε τερματικούς σταθμούς αστικών συγκοινωνιών και τουριστικών λεωφορείων [123]. Το γεγονός αυτό στην Ελλάδα καθορίζεται από διευκρινιστικές εγκυκλίους σχετικές με την ηλεκτροκίνηση, ενώ βασικό κορμό αποτελεί ο

ό

11

#### **4.1.2. Οικονομικά κίνητρα αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα**

ο

Στην Ελλάδα έχουν θεσπιστεί από το 2020 ακόμη, διάφορα οικονομικά απαλλακτικά μέτρα ή και παρότρυνσης αγοράς ηλεκτροκίνητων οχημάτων (EV ήτοι  $\leq 50$  gr CO<sub>2</sub>/Km εφεξής) από δημόσιους φορείς και ιδιώτες.

<sup>14</sup> Gov.gr. Κινούμαι Ηλεκτρικά [Internet]. kinoumeilektrika.gov.gr. 2020. Available from: <https://kinoumeilektrika.gov.gr/info>



**Πίνακας 2. Κατηγορίες επιχειρήσεων και % ετήσιος συντελεστής απόσβεσης φορολογίας με φοροαπαλλαγή**

(  
Π

Αρωγός στη διαδικασία αυτή είναι το ανάλογο υποστηρικτικό νομικό πλαίσιο, ειδικά ο Νόμος 4710 του 2020 (άρθρα 3 έως 10) που αναφέρει τις εξής οικονομικές ελαφρύνσεις: **(α) δωρεάν παραχώρηση θέσεων στάθμευσης**, με την παραχώρηση ειδικού σήματος από τις Διευθύνσεις Μεταφορών των Περιφερειακών Ενοτήτων, σε EV εντός των διοικητικών τους ορίων, όταν οι εν λόγω θέσεις είναι σε ελεγχόμενους χώρους (άρθ. 3), **(β) αδειοδότηση επιχειρήσεων** για την παραγωγή ηλεκτροκίνητων οχημάτων και, οποιονδήποτε συναφών με EV, προϊόντων (άρθ. 4), **(γ) καταβολή περιβαλλοντικού τέλους**, στην αγορά παλαιών, ρυπογόνων μεταχειρισμένων οχημάτων, τα έσοδα του οποίου διατίθενται σε δράσεις υποστήριξης των ηλεκτρικών οχημάτων / ηλεκτροκίνησης μέσω οικονομικών κινήτρων για την αγορά ή μίσθωση οποιουδήποτε είδους υβριδικού ή αμιγούς ηλεκτρικού οχήματος. (άρθ. 5), **(δ) απαλλαγή εισοδήματος / σύνταξης στην παραχώρηση / δαπάνη σχετική με ηλεκτρικό όχημα**, με αναλυτική αναφορά σε διάφορες περιπτώσεις (άρθ. 6), **(ε) αναλογική έκπτωση στις δαπάνες επιχειρήσεων και εργαζομένων για ηλεκτρικά οχήματα** ή ό,τι σχετίζεται με την ηλεκτροκίνηση. **(στ) Η απόσβεση της φορολογίας** στα EV (άρθ. 8), όπως αυτές αναφέρονται σε ακόλουθο πίνακα, **(ζ) εξαίρεση αγοράς EV** από τα ετήσια έξοδα και για την απόκτηση περιουσιακών στοιχείων, μεταξύ των άλλων, (άρθ. 9) και **(η) ειδικά κίνητρα σε επιχειρήσεις σχετικές με EV** στην ΠΕ Αρκαδίας Πελοποννήσου και στη Δυτική Μακεδονία, με περαιτέρω φορο-ελαφρύνσεις για τα πρώτα πέντε (5) κερδοφόρα φορολογικά έτη των εν

λ  
ό  
γ  
ω

ε  
π  
ι  
χ  
ε

<sup>15</sup> Dimosnet. N. 4710-20 (ΦΕΚ 142-23.07.2020 τεύχος Α'). ΔήμοςNet [Internet]. dimosnet.gr. 2020. Available from: [https://dimosnet.gr/blog/law\\_category/n-4710-20\\_fek\\_142-23-07-2020\\_teyxos\\_a/](https://dimosnet.gr/blog/law_category/n-4710-20_fek_142-23-07-2020_teyxos_a/)

<sup>16</sup> E-nomothesia.gr. Δημοσιεύθηκε σε ΦΕΚ ο Νόμος 4710/2020 για την Προώθηση της ηλεκτροκίνησης [Internet]. E-nomothesia.gr. Τράπεζα Πληροφοριών Νομοθεσίας. 2020. Available from: <https://www.e-nomothesia.gr/lawnews/demosieutheke-phek-nomos-4710-2020.html>

ε  
ω  
ν

τ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

Η ποιότητα του αέρα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι δύο σχετικά αλλά ξεχωριστά μεταξύ τους περιβαλλοντικά ζητήματα, παρόλα αυτά συνδέονται λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που συμβάλλουν συγχρόνως και στα δύο προβλήματα [66] [74].

Η ποιότητα του αέρα αναφέρεται στην παρουσία ρύπων και άλλων επιβλαβών ουσιών στον αέρα που αναπνέουμε, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και στο φυσικό περιβάλλον.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, από την άλλη πλευρά, αναφέρεται στη διαδικασία με την οποία ορισμένα αέρια στην ατμόσφαιρα παγιδεύουν τη θερμότητα από τον ήλιο και θερμαίνουν την επιφάνεια της Γης.

Το νέφος ή αιθαλομίχλη, είναι η μορφή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εμφανίζεται όταν ορισμένα αέρια και ρύποι, αντιδρούν με το ηλιακό φως. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό ενός θολού, συχνά καφέ-γκρι στρώματος ρύπανσης στην ατμόσφαιρα, ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές με υψηλά επίπεδα κυκλοφορίας και βιομηχανικής δραστηριότητας.

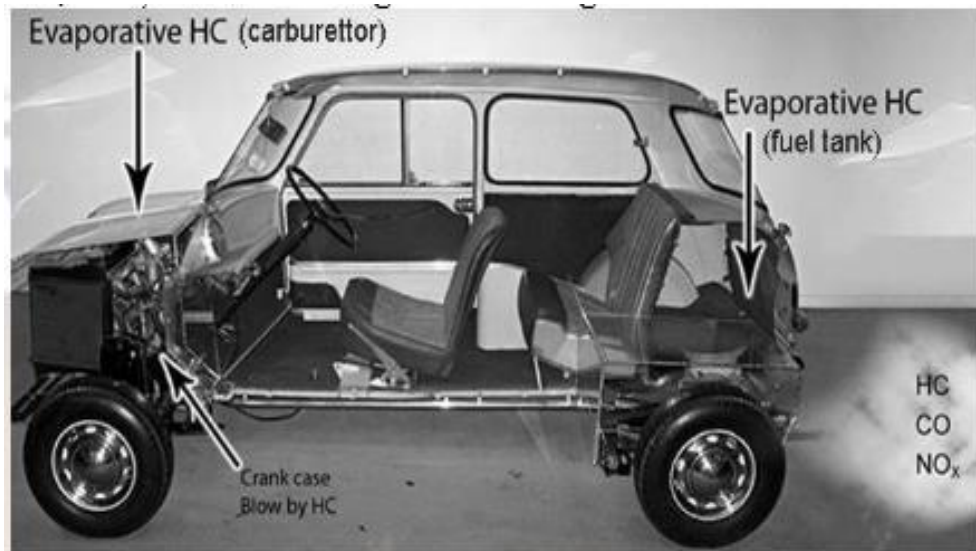
Η βελτίωση της ποιότητας του αέρα δεν αρκεί από μόνη της για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Είναι απαραίτητο να μειώθουν ταυτόχρονα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με στόχο την μετάβαση σε ένα πιο καθαρό, βιώσιμο ενεργειακό σύστημα.[74]

### **5.1. Ρύπανση του περιβάλλοντος από βενζινοκίνητα και ηλεκτροκίνητα οχήματα**

Παγκοσμίως, το 25% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από τις μετακινήσεις οχημάτων. Τις τελευταίες δεκαετίες, η έγνοια ως προς την υπερθέρμανση της γης και την ατμοσφαιρική ρύπανση έχουν αυξηθεί λόγω της υπερβολικής χρήσης ορυκτών καυσίμων. Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases - GHG) πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα για την ανθρωπότητα [124].

Η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται για το 20 % των θανάτων παγκοσμίως. Όταν η βενζίνη καίγεται σε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης, απελευθερώνει μια ποικιλία ρύπων στην ατμόσφαιρα, όπως: **(α) Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):** άχρωμο, άοσμο αέριο που μπορεί να προκαλέσει πονοκεφάλους, ζάλη, ναυτία, ακόμη και θάνατο σε υψηλές συγκεντρώσεις, **(β) Οξείδια του αζώτου (NOx):** ομάδα αερίων που συμβάλλουν στην αιθαλομίχλη και την όξινη βροχή και μπορούν επίσης να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα, **(γ) Σωματίδια (PM –** αυτά με διάμετρο < 2,5 μm, μπορούν να παγιδευτούν στους πνεύμονες και να προκαλέσουν αναπνευστικά ή καρδιακά προβλήματα, ακόμη και εγκεφαλικό αλλά και καρκίνο του πνεύμονα, εισχωρώντας και στο αίμα. Ο άνθρωπος επιτρέπεται να αναπνεύσει μέχρι 25 μg/m<sup>3</sup> από τα διάμετρο < 10 μm. Τα πιο ογκώδη σωματίδια > 10μm, όπως είναι η σκόνη δεν θεωρούνται τόσο επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου αφού δεσμεύονται στην αρχή της αναπνευστικής οδού και δύσκολα εισχωρούν βαθιά στους πνεύμονες, **(δ) Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs –**

χημικές ουσίες, σε αέρια μορφή, που μπορούν να αντιδράσουν με το ηλιακό φως και να σχηματίσουν όζον. Μερικά είναι επιβλαβή από μόνα τους, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων που προκαλούν καρκίνο, αλλά και να αντιδράσουν με άλλα αέρια, σχηματίζοντας άλλους ατμοσφαιρικούς ρύπους αφού βρεθούν στον αέρα [125].



**Εικόνα 36: Οι εκπομπές του κινητήρα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, όπως εκπομπές καυσαερίων, εκπομπές αναθυμιάσεων και εκπομπές στροφάλου .**

Όλοι αυτοί οι ρύποι συμβάλλουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση, με σοβαρές συνέπειες στην υγεία, ειδικά για ευάλωτους πληθυσμούς όπως τα παιδιά, τους ηλικιωμένους και τα ευαίσθητα άτομα ως προς την κατάσταση του αναπνευστικού τους συστήματος.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, όπως έχει προαναφερθεί, έχει συνδεθεί με την κλιματική αλλαγή, καθώς ορισμένοι ρύποι συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στη θέρμανση του πλανήτη, σχηματίζοντας την αιθαλομίχλη. Αυτή συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου παγιδεύοντας θερμότητα στην ατμόσφαιρα, καθώς απορροφά την εγκλωβισμένη ηλιακή ακτινοβολία που διαπέρασε τους ρύπους, οι οποίοι την απελευθερώνουν ως θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Αυτό μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία καταστρέφει το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Επιπλέον, ορισμένοι από τους ρύπους που συμβάλλουν στην αιθαλομίχλη, είναι αέρια του θερμοκηπίου. [126].

## **5.2. Φαινόμενο του Θερμοκηπίου**

Η ατμόσφαιρα της γης είναι ένα λεπτό στρώμα αερίων που περιβάλλει τον πλανήτη που είναι ζωτικής σημασίας για τη ζωή στη Γη, καθώς ρυθμίζει τη θερμοκρασία της επιφάνειάς της και

συγκρατεί οξυγόνο και νερό, και τα δύο απαραίτητα για τη ζωή. Τα πέντε στρώματα της ατμόσφαιρας σε σχέση με το ανώτερο υψόμετρο προς το κατώτερο: **(α) εξώσφαιρα, (β) θερμόσφαιρα, (γ) μεσόσφαιρα, (δ) στρατόσφαιρα και (ε) τροπόσφαιρα.** Η θερμοκρασία τους κυμαίνεται από -80 έως +30 °C. Το στρώμα του όζοντος (O<sub>3</sub>) βρίσκεται μεταξύ 25 και 35 km από την επιφάνεια της γης. Η τροπόσφαιρα, πάνω από την οποία βρίσκεται το στρώμα όζοντος, περιέχει περίπου το 80% της συνολικής μάζας της ατμόσφαιρας και την πλειονότητα των υδρατμών. Χωρίζεται στην ελεύθερη τροπόσφαιρα και στο πλανητικό οριακό στρώμα (Planetary Boundary Layer PBL), που προσδιορίζεται περίπου στο πρώτο χιλιόμετρο της επιφάνειας της γης - ουρανού, και είναι ένα σημαντικό τμήμα της ατμόσφαιρας, καθώς περιέχει τον αέρα που αναπνέουμε [127].

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ως φυσικό φαινόμενο συμβάλει στην θέρμανση της γης από ατμοσφαιρικά αέρια που παγιδεύουν θερμότητα από τον ήλιο, η οποία διαφορετικά θα διέφευγε στο διάστημα. Η ηλιακή ενέργεια καθιστά τη Γη κατοικήσιμη, αλλά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απορρόφησής και απεικόνισης της, το 30% από την ακτινοβολία του επιστρέφει πίσω στο διάστημα, ενώ το 70% απορροφάται από τη γη, τους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα, θέρμανση τον πλανήτη. Η περισσότερη από αυτή τη θερμότητα, περίπου 90%, απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, και επαναδιανέμεται πίσω στη Γη, προκαλώντας περαιτέρω θέρμανση. [128].

**Εικόνα 37: Τα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας με το στρώμα όζοντος ανάμεσα στην**

τ  
ρ  
ο

Χωρίς τα φυσικά αέρια του θερμοκηπίου, θα επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες στη γη που θα δυσχεραίναν τη ζωή στη γη. Για περισσότερα από 800.000 χρόνια, η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου ήταν 200 - 280 μέρη ανά εκατομμύριο μόρια αέρα (ppm). Από τον περασμένο αιώνα, αυτή η συγκέντρωση έχει αυξηθεί. Το 2013, λόγω δραστηριοτήτων όπως η, με κάθε τρόπο, καύση ορυκτών καυσίμων και η σύγχρονη αποψίλωση των δασών, το CO<sub>2</sub> στην

κ  
α  
ι

τ  
η

<sup>17</sup> Borduas N, Donahue NM. Chapter 3.1 - The Natural Atmosphere [Internet]. Török B, Dransfield T, editors. ScienceDirect. Elsevier; 2018. p. 131–50. DOI: 10.1016/B978-0-12-809270-5.00006-6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128092705000066>

α  
τ  
ό  
σ  
φ  
α

ατμόσφαιρα της γης ξεπέρασε για πρώτη φορά, τα 400 ppm, ενώ τον Μάιο του 2022 έφτασε τα 420 ppm, 50% υψηλότερα προ βιομηχανικής επανάστασης [129].

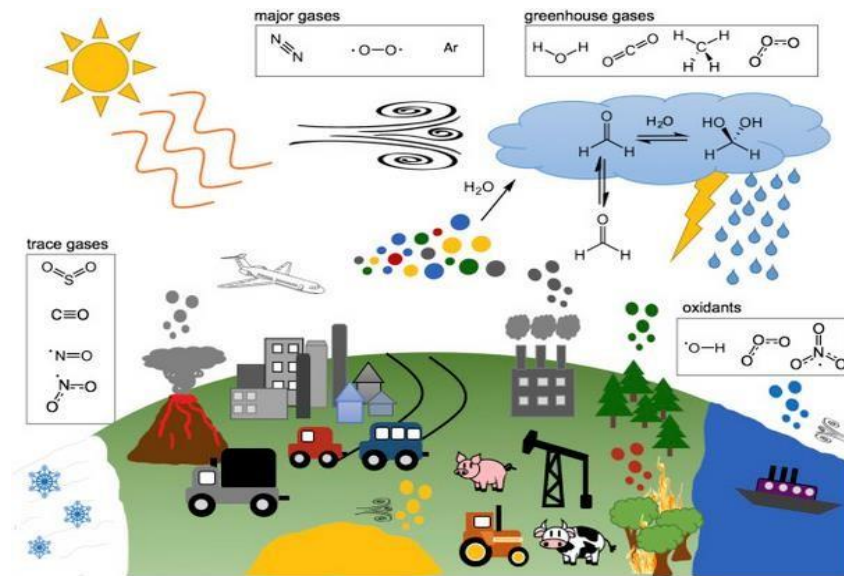
**Εικόνα 38: Το φαινόμενο του Θερμοκηπίου σε φυσιολογικά επίπεδα αερίων (αριστερά) και σε**

υ  
π  
ε  
Αυτές οι υψηλότερες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου, πέρα από τα όρια ανοχής της  
φύσης, παγιδεύουν περίσσεια θερμότητας και ανεβάζουν τη θερμοκρασία της γης [130]. Κατά  
β  
τη βιομηχανική εποχή, και λόγω της υψηλής ζήτησης, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας  
ί  
αυξήθηκε κατά 50%, στις αρχές του 2000 με μια παγκόσμια εκτίμηση, επίσης, της αύξησης των  
υ  
εκπομπών CO<sub>2</sub>, από ορυκτά καύσιμα, σε περίπου 25.000 τόνους το 2002. Η παγκόσμια ζήτηση  
τ  
ενέργειας έχει αυξηθεί και αναμένεται να κλιμακωθεί σε άνω του 67% έως το 2030 [131]

ε  
**Εικόνα 39: Τα διάφορα αέρια, και οι πηγές τους που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου**

ί  
π  
ε  
δ  
**Εικόνα 40: Από την περίσσεια εκπομπής CO<sub>2</sub> μέχρι την κλιματική αλλαγή**

τ  
ο  
υ  
φ  
υ  
σ  
ι  
ο  
λ  
ο  
γ  
18 U.S. Energy Information Administration. Greenhouse gases - U.S. Energy Information Administration (EIA)  
[Internet]. Eia.gov. 2016. Available from: <https://www.eia.gov/energyexplained/energy-and-theenvironment/greenhouse-gases.php>



**Εικόνα 41: Διάφορες πηγές αερίων του θερμοκηπίου που επιρρεάζουν τη σύνθεση και τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας [131]**

Τα κύρια αέρια που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική απορρόφηση είναι το H<sub>2</sub>O, το CO<sub>2</sub>, το οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένων των ωκεανών (θαλασσινά σταγονίδια), της ερήμου, των πόλεων, των αγροτικών περιοχών (με φυτική και ζωική παραγωγή), της καλυμμένης γης με πάγο, τα δάση και τις δασικές πυρκαγιές αλλά και τα ηφαίστεια, μα κυρίως στα ανθρωπογενώς παραγόμενα (βιομηχανία, μετακινήσεις, παραγωγή ενέργειας).

Τα σημαντικότερα αέρια θερμοκηπίου, λόγω ποσότητας, κυρίως: **(α) το οξείδιο του αζώτου αέρια:**, [δ1] Υπερφθοράνθρακες (PFCs), [δ2] Τριφθοριούχο άζωτο (NF<sub>3</sub>) [δ3] Υδροφθοράνθρακες (HFC) και [δ4] Εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>). Άλλα αέρια του θερμοκηπίου, που δεν υπολογίζονται στους διεθνείς καταλόγους αερίων θερμοκηπίου ή και των ΗΠΑ, είναι οι υδρατμοί και το όζον [132].

### **5.3. Προτεινόμενα μέτρα**

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, η αρχική καταστροφή του στρώματος του όζοντος, η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή, αποτελούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που χρήζουν της προσοχής της επιστημονικής κοινότητας, καθιστώντας επείγουσα τη μείωση των εκπομπών

η προσρόφηση, η απορρόφηση και ο διαχωρισμός μεμβράνης έχουν προταθεί και δοκιμαστεί για τη δέσμευση CO<sub>2</sub>, παρόλα αυτά, οι εν λόγω μέθοδοι χαρακτηρίζονται ως ενεργοβόρες και κοστοβόρες για κάποιες χώρες. Διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η παραγωγή τσιμέντου και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και ο τομέας των μεταφορών, αποτελούν τους κύριους παράγοντες που συμβάλλουν στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η καύση ορυκτών καυσίμων (π.χ. άνθρακας) κατά την παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να συνεχιστεί με τον μηχανισμό δέσμευσης CO<sub>2</sub> στις υπάρχουσες μονάδες παραγωγής ενέργειας. Για την περίσσεια άνθρακα, από τη μελέτη των Yogo και Daramola (2020) [131], προτείνεται η αντιμετώπιση του παραγόμενου από τις ανθρωπογενείς πηγές, με τη χρήση μεθόδου δέσμευσης, αποθήκευσης και χρήσης άνθρακα (CCSU). Η εν λόγω μέθοδος, αποτελεί την καταλληλότερη προληπτική επιλογή για την αντιμετώπιση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. από μεγάλες σταθερές σημειακές πηγές (π.χ. σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα ή αέριο) και την απόθεσή του σε ασφαλή τοποθεσία αποθήκευσης, χωρίς να έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα [133].

**Πίνακας 3: Κύριες πηγές εκπομπής CO<sub>2</sub> και μέθοδοι πρόληψης**

Οι κύριες πηγές εκπομπής CO <sub>2</sub> και οι μέθοδοι πρόληψής τους			
A/A	Πηγές	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (δισεκατομμύρια Mt)	Προτεινόμενος τρόπος πρόληψης
<b>Ανθρωπογενείς Πηγές</b>			
1	Μηχανές καύσης ορυκτών καυσίμων	392	CCSU*
2	Τσιμεντοβιομηχανία	113	CCSU
3	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα)	279	CCSU και ενσωμάτωση στο εργοστάσιο μεθανόλης
4	Μετακινήσεις	191	Ανάμιξη καυσίμου με βιοκαύσιμα
5	Βιομηχανία	178	CCSU
6	Χρήσεις Γης	13	Αλλαγή χρήσεις γης
<b>Φυσικές Πηγές</b>			
7	Αναπνοή φυτών, ζώων και ανθρώπων	7	
8	Ανταλλαγή αερίων μεταξύ ωκεανού-ατμόσφαιρας	7	
9	Αναπνοή και αποσύνθεση του εδάφους	1,54	
10	Ηφαιστειακές εκρήξεις	0,15	
*Δέσμευση, αποθήκευση και χρήση άνθρακα (CCSU) ως η καταλληλότερη προληπτική επιλογή για την εκπομπή CO <sub>2</sub> . carbon capture, storage, and utilization (CCSU)			



Για τη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης από τα βενζινοκίνητα οχήματα, μπορούν να ληφθούν διάφορα μέτρα, όπως η ενθάρρυνση του κόσμου, γενικά, να χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής μεταφοράς, το βάδισμα ή το ποδήλατο αντί για την οδήγηση, η αύξηση των προτύπων απόδοσης καυσίμου αλλά και η προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων. Επιπλέον, μπορούν να τεθούν σε ισχύ κανονισμοί, όπως πρότυπα εκπομπών και επιθεωρήσεις για να διασφαλιστεί ότι τα βενζινοκίνητα οχήματα λειτουργούν όσο το δυνατόν «καθαρότερα». Για να ενισχύσουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, πολλές χώρες θα πρέπει να ηλεκτροδοτήσουν τα συστήματα μεταφορών τους στα μελλοντικά τους σχέδια για έξυπνες πόλεις, έτσι ώστε ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων (EV) που κυκλοφορούν σε μια πόλη να αυξηθεί σημαντικά

Αν και η έννοια της ηλεκτροκίνησης μεταφορών έχει τεράστιες προοπτικές για την αντιμετώπιση του παγκόσμιου προβλήματος της περιβαλλοντικής ρύπανσης, η χρήση των επαναφορτιζόμενων ηλεκτρικών οχημάτων (PEV) στην αγορά είναι σχετικά χαμηλή. Οι ανησυχίες των καταναλωτών σχετικά με την περιορισμένη διαθεσιμότητα εγκαταστάσεων φόρτισης και την χρονοβόρα φόρτιση, όπως προαναφέρθηκαν, αποτελούν σημαντικούς ανασταλτικούς παράγοντες στο να αγοράσουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Πρόβλημα αποτελεί και η πιθανότητα υπερφόρτωσης του δικτύου (οχημάτων και οικιών) κατά τις ώρες αιχμής, γεγονός που σημαίνει ότι απαιτείται μια κατάλληλη στρατηγική σχεδιασμού κατανομής των σταθμών, με την εύρεση τεχνολογίας ελάχιστου χρόνου φόρτισης ή και με πολιτική χρέωσης τέτοια που ίσως να συντελέσουν ανεξάρτητα ή και συγχρόνως, μεταξύ τους, στην αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών. Πρέπει να αναπτυχθεί υποδομή φόρτιση με στρατηγικό σχέδιο ώστε αυτή να είναι ευρέως διαθέσιμη και εύκολα προσβάσιμη στους καταναλωτές [136].

Ένα μαθηματικό μοντέλο εύρεσης των βέλτιστων τοποθεσιών των σταθμών φόρτισης EV που θα λαμβάνει υπόψη του διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες αλλά και την ακτίνα εξυπηρέτησης των σταθμών φόρτισης EV, θα μπορούσε να αναπτύξει το βέλτιστο μέγεθος του κατάλληλου δικτύου των σταθμών φόρτισης EV με την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους [137].

Επίσης, θα πρέπει να αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες μπαταριών που θα έχουν μεγαλύτερη απόδοση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, ενώ παράλληλα θα μειώνουν το κόστος και το βάρος τους. Επιπλέον, πρέπει να εξεταστούν και να αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες φόρτισης, όπως οι ασύρματοι φορτιστές, που θα μπορούσαν να καταστήσουν πιο εύκολη και βολική τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η πολιτική στήριξη και οι θέσπιση κανονισμών, είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης. Πρέπει να υπάρχουν κίνητρα για τους καταναλωτές και τους κατασκευαστές, ώστε να επιταχυνθεί η σταδιακή και δυναμική μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση, που μπορούν να περιλαμβάνουν: **(α) Οικονομικές απολαβές:** άμεσες (επιδοτήσεις) ή έμμεσες (επιστροφές φόρου) για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων, ενοικιάσεις μπαταριών και φόρτισης, φθηνότερο κόστος φόρτισης, κ.λπ., **(β) Οικολογικά οφέλη:** όπως χαμηλές εκπομπές και ανώτερη απόδοση στις περιοχές με περιορισμούς εκπομπών, **(γ) Κίνητρα δημιουργίας υποδομής φόρτισης:** Επιδοτήσεις για την ανάπτυξη της υποδομής φόρτισης, πρόσβαση σε περισσότερους σταθμούς φόρτισης και αυξημένη προσφορά υπηρεσιών φόρτισης, **(δ) Εκπαίδευση και ενημέρωση:** Εκστρατείες ενημέρωσης και εκπαίδευσης για τα οφέλη της ηλεκτροκίνησης και τις διαφορετικές τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες. Αυτά τα κίνητρα μπορούν να επηρεάσουν τις αποφάσεις αγοράς των καταναλωτών και να επιταχύνουν την ηλεκτροκίνηση. Κάποια από αυτά τα κίνητρα μπορεί να περιλαμβάνουν επιδοτήσεις για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων, φοροαπαλλαγές ή μειώσεις στο κόστος φόρου κυκλοφορίας για ηλεκτρικά οχήματα, προνομιακή χρήση λωρίδων στις κεντρικές οδούς και απαλλαγή από διόδια στους αυτοκινητόδρομους. Επιπλέον, οι κατασκευαστές αυτοκινήτων μπορούν να προσφέρουν ειδικές προσφορές για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων, όπως χαμηλότερα επιτόκια για δάνεια και ενοικιάσεις. Με τα κατάλληλα κίνητρα και μέτρα, η ηλεκτροκίνηση μπορεί να γίνει πιο προσιτή και προσιτή σε περισσότερους καταναλωτές [138].

Για την προώθηση της ηλεκτρικής κινητικότητας στους ελληνικούς Δήμους, είναι απαραίτητη η συνεργασία της κυβέρνησης, του ιδιωτικού τομέα και των σχετικών ενδιαφερομένων. Επενδύσεις στην υποδομή φόρτισης, οι υποστηρικτικές πολιτικές και τα κίνητρα για την υιοθέτηση EV θα είναι βασικές για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δικτύου φόρτισης που ενθαρρύνει την ευρεία χρήση ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα [139].

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Liu Z, Wen F, Ledwich G. Optimal Planning of Electric-Vehicle Charging Stations in Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2013;28(1):102–10. DOI: 10.1109/TPWRD.2012.2223489.
2. Alessandro Volta, 1745–1827. *Late Eighteenth Century European Scientists* [Internet]. 1966;140a:127–42. DOI: 10.1016/B978-1-4832-1343-9.50010-0.
3. Blondel, C. and Benseghir, A. The key role of Oersted’s and Ampère’s 1820 electromagnetic experiments in the construction of the concept of electric current. *American Journal of Physics*. 2017;85(5):369–80. DOI: 10.1119/1.4973423.
4. Doppelbauer, M. *The invention of the electric motor 1800-1854* [Internet]. Wwww.sze.hu. Martin Doppelbauer; 2014.
5. Guarnieri, M. Looking back to electric cars [Internet]. *IEEE Xplore*. 2012. 1–6. DOI: 10.1109/HISTELCON.2012.6487583.
6. Jaiswal D, Kaushal V, Kant R, Kumar Singh P. Consumer adoption intention for electric vehicles: Insights and evidence from Indian sustainable transportation. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021;173:121089. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121089.
7. Aijaz I, Ahmad A. Electric Vehicles for Environmental Sustainability. In: *Smart Technologies for Energy and Environmental Sustainability*. 2021. 131–45. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80702-3\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80702-3_8) (02.05.23).

8. Cuenca RM, Gaines LL, Vyas AD. Evaluation of electric vehicle production and operating costs [Internet]. *U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information*. www.osti.gov. 2000. DOI: 10.2172/764206.
9. Propfe B, Redelbach M, Santini D, Friedrich H. Cost analysis of Plug-in Hybrid Electric Vehicles including Maintenance & Repair Costs and Resale Values. *World Electric Vehicle Journal*. 2012;5(4):886–95. DOI: 10.3390/wevj5040886.
10. Kabli M, Quddus MA, Nurre SG, Marufuzzaman M, Usher JM. A stochastic programming approach for electric vehicle charging station expansion plans. *International Journal of Production Economics*. 2020;220:107461. DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.07.034.
11. Husain I, Ozpineci B, Islam MS, Gurpinar E, Su GJ, Yu W, *et al.* Electric Drive Technology Trends, Challenges, and Opportunities for Future Electric Vehicles. *Proceedings of the IEEE*. 2021;109(6):1039–59. DOI: 10.1109/JPROC.2020.3046112.
12. Richardson DB. Electric vehicles and the electric grid: A review of modelling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [Internet]. 2013;19:247–54. DOI: 10.1016/j.rser.2012.11.042.
13. Jin C, Sheng X, Ghosh P. Optimized Electric Vehicle Charging with Intermittent Renewable Energy Sources. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*. 2014;8(6):1063–72. DOI: 10.1109/JSTSP.2014.2336624.
14. Van Mierlo J, Bercibar M, El Baghdadi M, De Cauwer C, Messagie M, Coosemans T, *et al.* Beyond the State of the Art of Electric Vehicles: A Fact-Based Paper of the Current and Prospective Electric Vehicle Technologies. *World Electric Vehicle Journal*. 2021;12(1):20. DOI: 10.3390/wevj12010020.
15. Daffron, J.A., Greenslade TB. A Nontoxic Barlow’s Wheel. *The Physics Teacher*. 2015;53(1):42–3 DOI: 10.1119/1.4904243.
16. Doppelbauer, M. *Institute - History - Jacobi’s first real electric motor* [Internet]. www.eti.kit.edu. 2018.
17. HÖLSCHER, L. Utopie. *Utopian Studies* [Internet]. 1996;7(2):1–65.
18. Morus, I.R. Different experimental lives: Michael Faraday and William sturgeon. *Hist Sci* [Internet]. 1992;30(1):1–28.

19. Fleming, J.A. William Sturgeon and the Centenary of the Electromagnet. *Journal of the Royal Society of Arts [Internet]*. 1925;73(3787):689–710.
20. Wicks, F. The Blacksmith's Motor. *Mechanical Engineering*. 1999;121(07):66–9. DOI:10.1115/1.1999.
21. Muzik, V., Vajnar, V., Vostracky, Z. The e-mobility analysis with respect to the transmission and distribution grid and its effects on stability of power delivery [Internet]. *IEEE Xplore*. 2018. 1–6. DOI: 10.1109/SCSP.2018.8402672.
22. Tong, W. Mechanical Design and Manufacturing of Electric Motors [Internet]. *Google Books*. CRC Press; 2022.
23. Neidhofer, G. "Early three-phase power [History]," in *IEEE Power and Energy Magazine*, vol. 5(5),88-100. 2007; DOI: 10.1109/MPE.2007.904752
24. Covic, G.A., Boys, J.T., Kissin, M.L.G. and Lu, H.G. "A Three-Phase Inductive Power Transfer System for Roadway-Powered Vehicles," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. Vol. 54(6).3370-3378. 2007; DOI: 10.1109/TIE.2007.904025.
25. Yang, R., Schofield, N., Zhao, N. and Emadi, A. Dual three-phase permanent magnet synchronous machine investigation for battery electric vehicle power-trains. *The Journal of Engineering*. 2019;2019(17):3981–5. DOI: 10.1049/joe.2018.8178.
26. Duncan, J. Any Colour - So Long as It's Black: Designing the Model T Ford, 1906-1908 [Internet]. *Google Books*. Exisle Publishing; 2011.
27. Brooke, L. Ford Model T: The Car That Put the World on Wheels [Internet]. *Google Books*. Motorbooks; 2008.
28. Høyer, K.G. The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utilities Policy*. 2008;16(2):63–71. DOI: 10.1016/j.jup.2007.11.001.
29. de Santiago, J. *et al.*, "Electrical Motor Drivelines in Commercial All-Electric Vehicles: A Review," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 61(2). pp. 475-484, 2012; DOI: 10.1109/TVT.2011.2177873.
30. Chan, H.L. "A new battery model for use with battery energy storage systems and electric vehicles power systems," 2000 *IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. Conference Proceedings (Cat. No.00CH37077)*, Singapore, 2000, pp. 470-475. Vol.1. DOI: 10.1109/PESW.2000.850009.

31. Shafiei, M. and Ghasemi-Marzbali, A. Fast-charging station for electric vehicles, challenges and issues: A comprehensive review. *Journal of Energy Storage*. 2022;49:104136. DOI: 10.1016/j.est.2022.104136.
32. Pistoia, G. Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market [Internet]. *Google Books*. Elsevier; 2010.
33. Ehsani, M., Rahman K. M. and Toliyat, H. A. "Propulsion system design of electric and hybrid vehicles," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. Vol. 44(1). pp. 19-27. 1997; DOI: 10.1109/41.557495.
34. Statista. Number of cars in U.S. Statista [Internet]. *Statista*; 2023.
35. Petit, S. World Vehicle Population Rose 4.6% in 2016 [Internet]. *Wards Intelligence*. 2016.
36. Rajper SZ, Albrecht J. Prospects of Electric Vehicles in the Developing Countries: A Literature Review. *Sustainability*. 2020;12(5):1906. DOI: 10.3390/su12051906.
37. Roser M. Future Population Growth [Internet]. Two centuries of rapid global population growth will come to an end. *Our World in Data*. 2014.
38. *United Nations. World Population Prospects - Population Division - United Nations* [Internet]. population.un.org. 2019.
39. Kempton W, Letendre SE. Electric vehicles as a new power source for electric utilities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 1997;2(3):157–75. DOI: 10.1016/S1361-9209(97)00001-1.
40. Tomšić Ž, Raos S, Rajšl I, Ilak P. Role of Electric Vehicles in Transition to Low Carbon Power System—Case Study Croatia. *Energies*. 2020;13(24):6516. DOI: 10.3390/en13246516.
41. Sortomme E, Hindi MM, MacPherson SDJ, Venkata SS. Coordinated Charging of Plug-In Hybrid Electric Vehicles to Minimize Distribution System Losses. *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2011;2(1):198–205. DOI: 10.1109/TSG.2010.2090913.
42. Lam AYS, Yiu-Wing Leung, Xiaowen Chu. Electric Vehicle Charging Station Placement: Formulation, Complexity, and Solutions. *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2014;5(6):2846–56. DOI: 10.1109/TSG.2014.2344684.
43. Luo L, Gu W, Zhou S, Huang H, Gao S, Han J, et al. Optimal planning of electric vehicle charging stations comprising multi-types of charging facilities. *Applied Energy*. 2018;226:1087–99. DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.06.014.

44. Liu Z, Wen F, Ledwich G. Optimal Planning of Electric-Vehicle Charging Stations in Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2013;28(1):102–10. DOI: 10.1109/TPWRD.2012.2223489.
45. Narasipuram R.P. and Mopidevi S. A technological overview & design considerations for developing electric vehicle charging stations. *Journal of Energy Storage*. 2021;43:103225. DOI: 10.1016/j.est.2021.103225.
46. Kumar D, Nema RK, Gupta S. A comparative review on power conversion topologies and energy storage system for electric vehicles. *International Journal of Energy Research*. 2020;44(10):7863–85. DOI: 10.1002/er.5353.
47. Torreglosa JP, Garcia-Triviño P, Vera D, López-García DA. Analyzing the Improvements of Energy Management Systems for Hybrid Electric Vehicles Using a Systematic Literature Review: How Far Are These Controls from Rule-Based Controls Used in Commercial Vehicles? *Applied Sciences*. 2020;10(23):8744. 4; DOI: 10.3390/app10238744
48. Mashadi B, Emadi SAM. Dual-Mode Power-Split Transmission for Hybrid Electric Vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2010;59(7):3223–32. DOI: 10.1109/TVT.2010.2049870.
49. Singh KV, Bansal HO, Singh D. A comprehensive review on hybrid electric vehicles: architectures and components. *Journal of Modern Transportation*. 2019;27(2):77–107.
50. Wu G, Zhang X, Dong Z. Powertrain architectures of electrified vehicles: Review, classification and comparison. *Journal of the Franklin Institute* [Internet]. 2015;352(2):425–48. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2014.04.018.
51. Chehaly ME, Saadeh O, Martinez C, Joos G. Advantages and applications of vehicle to grid mode of operation in plug-in hybrid electric vehicles [Internet]. *IEEE Xplore*. 2009. p. 1–6. DOI: 10.1109/EPEC.2009.5420958.
52. Heywood JB. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Second Edition [Internet]. www.accessengineeringlibrary.com. *McGraw-Hill Education*; 2018.
53. Cikanek SR, Bailey KE. Regenerative braking system for a hybrid electric vehicle. *IEEE Xplore* [Internet]. 2002;4:3129–34. DOI: 10.1109/ACC.2002.1025270.
54. Aboushaqrah NNM, Onat NC, Kucukvar M, Jabbar R. Life Cycle Sustainability Assessment of Sport Utility Vehicles: The Case for Qatar. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. p. 279–87.

55. Di Somma M, Ciabattoni L, Comodi G, Graditi G. Managing plug-in electric vehicles in eco-environmental operation optimization of local multi-energy systems. *Sustainable Energy, Grids and Networks*. 2020;23:100376. DOI: 10.1016/j.segan.2020.100376.
56. Qiuming Gong, Yaoyu Li, Zhong-Ren Peng. Trip-Based Optimal Power Management of Plug-in Hybrid Electric Vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2008;57(6):3393–401. DOI: 10.1109/TVT.2008.921622.
57. Murray J, Dey C. The carbon neutral free for all. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 2009;3(2):237–48. DOI: 10.1016/j.ijggc.2008.07.004.
58. Gössling S, Broderick J, Upham P, Ceron JP, Dubois G, Peeters P, *et al.* Voluntary Carbon Offsetting Schemes for Aviation: Efficiency, Credibility and Sustainable Tourism. *Journal of Sustainable Tourism*. 2007;15(3):223–48. DOI: 10.2167/jost758.0.
59. Becken S, Mackey B. What role for offsetting aviation greenhouse gas emissions in a deep-cut carbon world? *Journal of Air Transport Management* [Internet]. 2017;63:71–83. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2017.05.009.
60. Okedu KE, Tahour A, Aissaoui AG. Wind Solar Hybrid Renewable Energy System [Internet]. *Google Books*. BoD – Books on Demand; 2020.
61. Prindle B, Eldridge M, Eckhardt M, Frederick A. The Twin Pillars of Sustainable Energy: Synergies between Energy Efficiency and Renewable Energy Technology and Policy. *American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE)*. [Internet]. 2007.
62. Burke MJ, Stephens JC. Political power and renewable energy futures: A critical review. *Energy Research & Social Science* [Internet]. 2018;35:78–93. DOI: 10.1016/j.erss.2017.10.018.
63. Van Kooten GC, Johnston CMT. The Economics of Forest Carbon Offsets. *Annual Review of Resource Economics*. 2016;8(1):227–46.
64. Villoria-Sáez P, Tam VWY, Río Merino M del, Viñas Arrebola C, Wang X. Effectiveness of greenhouse-gas Emission Trading Schemes implementation: a review on legislations. *Journal of Cleaner Production*. 2016;127:49–58. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.148.
66. Porras IM. The Rio Declaration: A New Basis for International Co-operation. *Review of European, Comparative & International Environmental Law* [Internet]. 1992;1:245.
67. Vohra K, Vodonos A, Schwartz J, Marais EA, Sulprizio MP, Mickley LJ. Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion:



Results from GEOS-Chem. *Environmental Research*. 2021;195(110754):110754. DOI:10.1016/j.envres.2021.110754.

68. Tvinnereim E. The bears are right: Why cap-and-trade yields greater emission reductions than expected, and what that means for climate policy. *Climatic Change*. 2014 5;127(34):447–61.
69. Ward B, Hicks N. What is the polluter pays principle? [Internet]. *Grantham Research Institute on climate change and the environment*. 2022.
70. Christoforidis GC, Panapakidis IP, Papagiannis GK, Papadopoulos TA, Koumparou I, Hatzipanayi M, et al. Investigating net-metering variant policies: The case of Greece [Internet]. *IEEE Xplore*. 2015. p. 2023–8. DOI: 10.1109/EEEIC.2015.7165486.
71. Zahar A. *The Polluter Pays Principle and its Ascendancy in Climate Change Law* [Internet]. papers.ssrn.com. Rochester, NY; 2019.
72. Felix Pinto-Bazurco J. International Institute for Sustainable Development Photo: NASA (CC0 1.0) STILL ONLY ONE EARTH: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy. *How to Enforce the Polluter-Pays Principle* [Internet]. 2022.
73. Gillenwater M. Redefining RECs—Part 1: Untangling attributes and offsets. *Energy Policy*. 2008;36(6):2109–19. DOI:10.1016/j.enpol.2008.02.036. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421508000803> (07.05.23).
74. Carley S, Browne TR. Innovative US energy policy: a review of states' policy experiences. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*. 2012;2(5):488–506. DOI:10.1002/wene.58. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wene.58> (07.05.23).
75. Kalair A, Abas N, Saleem MS, Kalair AR, Khan N. Role of energy storage systems in energy transition from fossil fuels to renewables. *Energy Storage*. 2020;3(1). DOI: 10.1002/est2.135.
76. Solomon BD, Krishna K. The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy*. 2011;39(11):7422–31. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.09.009. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421511006987> (07.05.23).
77. Markard J. The next phase of the energy transition and its implications for research and policy. *Nature Energy* [Internet]. 2018 May 28;3(8):628–33.
78. Musgrove PJ. Wind energy conversion: Recent progress and future prospects. *Solar & Wind Technology*. 1987 Jan;4(1):37–49. DOI: 10.1016/0741-983X(87)90006-3.

79. Jayadev J. Harnessing the wind. *IEEE Spectrum*. 1995;32(11):78–83. DOI: 10.1109/6.469326.
80. Amano RS. Review of Wind Turbine Research in 21st Century. *Journal of Energy Resources Technology*. 2017;139(5). DOI: 10.1115/1.4037757.
81. Sun H, Yang H, Gao X. Investigation into spacing restriction and layout optimization of wind farm with multiple types of wind turbines. *Energy*. 2019;168:637–50. DOI: 10.1016/j.energy.2018.11.073.
82. Kim S, Cheong C. Development of low-noise drag-type vertical wind turbines. *Renewable Energy*. 2015;79:199–208. DOI: 10.1016/j.renene.2014.09.047.
83. Ferdous RMd, Reza AW, Siddiqui MF. Renewable energy harvesting for wireless sensors using passive RFID tag technology: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;58:1114–28. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.332.
84. Siecker J, Kusakana K, Numbi BP. A review of solar photovoltaic systems cooling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017;79:192–203. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.053.
85. Islam MT, Huda N, Abdullah AB, Saidur R. A comprehensive review of state-of-the art concentrating solar power (CSP) technologies: Current status and research trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017;91:987–1018. DOI: 10.1016/j.rser.2018.04.097.
86. Raisul Islam M, Sumathy K, Ullah Khan S. Solar water heating systems and their market trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013;17:1–25. DOI: 10.1016/j.rser.2012.09.011.
87. Chan HY, Riffat SB, Zhu J. Review of passive solar heating and cooling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [Internet]. 2010;14(2):781–9. DOI: 10.1016/j.rser.2009.10.030.
88. Holland SP, Mansur ET, Muller NZ, Yates AJ. Environmental Benefits from Driving Electric Vehicles? [Internet]. *www.nber.org*. 2015. DOI 10.3386/w21291.
89. Tie SF, Tan CW. A review of energy sources and energy management system in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013;20:82–102. DOI: 10.1016/j.rser.2012.11.077.
90. Richardson DB. Electric vehicles and the electric grid: A review of modelling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [Internet]. 2013;19:247–54.

91. Cocron P, Krems JF. Driver perceptions of the safety implications of quiet electric vehicles. *Accident Analysis & Prevention*. 2013;58:122–31. DOI: 10.1016/j.aap.2013.04.028.
92. Tobollik M, Keuken M, Sabel C, Cowie H, Tuomisto J, Sarigiannis D, *et al.* Health impact assessment of transport policies in Rotterdam: Decrease of total traffic and increase of electric car use. *Environmental Research*. 2016;146:350–8. DOI: 10.1016/j.envres.2016.01.014.
93. Pan S, Yu W, Fulton LM, Jung J, Choi Y, Gao HO. Impacts of the large-scale use of passenger electric vehicles on public health in 30 US. metropolitan areas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [Internet]. 2023;173:113100. DOI: 10.1016/j.rser.2022.113100.
94. Ilic-Spong M, Miller TJE, Macminn SR, Thorp JS. Instantaneous Torque Control of Electric Motor Drives. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 1987;PE-2(1):55–61. DOI: 10.1109/TPEL.1987.4766332.
95. Lave LB, MacLean HL. An environmental-economic evaluation of hybrid electric vehicles: Toyota's Prius vs its conventional internal combustion engine Corolla. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2002;7(2):155–62. DOI:10.1016/S1361-9209(01)00014-1.
96. Ščasný M, Zvěřinová I, Czajkowski M. Electric, plug-in hybrid, hybrid, or conventional? Polish consumers' preferences for electric vehicles. *Energy Efficiency*. 2018;11(8):2181–201.
97. Hidrue MK, Parsons GR, Kempton W, Gardner MP. Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics*. 2011;33(3):686–705. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2011.02.002.
98. Ji S, Cherry CR, J. Bechle M, Wu Y, Marshall JD. Electric Vehicles in China: Emissions and Health Impacts. *Environmental Science & Technology*. 2012;46(4):2018–24. DOI: 10.1021/es202347q.
99. Ahmadi P. Environmental impacts and behavioral drivers of deep decarbonization for transportation through electric vehicles. *Journal of Cleaner Production*. 2019;225:1209–19. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.334.
100. Egbue O, Long S. Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy Policy*. 2012;48(48):717–29. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.06.009.

101. Yoong MK, Gan YH, Gan GD, Leong CK, Phuan ZY, Cheah BK, *et al.* Studies of regenerative braking in electric vehicle [Internet]. *IEEE Xplore*. 2010. p. 40–5. DOI: 10.1109/STUDENT.2010.5686984.
102. Heymans C, Walker SB, Young SB, Fowler M. Economic analysis of second use electric vehicle batteries for residential energy storage and load-levelling. *Energy Policy*. 2014;71:22–30. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.04.016.
103. Daniela R, Pautasso E, Osella M, Palumbo E, Ferro E. Assessing the Impacts of Electric Vehicles Uptake: A System Dynamics Approach. In: *IEEE Xplore*. 2017. DOI: 10.1109/COMPSAC.2017.67.
104. Groppi D, Astiaso Garcia D, Lo Basso G, Cumo F, De Santoli L. Analysing economic and environmental sustainability related to the use of battery and hydrogen energy storages for increasing the energy independence of small islands. *Energy Conversion and Management* [Internet]. 2018;177:64–76. DOI: 10.1016/j.enconman.2018.09.063.
105. Covert T, Greenstone M, Knittel CR. Will We Ever Stop Using Fossil Fuels? *Journal of Economic Perspectives* [Internet]. 2016;30(1):117–38. DOI: 10.1257/jep.30.1.117.
106. Hannan MA, Azidin FA, Mohamed A. Hybrid electric vehicles and their challenges: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014;29:135–50. DOI: 10.1016/j.rser.2013.08.097.
107. Yang Z, Huang H, Lin F. Sustainable Electric Vehicle Batteries for a Sustainable World: Perspectives on Battery Cathodes, Environment, Supply Chain, Manufacturing, Life Cycle and Policy. *Advanced Energy Materials* [Internet]. 2022;12(26):2200383. DOI:10.1002/aenm.202200383.
108. B  
G  
r  
e
- 109.<sup>e</sup> Παγκαλιάς Γ. Ενέργεια: Η Ελλάδα εκ των ηγέτιδων στη διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα [Internet]. *Οικονομικός Ταχυδρόμος - ot.gr*. 2023.  
Η Ενεργειακή Κατάσταση της Ελλάδας. Ποσό ασφαλής & οικονομικά βιώσιμη είναι η επιχειρούμενη Ενεργειακή Μετάβαση [Internet]. *B2Green*. 2022.
110. Drigkaki Z, Δριγκάκη Z. *Sustainable development as a component of economic policy: case study: Greece*. [Internet]. dspace.lib.uom.gr. 2014.

111. Kavouridis K. Lignite industry in Greece within a world context: Mining, energy supply and environment. *Energy Policy*. 2008;36(4):1257–72. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.11.017.
112. Simionescu M, Bilan Y, Krajiňáková E, Streimikiene D, Gędek S. Renewable Energy in the Electricity Sector and GDP per Capita in the European Union. *Energies*. 2019;12(13):2520. DOI: 10.3390/en12132520.
113. Marinakis V, Flamos A, Stamtsis G, Georgizas I, Maniatis Y, Doukas H. The Efforts towards and Challenges of Greece’s Post-Lignite Era: The Case of Megalopolis. *Sustainability*. 2020;12(24):10575. DOI: 10.3390/su122410575.
114. Geronikolos I, Potoglou D. An exploration of electric-car mobility in Greece: A stakeholders’ perspective. *Case Studies on Transport Policy*. 2021;9(2). DOI: 10.1016/j.cstp.2021.04.010.
115. Anthopoulos L, Kolovou P. A Multi-Criteria Decision Process for EV Charging Stations’ Deployment: Findings from Greece. *Energies*. 2021;14(17):5441. DOI: 10.3390/en14175441.
116. Kyritsis A, Voglitsis D, Papanikolaou N, Tselepis S, Christodoulou C, Gonos I, et al. Evolution of PV systems in Greece and review of applicable solutions for higher penetration levels. *Renewable Energy* [Internet]. 2017;109:487–99. DOI:10.1016/j.renene.2017.03.066.
117. Garofalaki Z, Kosmanos D, Moschoyiannis S, Kallergis D, Douligeris C. Electric Vehicle Charging: A Survey on the Security Issues and Challenges of the Open Charge Point Protocol (OCPP). *IEEE Communications Surveys & Tutorials* [Internet]. 2022;24(3):1504–33. DOI: 10.1109/COMST.2022.3184448.
118. Karolemeas C, Tsigdinos S, Tzouras PG, Nikitas A, Bakogiannis E. Determining Electric Vehicle Charging Station Location Suitability: A Qualitative Study of Greek Stakeholders Employing Thematic Analysis and Analytical Hierarchy Process. *Sustainability*. 2021;13(4):2298. DOI: 10.3390/su13042298.

omothesia. ΝΟΜΟΣ 4710/2020 (Κωδικοποιημένος) - ΦΕΚ Α 142/23.07.2020

η

ε

ρ

Γερεδάκης Ε, Γκερεδάκης Ε. *Επισκόπηση τεχνολογίας και νομοθετικού πλαισίου λειτουργίας σταθμών φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα - Κατευθύνσεις για την αγκατάσταση σταθμού φόρτισης στο ΕΛΜΕΠΑ*. Μεταπτυχιακή Εργασία. Ελληνικό

Μ

ε

Η Ηλεκτροκίνηση και ο Ν. 4710/2020 για την Προώθηση των Η/Ο Μέσω Τεσσάρων

δ

η

μ

α

π

122. Bakker S, Jacob Trip J. Policy options to support the adoption of electric vehicles in the urban environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2013;25:18–23. DOI: 10.1016/j.trd.2013.07.005.
123. Rajendran G, Vaithilingam CA, Misron N, Naidu K, Ahmed MR. A comprehensive review on system architecture and international standards for electric vehicle charging stations. *Journal of Energy Storage*. 2021;42:103099. DOI: 10.1016/j.est.2021.103099.
124. Emmert JT, Drob DP, Picone JM, Siskind DE, Jones M, Mlynczak MG, et al. NRLMSIS 2.0: A Whole-Atmosphere Empirical Model of Temperature and Neutral Species Densities. *Earth and Space Science*. 2021;8(3). DOI: 10.1029/2020EA001321.
125. Denchak M. Greenhouse Effect 101 [Internet]. *NRDC*. 2019.
126. U.S. Energy Information Administration (EIA). *Greenhouse gases* [Internet]. *Eia.gov*. 2016.
127. Mikhaylov, A.; Moiseev, N.; Aleshin, K.; Burkhardt, T. 2020. Global climate change and greenhouse effect. *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 7(4): 2897-2913. DOI: 10.9770/jesi.2020.7.4(21).
128. Schneider SH. *The Climatic Response to Greenhouse Gases* [Internet]. Begon M, Fitter AH, Macfadyen A, editors. Vol. 22, ScienceDirect. Academic Press; 1992. p. 1–32. DOI: 10.1016/S0065-2504(08)60131-2.
129. Yoro KO, Daramola MO. CO<sub>2</sub> emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. *Advances in Carbon Capture*. 2020;3–28. DOI: 10.1016/B978-0-12-819657-1.00001-3.
130. Borduas N, Donahue NM. Chapter 3.1 - The Natural Atmosphere [Internet]. Török B, Dransfield T, editors. *ScienceDirect. Elsevier*; 2018. p. 131–50. DOI: 10.1016/B978-0-12-809270-5.00006-6.
131. U.S. Energy Information Administration. Greenhouse gases - U.S. Energy Information Administration (EIA) [Internet]. *Eia.gov*. 2016.
132. Shaw R, Mukherjee S. The development of carbon capture and storage (CCS) in India: A critical review. *Carbon Capture Science & Technology*. 2022;2:100036. DOI: 10.1016/j.ccst.2022.100036.
133. Ritchie H, Roser M, Rosado P. CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. *Our World in Data* [Internet]. 2020;
134. Gurney KR, Mendoza DL, Zhou Y, Fischer ML, Miller CC, Geethakumar S, et al. HighResolution Fossil Fuel Combustion CO<sub>2</sub> Emission Fluxes for the United States.

*Environmental Science & Technology* [Internet]. 2009;43(14):5535–41.DOI: 10.1021/es900806c.

135. Lam AYS, Yiu-Wing Leung, Xiaowen Chu. Electric Vehicle Charging Station Placement: Formulation, Complexity, and Solutions. *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2014;5(6):2846–56. DOI: 10.1109/TSG.2014.2344684.
136. Moghaddam Z, Ahmad I, Habibi D, Phung QV. Smart Charging Strategy for Electric Vehicle Charging Stations. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*. 2018;4(1):76–88. DOI: 10.1109/TTE.2017.2753403.
137. Liu Z, Wen F, Ledwich G. Optimal Planning of Electric-Vehicle Charging Stations in Distribution Systems. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2013;28(1):102–10. DOI: 10.1109/TPWRD.2012.2223489.
138. Lipp J. Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. *Energy Policy*. 2007;35(11):5481–95. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.05.015
139. Zotos G, Karagiannidis A, Zampetoglou S, Malamakis A, Antonopoulos IS ., Kontogianni S, *et al.* Developing a holistic strategy for integrated waste management within municipal planning: Challenges, policies, solutions and perspectives for Hellenic municipalities in the zero-waste, low-cost direction. *Waste Management*. 2009;29(5):1686–92. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.11.016. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08004029>

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

***6.1. Νομικό πλαίσιο σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα***

***6.1.1. Οδηγίες της Ευρώπης μέσα στο Ελληνικό νομικό καθεστώς:***

***6.1.2. Ευρωπαϊκά Πρότυπα Ηλεκτροφόρτισης και ηλεκτροκίνησης:***

***6.1.3. Ελληνική νομοθεσία και εγκύκλιοι για την ηλεκτροκίνηση***