



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑ,  
ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

**ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ  
ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2021**



**UNIVERSITY OF PIRAEUS  
DEPARTMENT OF ECONOMICS**

**M.Sc. in Bioeconomics, Circular economy, Sustainable  
development**

**ELECTRIC VEHICLES AND THEIR IMPACT ON  
THE ENVIRONMENT**

**SPIROPOULOS KONSTANTINOS**

**PIRAEUS, SEPTEMBER, 2021**

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για όλη την στήριξη που μου προσέφεραν, καθώς επίσης και τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Πολέμη για την πολύτιμη βοήθειά του



# ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## Περίληψη

Η ρύπανση του περιβάλλοντος αποτελεί μείζον ζήτημα για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη. Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να ερευνήσει τον αντίκτυπο που μπορεί να προκαλεί στο περιβάλλον η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Αρχικά γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή και παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και ο τρόπος λειτουργίας των ηλεκτρικών οχημάτων. Στη συνέχεια, διερευνώνται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Επίσης, γίνεται αναφορά στο «έξυπνο δίκτυο» και τη σύνδεση των ηλεκτρικών οχημάτων με αυτό. Παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς επίσης και το σχέδιο επέκτασης του ελληνικού δικτύου. Επί πρόσθετα, διερευνώνται οι πηγές μόλυνσης της ατμόσφαιρας και πώς σχετίζεται η ηλεκτροκίνηση με αυτές. Τέλος, αξιολογούνται τα ευρήματα της έρευνας και εξαγονται συμπεράσματα.

**Σημαντικοί Όροι:** ηλεκτρικό όχημα, ηλεκτροκίνηση, σταθμός φόρτισης, έξυπνο δίκτυο, αποτύπωμα άνθρακα, ατμοσφαιρική ρύπανση, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

# **ELECTRIC VEHICLES AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT**

## **Abstract**

Environmental pollution is a major issue for the preservation of life on the planet. The purpose of this thesis is to investigate the possible negative impact that the use of electric vehicles may have on the environment. Firstly, a brief historical review is made, the technical characteristics and the mode of operation of the electric vehicles are presented also. Then their pros and cons are explored. Then reference is made to the "smart grid" and the connection of electric vehicles to it. The legal framework of e-mobility in Greece and the European Union is presented, as well as the plan for the expansion of the Greek network. In addition, the sources of air pollution and how electrification is related to them are investigated. Finally, the findings of the research are evaluated conclusions are drawn.

**Keywords:** electric vehicle, electric drive, charging station, smart grid, carbon footprint, air pollution, renewable energy sources

## Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vi
Κατάλογος Πινάκων	x
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xi
<b>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ</b>	<b>1</b>
Εισαγωγή	1
Τεχνική για τη συγκέντρωση του υλικού ανασκόπησης	1
Σύνοψη	5
Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ</b>	<b>11</b>
2.1 Εισαγωγή	11
2.2 Ιστορική Αναδρομή	12
2.3 Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα	13
2.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά	14
2.5 Λειτουργία Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου	17
2.6 Μπαταρίες Ηλεκτρικών Αυτοκινήτων	17
2.7 Τροφοδοσία	30
2.8 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων	19
2.9 Σύνοψη	20

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ</b>	<b>23</b>
3.1 Εισαγωγή	23
3.2 Περιγραφή σταθμών σύνδεσης	23
3.3 Είδη φόρτισης	25
3.4 Συντήρηση σταθμών	26
3.5 Τοποθεσίες των σταθμών στην Ελλάδα	27
3.6 Σταθμοί στο εξωτερικό	28
3.7 Νομοθετικό πλαίσιο ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση	30
3.8 Σχέδιο επέκτασης των σταθμών στο ελληνικό δίκτυο	31
3.9 Σύνοψη	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ενσωμάτωση του ηλεκτρικού οχήματος στο «έξυπνο δίκτυο»</b>	<b>35</b>
4.1 Εισαγωγή	35
4.2 Τι είναι το «έξυπνο δίκτυο»	35
4.3 Οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο «έξυπνο δίκτυο» δίκτυο	36
4.4 Κόστος χρήσης του δικτύου	37
4.5 Προωθητικές Ενέργειες του κράτους για την αγορά ή μίσθωση ηλεκτρικού αυτοκινήτου	38
4.6 Σύνοψη	41
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων στο «έξυπνο δίκτυο» με τη συμμετοχή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας</b>	<b>43</b>
5.1 Εισαγωγή	43



<b>5.2 Ορισμός Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας</b>	<b>43</b>
<b>5.3 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας</b>	<b>44</b>
<b>5.4 Πλεονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας</b>	<b>46</b>
<b>5.5 Χρήση των ανανεώσιμων πηγών στο «έξυπνο δίκτυο»</b>	<b>47</b>
<b>5.6 Ηλιακός σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων</b>	<b>48</b>
<b>5.7 Τεχνολογία Vehicle to Grid (V2G) / Το όχημα προς το δίκτυο</b>	<b>48</b>
<b>5.8 Σύνοψη</b>	<b>49</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων</b>	<b>51</b>
<b>6.1 Εισαγωγή</b>	<b>51</b>
<b>6.2 Ατμοσφαιρική Ρύπανση</b>	<b>52</b>
<b>6.3 Ρύπανση του περιβάλλοντος από συμβατικά οχήματα</b>	<b>53</b>
<b>6.4 Ρύπανση του περιβάλλοντος από ηλεκτρικά οχήματα</b>	<b>55</b>
<b>6.5 Νομοθετικό Πλαίσιο για την ανακύκλωση μπαταριών ηλεκτρικών αυτοκινήτων</b>	<b>58</b>
<b>6.6 Σύγκριση θετικών και αρνητικών συνεπειών για το περιβάλλον από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων</b>	<b>59</b>
<b>6.7 Σύνοψη</b>	<b>6</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>65</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>67</b>

## Κατάλογος Πινάκων

2.1 Σύγκριση Επαγωγικού και Σύγχρονου Κινητήρα	10
4.1 Ποσά επιδότησης από το ελληνικό κράτος για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος από ιδιώτες ανά είδος ηλεκτρικού οχήματος	32
4.2 Ποσά επιδότησης από το ελληνικό κράτος για την αγορά ηλεκτρικού ταξί ανά είδος ηλεκτρικού οχήματος	32
4.3. Ποσά επιδότησης από το ελληνικό κράτος για την αγορά ηλεκτρικού από ελεύθερους επαγγελματίες ανά είδος ηλεκτρικού οχήματος	33
6.1 Κύριες Πηγές Ρύπανσης στην Ευρώπη	43
6.2 Πίνακας Καταγραφής ρύπων CO <sub>2</sub> κατά την παραγωγή μπαταριών για ηλεκτρικά οχήματα	46

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

2.1 Διαγραμματική Απεικόνιση των τύπων ηλεκτρικών αυτοκινήτων	8
3.1 Διαγραμματική Απεικόνιση συστήματος ασύρματης φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος	19
3.2 Διαγραμματική Απεικόνιση του εθνικού δικτύου σταθμών επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	20
3.3 Απεικόνιση σε χάρτη με τους σταθμούς ταχείας φόρτισης στην Ευρώπη	22
6.1 Διαγραμματική απεικόνιση ετήσιων θανάτων που συνδέονται με την έκθεση σε εκπομπές NO <sub>x</sub> από τη χρήση πετρελαιοκίνητων οχημάτων το 2015	45
6.2 Διαγραμματική απεικόνιση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για συμβατικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση	47

# **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ**

## **Εισαγωγή**

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αναφέρεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, γίνεται παρουσίαση της τεχνικής που χρησιμοποιήθηκε για την συγκέντρωση του υλικού ανασκόπησης.

Στη συνέχεια, παραθέτονται τα κριτήρια αποδοχής ή αποκλεισμού των άρθρων και επεξηγείται η επιλογή των αναφορών σε μηχανές αναζήτησης για επιστημονικά άρθρα. Περιγράφονται τα άρθρα που επιλέχθηκαν και γίνεται καταγραφή των ήδη υπαρχόντων στοιχείων σχετικά με το θέμα της εργασίας. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζονται οι ελλείψεις πληροφοριών και η θεματολογία στην οποία θα εστιάσει η διπλωματική.

Σκοπός της βιβλιογραφικής επισκόπησης, είναι να συγκεντρωθούν οι απαιτούμενες πληροφορίες έγκυρων πηγών, που σχετίζονται με τα ηλεκτρικά οχήματα και την επίδραση αυτών στο περιβάλλον.

## **Τεχνική για τη συγκέντρωση του υλικού ανασκόπησης**

### **Κριτήρια για την αποδοχή ή αποκλεισμού άρθρων**

Ύστερα από εκτενή αναζήτηση, εντοπίστηκαν πηγές που οδηγούν στη πληροφόρηση των εννοιών «ηλεκτρικό όχημα», «επίπτωση στο περιβάλλον», «ατμοσφαιρική ρύπανση» και επίσης πως αυτές οι έννοιες συνδέονται μεταξύ τους. Για την κατανόηση των εννοιών, «η έγινε αναζήτηση των φράσεων: “electric vehicle”, “electric car”, “air pollution” σε μηχανή αναζήτησης επιστημονικών άρθρων Science Direct.

Τα κριτήρια αποδοχής ή αποκλεισμού των άρθρων που λήφθηκαν υπόψη είναι τα εξής:

1. Το άρθρο να επεξηγεί τη λειτουργία και τη χρησιμότητα των ηλεκτρικών οχημάτων

2. Το άρθρο να αναφέρεται στη περιβαλλοντική μόλυνση που προκαλείται από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων
3. Το άρθρο να συγκρίνει τη περιβαλλοντική μόλυνση από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με εκείνη από τη χρήση συμβατικών οχημάτων
4. Το άρθρο να προτείνει μέτρα πρόσληψης ή περιορισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων

### **Επιλογή άρθρων σε μηχανή αναζήτησης επιστημονικών άρθρων**

Για την αναζήτηση των κατάλληλων άρθρων χρησιμοποιήθηκε μία κατάλληλη μηχανή αναζήτησης με αξιόπιστες επιστημονικές αναφορές, η Science Direct. Αρχικά, έγινε αναζήτηση των όρων “electric vehicle”, “electric car” και “air pollution”. Τα αποτελέσματα ανήρθαν σε 154,897. Έπειτα η αναζήτηση περιορίστηκε με βάση το έτος δημοσίευσης του άρθρου από το 2013 έως το 2021, δίνοντας 94,037 αποτελέσματα. Στη συνέχεια, έγινε αναζήτηση της φράσης “impact of electric vehicles on the environment”, με αποτέλεσμα να βρεθούν 37,061 αποτελέσματα. Από αυτά επιλέχθηκαν μόνο οι επιστημονικές έρευνες, δηλαδή 85 άρθρα. Τέλος, επιλέχθηκαν 10 άρθρα όπου σχετίζονται άμεσα με τις επιπτώσεις των ηλεκτρικών οχημάτων στο περιβάλλον.

### **Πλεονεκτήματα Ηλεκτρικών οχημάτων**

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο γεγονός ότι παράγουν σχεδόν μηδενικούς ρύπους, κατά συνέπεια είναι φιλικά προς το περιβάλλον (I.Muntean, 2015) Εκτός αυτού, ο κινητήρας των ηλεκτρικών οχημάτων δεν παράγει θόρυβο, άρα συμβάλλει στη μείωση της ηχορύπανσης στα μεγάλα αστικά κέντρα. (Hastings, 2021)

Επιπλέον, όταν τα ηλεκτρικά οχήματα συνδέονται σε ενιαίο δίκτυο για τη φόρτωση τους, γίνεται καλύτερη και κατανομή της ενέργειας. (A Zhuk & E Buzoveron, 2018) Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο είναι πως υπάρχει πρόβλεψη ώστε να ανακυκλώνονται οι μπαταρίες τους, ωστόσο τα στοιχεία που αντλήθηκαν από μελέτες ήταν ελλιπή. (I.Muntean, 2015)

## **Αντίκτυπος στο περιβάλλον**

Στη συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων. Γίνεται επίσης διερεύνηση για τον αντίκτυπο που μπορεί να φέρει στο περιβάλλον η χρήση αυτών.

Η βιβλιογραφία συγκρίνει τα ηλεκτρικά με τα συμβατικά οχήματα. Στα συμβατικά οχήματα ο κινητήρας τους λειτουργεί με ενέργεια που παράγεται από την καύση βενζίνης ή πετρελαίου, ενώ στα ηλεκτρικά με ηλεκτρική ενέργεια που λαμβάνει από τη μπαταρία. Αποτέλεσμα αυτού, τα συμβατικά εκλύουν ρυπογόνες ουσίες στην ατμόσφαιρα, ενώ τα ηλεκτρικά παράγουν σχεδόν μηδενικούς ρύπους. (Hastings, 2021)

Βασικό μειονέκτημα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων είναι η ρύπανση που προκαλείται εξαιτίας τους, από την καύση του λιγνίτη. Τα ηλεκτρικά οχήματα τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από την καύση του. Η παραγωγή αυτών των οχημάτων επίσης απαιτεί σημαντική ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος, κατά συνέπεια και καύση λιγνίτη. (Hastings, 2021)

Βάση της βιβλιογραφίας, συγκριτικές μελέτες καταλήγουν πως η ρύπανση που προκαλεί ένα ηλεκτρικό όχημα από τη στιγμή που παράγεται και καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του, έχει λιγότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον από τη ρύπανση που προκαλούν οι ρύποι ενός συμβατικού οχήματος. (Knaga, 2021) Προτείνεται μάλιστα, η χρήση φωτοβολταϊκών ως εναλλακτικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Συμπερασματικά, τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα συμβατικά. Διευκρινίζεται πως η χρήση τους δεν εξαφανίζει τη ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά την περιορίζει, μειώνοντας τους ρύπους. Η μείωση αυτή μεγιστοποιείται όταν γίνεται χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος για την παραγωγή και λειτουργία του οχήματος. (Knaga, 2021)

## **Πωλήσεις**

Στη συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται τα οικονομικά που έχουν αναλυθεί μέσα από μελέτες, σχετικά τη θέση των ηλεκτρικών οχημάτων στην αυτοκινητοβιομηχανία. Η τιμή πώλησης τους είναι υψηλότερη σε σχέση με των συμβατικών, η συντήρησή τους ωστόσο

είναι οικονομικότερη. (Knowles, 2013) Παρόλα αυτά, οι πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων παγκοσμίως ήταν αρκετά χαμηλές. (Knowles, 2013)

Φαίνεται ότι ο κύριος παράγοντας είναι η μη κατάλληλη προώθηση στην αγορά των αυτοκινήτων. Επιπλέον, η τιμή πώλησης του είναι υψηλότερη σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα. Αυτό έχει επίσης ως αποτέλεσμα να ανεβάζει και το κόστος των ασφάλιστρων του. Το γεγονός επίσης ότι απαιτείται η αλλαγή μπαταρίας έπειτα από κάποια χρόνια χρήσης δημιουργεί προβληματισμό στους υποψήφιους αγοραστές. (Knowles, 2013)

Πολλά κράτη όπως η Αμερική, προσφέρουν επιδοτήσεις στους αγοραστές ηλεκτρικών οχημάτων, ως μέσο τόνωσης της αγοράς. (Dua, 2019) Πολλοί αγοραστές μάλιστα επιλέγουν ανάμεσα σε πλήρως ηλεκτρικό ή υβριδικό ανάλογα το είδος που επιδοτείται από την πολιτεία στην οποία διαμένουν. Η μείωση κατανάλωσης βενζίνης από την άλλη είναι στα ποσοστά και στις δύο περιπτώσεις.

Το μέτρο αυτό ωστόσο φαίνεται τελικά να επιβαρύνει αρκετά τον οικονομικό προϋπολογισμό του κράτους. (Dua, 2019). Μία αποτελεσματική τακτική θα ήταν ο περιορισμός των επιδοτήσεων, βάσει οικονομικών και γεωγραφικών κριτηρίων των υποψήφιων αγοραστών. (Dua, 2019)

## **Οικονομικά εργαλεία για τη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>**

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει και αναλύει οικονομικά εργαλεία που εργαλεία που έχουν χρησιμοποιηθεί, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Πιο συγκεκριμένα στη Κολομβία, παρατηρείται μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας και χαμηλή οικονομική δραστηριότητα στο τομέα της παραγωγής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει διότι η κυβέρνηση αποφάσισε πριν μερικά χρόνια, την αύξηση των φόρων για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η πολυπλοκότητα επίσης στο νομικό πλαίσιο για επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συμβάλλουν στο παραπάνω φαινόμενο. (Alvarez, Silvia Claderon & Andres, 2016)

Η οικονομία μείωσης της χρήσης άνθρακα ωστόσο, μπορεί να μην είναι βιώσιμη και να επηρεάσει σημαντικά την οικονομία του κράτους. Θα μπορούσε για παράδειγμα να εκπονηθεί ένα φορολογικό σχέδιο που να εξισορροπεί την παρούσα κατάσταση. Για παράδειγμα, τη μείωση άλλων φόρων. (Alvarez, Silvia Claderon & Andres, 2016)

Η Κίνα από την άλλη μεριά, αποφάσισε να επιδοτεί την αγορά καινούργιου πλήρους ηλεκτρικού οχήματος, με αποτέλεσμα την αύξηση της οικονομίας των εναλλακτικών καυσίμων κατά 2% και τη μείωση κατανάλωσης της βενζίνης κατά 6,66 δις λίτρα το χρόνο. (Dua, Tamara Sheldon & Rubal, 2020)

Η επιδότηση ωστόσο φαίνεται να κοστίζει 1.90 \$ / λίτρο βενζίνης που εξοικονομείται. Για το λόγο αυτό προτείνεται ο περιορισμός των επιδοτήσεων ανάλογα το εισόδημα του υποψήφιου αγοραστή. (Dua, Tamara Sheldon & Rubal, 2020)

## **Σύνοψη**

Συνοψίζοντας, η ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία φέρει πηγές για τον αντίκτυπο των ηλεκτρικών οχημάτων στο περιβάλλον. Γίνεται επίσης σύγκριση της ρύπανσης που προκαλούν, σε σχέση με τα συμβατικά, επεξηγούνται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους και προτείνονται τρόποι μείωσης της. Εκτός των άλλων, αναλύονται οι λόγοι που η ηλεκτροκίνηση δεν κυριάρχησε έως τώρα στην αγορά.

## **Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Μία μελλοντική έρευνα, θα μπορούσε να ασχοληθεί με ένα σχέδιο ανάπτυξης για την ανακύκλωση μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων. Θα μπορούσε επίσης να γίνει και μία οικονομική μελέτη για βελτίωση λειτουργικών εξόδων των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, και για ένα σχέδιο προώθησης της ηλεκτροκίνησης. Τέλος, προτείνεται να μελετηθεί η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος που θα τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

## **Σχέση της παρούσας διπλωματικής με τις συνέπειες των ηλεκτρικών οχημάτων στο περιβάλλον**

Αυτή η διπλωματική εργασία δημιουργήθηκε με σκοπό να διερευνηθούν οι συνέπειες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο περιβάλλον. Ως γνωστόν, τα ηλεκτρικά οχήματα ρυπαίνουν την



ατμόσφαιρα. (Knaga, 2021) Γι' αυτό το λόγο θα μελετηθεί το μέγεθος της ρύπανσης που προκαλούν και τρόποι μείωσης της.

Κρίνεται επίσης αναγκαία η σύγκριση των ηλεκτρικών έναντι των συμβατικών οχημάτων. (Hastings, 2021) Επί προσθέτως θα μελετηθεί ο τρόπος χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς δεν υπάρχει σχετική μελέτη έως τώρα.

Η ενσωμάτωση της ηλεκτροκίνησης σε ένα ενιαίο δίκτυο αποτελεί επίσης ένα θέμα προς ανάλυση για τη διπλωματική, αφού σχετίζεται άμεσα με την κατανομή της ενέργειας και τη λειτουργικότητα αυτής στο δίκτυο. (Knowles, 2013)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί μείζον ζήτημα για την ισορροπία της ατμόσφαιρας. Η καύση Υδρογονανθράκων στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανικές μονάδες, μεταφορές, καύση βιομάζας κα) παράγουν Διοξείδιο του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το οποίο διαχέεται στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα μεγάλη ποσότητα ακτινοβολίας από τον Ήλιο να παραμένει στη Γη και να αυξάνεται η θερμοκρασία της (Φωτιάδη, 2013).

Οι οδικές μεταφορές αποτελούν την κυριότερη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης από διοξείδιο του άνθρακα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το 40% της κατανάλωσης πετρελαίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση χρησιμοποιείται για οδικές μεταφορές (Γιαννόπουλος, 2008). Η πολιτική της Ευρωπαϊκής επιτροπής για τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα, συμπεριλαμβάνει τη μείωση της χρήσης των συμβατικών αυτοκινήτων (δηλαδή πετρελαιοκίνητα) και την αντικατάστασή τους με υβριδικά / ηλεκτρικά (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2020).

Η συγκεκριμένη εργασία δημιουργήθηκε από την ανάγκη να μελετηθούν οι συνέπειες (αρνητικές και θετικές) για το περιβάλλον από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Να διερευνηθούν δηλαδή, το ανθρακικό αποτύπωμα που μπορεί να φέρουν, το κατά πόσο είναι πιο οικολογικά σε σχέση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης, ποιες οι ενέργειες της πολιτείας για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης και κατά πόσο έχουν επιτευχθεί οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση ρύπων, ποιο το θεσμικό πλαίσιο. Στόχος της εργασίας είναι να αποδειχθεί ότι τα ηλεκτρικά οχήματα όντως συμβάλλουν στον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Η Ιστορία των ηλεκτρικών οχημάτων ξεκινάει το 17<sup>ο</sup> αιώνα, όταν έγιναν οι πρώτες προσπάθειες δημιουργίας τους (Encyclopedia Britannica, 1998), ενώ το 1996 κατασκευάστηκε το πρώτο ηλεκτρικό όχημα στη σημερινή μορφή (Prest, 2013). Το κύριο χαρακτηριστικό των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα αντί για καύσιμα. Για αυτό το λόγο λειτουργεί με ηλεκτρικό κινητήρα και φέρει μια μπαταρία για να αποθηκεύει το ηλεκτρικό ρεύμα. Στη συνέχεια θα μελετηθεί η αποδοτικότητα του κινητήρα και θα γίνει σύγκριση με τον κινητήρα εσωτερικής καύσης (Δουράλας, 2020). Οι

συσσωρευτές ρεύματος αποτελούν πηγή μόλυνσης του περιβάλλοντος κατά την παραγωγή τους, αλλά και στο τέλος της ζωής τους γι αυτό πρέπει να ανακυκλώνονται (Τσάκαλος, 2012).

Στην εργασία θα παρουσιαστεί η διαδικασία ανακύκλωσης των μπαταριών και το θεσμικό πλαίσιο, γύρω από αυτό. Όσον αφορά τη φόρτιση του, υπάρχουν διάφοροι τρόποι οι οποίοι θα παρουσιαστούν κι αυτοί στη συνέχεια. Θα γίνει επίσης σύγκριση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ώστε να υπάρξει μια ολοκληρωμένη άποψη.

Το δίκτυο των σταθμών φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι εξίσου σημαντικό κομμάτι στην ηλεκτροκίνηση, για αυτό το 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο θα ασχοληθεί με αυτό. Τα είδη των σταθμών ποικίλλουν και χρησιμοποιούνται ανάλογα το σκοπό της χρήσης τους (δημόσια ή ιδιωτικά, δωρεάν ή με κάποια χρέωση), ενώ ακόμη πιο σημαντική είναι και η συντήρησή τους. Θα γίνει αναλυτική παρουσίαση των γεωγραφικών περιοχών όπου είναι εγκατεστημένοι σταθμοί τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη. Θα παρουσιαστεί το νομοθετικό πλαίσιο του ελληνικού κράτους και της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ηλεκτροκίνηση και το σχέδιο επέκτασης του δικτύου στον ελληνικό χώρο.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκε η δυνατότητα αυτοί οι σταθμοί να μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα ενιαίο «έξυπνο δίκτυο» (European commission, 2014). Είναι σημαντικό λοιπόν να παρουσιαστεί η λειτουργία του δικτύου, να μελετηθεί πως τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να συνδεθούν με το δίκτυο, τι κόστος επωμίζεται ο υποψήφιος χρήστης και εν τέλει ποιο το όφελος της χρήσης του δικτύου. Επί προσθέτως, θα πρέπει να αναφερθούν οι προωθητικές ενέργειες του κράτους για να υποψηφίους αγοραστές ή ενοικιαστές ηλεκτρικών οχημάτων.

Εκτός των άλλων, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Συμβούλιο Ευρωπαϊκής Επιτροπής, 2019). Να γίνει δηλαδή περιγραφή των διαφόρων ειδών που υπάρχουν και να αναφερθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Μέσα από αυτή την αναφορά, γεννήθηκε το ερώτημα πως μπορούν οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας να ενσωματωθούν στο «έξυπνο δίκτυο» και να χρησιμοποιηθούν για την φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων. Για αυτό το λόγο δίνεται και ως παράδειγμα η πρώτη κατασκευή ηλιακού σταθμού φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Το τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας ασχολείται με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Αναλύονται οι πηγές μόλυνσης του αέρα και κυρίως η μόλυνση από τις οδικές μεταφορές.

Μελετάται η ρύπανση που προκαλούν τα αυτοκίνητα με κινητήρα εσωτερικής καύσης και τα ηλεκτρικά οχήματα και συγκεκριμένα η μελέτη επικεντρώνεται στην μόλυνση του περιβάλλοντος από τις μπαταρίες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Παρουσιάζεται η σχετική νομοθεσία για την ανακύκλωση των μπαταριών.

Εν κατακλείδι, η έρευνα καταλήγει σε χρήσιμα ευρήματα, όπως η μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος με τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με τα συμβατικά, το υψηλό ανθρακικό αποτύπωμα από τη παραγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων και η μείωση αυτού όταν για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**

#### **2.1 Εισαγωγή**

Στις μέρες μας τα επιβατικά αυτοκίνητα θεωρούνται ως το βασικό μέσο μετακίνησης μιας οικογένειας. Η ανάγκη των καταναλωτών για αξιόπιστα, αλλά συγχρόνως και οικονομικά αυτοκίνητα οδηγεί στη ραγδαία άνοδο της αυτοκινητοβιομηχανίας (Μαυρατζά, 2009).

Συγκεκριμένα στην Αμερική, εκτιμάται πως αυτά τα οχήματα διανύουν πάνω από 3 τρισεκατομμύρια μίλια ετησίως (Prudy, 2020). Μάλιστα ένα πρόσφατο ρεπορτάζ του «The Economist» αναφέρει πως το 2021 αναμένεται αύξηση των πωλήσεων αυτοκινήτων περίπου 15%, ενώ αξιοσημείωτο είναι πως οι πωλήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων θα φθάσουν τα 3.4 εκατομμύρια (The Economist, 2021). Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα με την πάροδο των ετών κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Το 2020 πουλήθηκαν περίπου 3 εκατομμύρια ηλεκτρικά οχήματα εκ των οποίων 1,4 εκατομμύρια στην Ευρώπη, 1,2 εκατομμύρια στην Κίνα και περίπου 300.000 στην Αμερική (The Economist, 2021). Ο βασικός λόγος είναι ότι αντί για καύσιμα (π.χ. βενζίνη, φυσικό αέριο), τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα που κοστίζει πολύ λιγότερο. Ένας δεύτερος λόγος είναι οι μηδενικές εκπομπές ρύπων, όπως αναφέρουν οι κατασκευαστές τους (Καλλέργη, 2021).

Το ερώτημα είναι, εάν η απουσία ρύπων από μόνη της είναι αρκετή, ώστε να εξασφαλίσει ότι αυτού του είδους οχήματα δεν επιφέρουν αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον. Κατά συνέπεια, μέσω αυτής της διπλωματικής εργασίας, θα ερευνηθούν τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς επίσης και όλοι οι παράγοντες που συμβάλλουν στις επιπτώσεις αυτών για το περιβάλλον.

#### **2.2 Ιστορική Αναδρομή**

Πολλοί αναρωτούνται πότε εφευρέθηκε το πρώτο αυτοκίνητο. Η απάντηση ωστόσο, δεν είναι σαφής. Σύμφωνα με άρθρο του Science Reference Section της βιβλιοθήκης Library of Congress (2019) τα πρώτα ιστορικά στοιχεία που υπάρχουν, αναφέρονται στον 15<sup>ο</sup> αιώνα όταν ο Leonardo Da Vinci ζωγράφισε τα πρώτα σχέδια για μοντέλα μεταφορικών μέσων.

Στις αρχές του 1655, ένας Κινέζος μοναχός πειραματίστηκε με την έννοια της αυτό-προώθησης εφαρμόζοντας ένα σύστημα παραγωγής ατμού σε έναν ανεμόμυλο, τοποθετημένο πάνω σε τροχούς (Shuon, 1986). Θεωρείται πως το πρώτο αυτοκίνητο κατασκευάστηκε το 1769 από τον Γάλλο μηχανικό Nicolas Cugnot και λειτουργούσε με ατμομηχανή, το λεγόμενο “Fardier a vapeur” (Encyclopedia Britannica, 1998). Σκοπός του ήταν να μπορεί να μεταφέρει κανόνια, αφού ο Cugnot εκείνη την εποχή, υπηρετούσε στον Αυστριακό στρατό. Το πρώτο όχημα με μηχανή εσωτερικής καύσης καθιερώθηκε ως πατέντα από το Γερμανό μηχανικό Karl Benz μεταξύ του 1885 και 1886 (Library of Congress, 2019).

Παρόλα αυτά, το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο δημιουργήθηκε νωρίτερα περίπου το 1832 από τον Σκωτσέζο μηχανικό Robert Anderson. Η πρώτη επαναφορτιζόμενη μπαταρία δημιουργήθηκε το 1859 από τον Γάλλο φυσικό Guston Plante και αμέσως άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως και στα αυτοκίνητα. (Bhutia, 2016) Ο ενθουσιασμός των Αμερικάνων για την καινούργια τεχνολογία, σε συνδυασμό με το εμπόριο πετρελαίου από τις Αραβικές χώρες το 1973, (Kiberly, 2020) συνετέλεσαν στην ραγδαία αύξηση των πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Αμερική.

Στην Ευρώπη από την άλλη, μια ιδέα του Έλληνα εφοπλιστή Ιωάννη Γουλανδρή φαίνεται να υλοποιείται το 1966, όταν το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο μαζικής παραγωγής παρουσιάζεται για πρώτη φορά στο Ηνωμένο Βασίλειο κερδίζοντας το διαγωνισμό του Βρετανικού συμβουλίου Ηλεκτρισμού. Σχεδιασμένο από τον μηχανικό Κωνσταντίνο Αδρακτά, στρέφει τον ενδιαφέρον όλης της Ευρώπης πάνω του. Το «Enfield 8000» (παίρνοντας το όνομα του από την αυτοκινητοβιομηχανία Enfield) κινούταν με μέγιστη ταχύτητα τα 77km/h, ενώ μπορούσε να διανύσει έως 90km με μία μόνο φόρτιση. (Prest, 2013).

Το 1973 ο Γουλανδρής μεταφέρει την παραγωγή στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στο νησί της Σύρου, ενώ το 1976 η παραγωγή σταματά οριστικά. Περίπου μόλις 100 τεμάχια πρόλαβαν να παραχθούν αποτελώντας τα στις μέρες μας συλλεκτικά. Πολύς κόσμος μέχρι και σήμερα πιστεύει πως η κίνηση του Γουλανδρή για μεταφορά της παραγωγής αποσκοπούσε στον θάνατο της αυτής της ιδέας και όχι στην ανάδειξή της, αφού κάτι τέτοιο

θα ήταν αντικρουόμενο με τα συμφέροντα των εταιρειών παραγωγής και διακίνησης πετρελαίου (Prest, 2013).

Στις μέρες μας η ζήτηση των ηλεκτρικών οχημάτων αυξάνεται διαρκώς. Αυτό οφείλεται στην ανάγκη των καταναλωτών για χαμηλά έξοδα μετακίνησης, αλλά και στην όσο το δυνατόν λιγότερη επιβάρυνση στο περιβάλλον. Σύμφωνα με έρευνα που δημοσίευσε η Focus Bari σε συνεργασία με την YouGov, το 64% των Ελλήνων θα αγόραζε υβριδικό αυτοκίνητο και το 47% αμιγώς ηλεκτρικό. Στην ερώτηση για τα πλεονέκτημα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου το 65% των ερωτηθέντων ανέφερε τα οφέλη προς το περιβάλλον και το 53% τα χαμηλά λειτουργικά έξοδα (YouGov Panel, 2021).

### 2.3 Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα

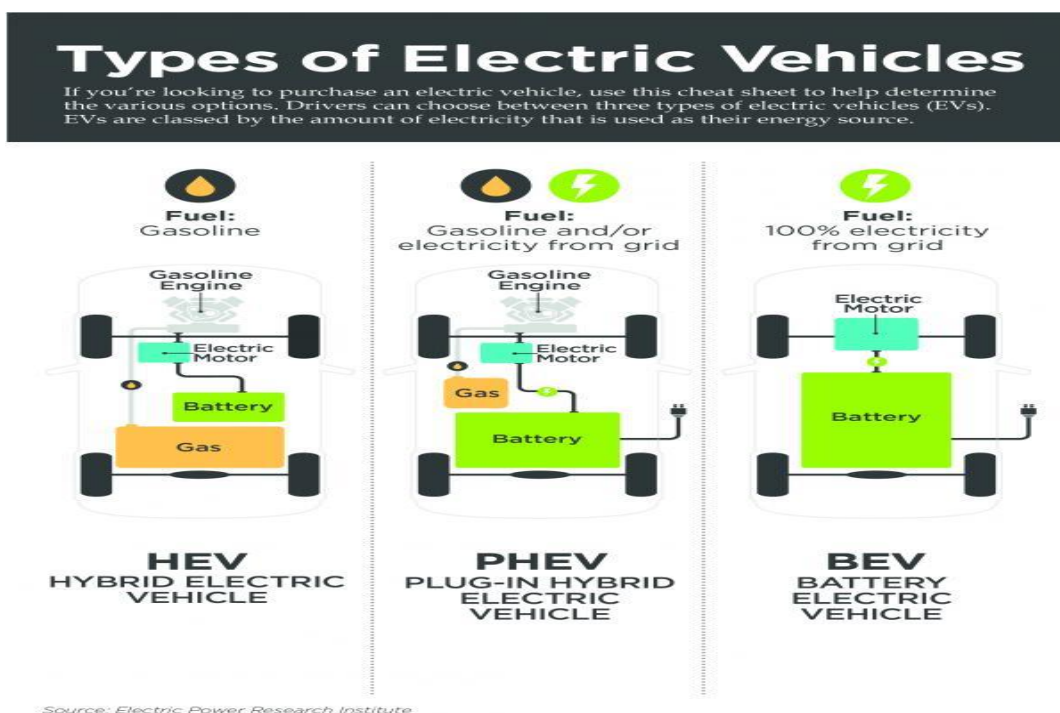
Η έννοια του ηλεκτρικού οχήματος αποδίδεται στον ορισμό που έχει θέσει το υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας όπως αναφέρεται παρακάτω: Ηλεκτρικό όχημα ορίζεται ως “μηχανοκίνητο όχημα εξοπλισμένο με σύστημα μετάδοσης της κίνησης, το οποίο περιέχει τουλάχιστον μία μη περιφερειακή (εξωτερική, βοηθητική) ηλεκτρική μηχανή ως μετατροπέα ενέργειας με ηλεκτρικό επαναφορτιζόμενο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο μπορεί να επαναφορτίζεται εξωτερικά” (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2021).

Το βασικό χαρακτηριστικό αυτών των οχημάτων είναι ότι λειτουργούν με ηλεκτρικό κινητήρα και όχι κινητήρα καύσης, όπως τα συνηθισμένα αυτοκίνητα καθώς επίσης και οι χαμηλές έως μηδενικές εκπομπές ρύπων που παράγουν. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες.

Τα «Ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία» δηλαδή τα “**Battery Electric Vehicles (BEV)**” τα οποία είναι ηλεκτρικά αυτοκίνητα που λειτουργούν κατά αποκλειστικότητα με ηλεκτρική ενέργεια την οποία λαμβάνουν είτε από το δίκτυο, είτε από εξωτερική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής και στη συνέχεια την αποθηκεύουν σε θερμοσυσσωρευτές που διαθέτουν.

Τα «Ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία και εξωτερική μονάδα παραγωγής», δηλαδή τα “**Battery Electric Vehicles with Range Extender (BEV/RE)**” αποτελούν ηλεκτρικά αυτοκίνητα τα οποία λειτουργούν όπως τα BEV, με τη διαφορά ότι διαθέτουν επιπλέον μονάδα ηλεκτροπαραγωγής για τους συσσωρευτές τους και ο ανεφοδιασμός τους, εκτός από το δίκτυο γίνεται και με το αντίστοιχο καύσιμο που λειτουργεί η μονάδα αυτονομίας τους, δηλαδή βενζίνη, πετρέλαιο, φυσικό αέριο κλπ.

Τελευταία είναι τα «ηλεκτρικά οχήματα με ενβυσμάτωση», τα λεγόμενα “**Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV)**”. Πρόκειται για υβριδικά αυτοκίνητα που λειτουργούν συνδυαστικά με ηλεκτροκινητήρα και θερμικό κινητήρα. Οι συσσωρευτές τους φορτίζονται από το συμβατικό τους καύσιμο αλλά επίσης και από το δίκτυο ή κάποια εξωτερική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής (Νέγκας, 2011).



Πηγή: <https://www.midlandpower.coop/ev>

### Διάγραμμα 2.1

Διαγραμματική απεικόνιση των τύπων ηλεκτρικών αυτοκινήτων

## 2.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Ο σχεδιασμός του κινητήρα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου διαφέρει συγκριτικά με τις υπόλοιπες με τις υπόλοιπες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται (πετρελαιοκίνητα και βενζινοκίνητα οχήματα).

Τα υπόλοιπα μέρη του (εξωτερικά και μηχανολογικά μέρη) ωστόσο παραμένουν κοινά, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω και είναι τα εξής: το **αμάξωμα** (περιλαμβάνει τα εξωτερικά μέρη του οχήματος) το **πλαίσιο** (αποτελεί το σκελετό του αυτοκινήτου πάνω στον οποίο



στηρίζονται τα υπόλοιπα μέρη όπως ο κινητήρας, οι αναρτήσεις κλπ), την **ανάρτηση** (βοηθά στη σωστή συμπεριφορά του αυτοκινήτου εν κινήσει και αποτελείται από τα αμορτισέρ, τα ελατήρια, την αντιστρεπτή δοκό και εξαρτήματα συγκράτησης, το **σύστημα διεύθυνσης** (είναι ο μηχανισμός που μεταφέρει η εντολή για την πορεία του οχήματος από το τιμόνι στους τροχούς), τα **φρένα** (περιλαμβάνουν τα φρένα και το σύστημα πέδησης και είναι υπεύθυνο για την ασφαλή λειτουργία του οχήματος) και την **τροφοδοσία** (είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία του κινητήρα, καθώς διανέμεται το καύσιμο).

Ο περισσότερος κόσμος, τείνει να θεωρεί το ρεζερβουάρ το πιο σημαντικό κομμάτι ενός οχήματος. Στην ουσία όμως ο κινητήρας, είναι η καρδιά του αυτοκινήτου, γι' αυτό δίνεται μεγάλη έμφαση στην κατασκευή του. Σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο, ο κινητήρας εκμεταλλεύεται μόλις το 1/3 παραγόμενο προϊόν από την καύση του καυσίμου, ώστε να μετατραπεί σε ροπή και ισχύ (Μπερμπέτι, 2020). Στα ηλεκτρικά οχήματα από την άλλη, ο ηλεκτροκινητήρας αποτελεί από μόνος του μια γεννήτρια που είτε καταναλώνει ενέργεια για να παράγει κίνηση, είτε την ανακτά με την επιβράδυνση, με αποτέλεσμα η απόδοσή του να ξεπερνά το 90% (Μπερμπέτι, 2020).

Η βασική λειτουργία του κινητήρα είναι να μετατρέπει το είδος της ενέργειας που τροφοδοτείται σε κινητική ενέργεια. Στον κινητήρα εσωτερικής καύσης παράγεται θερμική ενέργεια, λόγω της καύσης των καυσίμων, δηλαδή της βενζίνης ή του καυσίμου diesel. Στον ηλεκτρικό κινητήρα, η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική. Ο ηλεκτρικός κινητήρας αποτελείται από μία διάταξη αγωγών, οι οποίοι λειτουργούν ως φορείς ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που όταν προσανατολιστούν, παράγουν δύναμη. Η δύναμη αυτή καταλήγει εν τέλει σε ροπή στον άξονα του κινητήρα (Μπούμης, 2009).

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στους κινητήρες **συνεχούς ρεύματος** και στους κινητήρες **εναλλασσόμενου ρεύματος**. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος χωρίζονται σε 4 κατηγορίες: ξένης διέγερσης, διέγερσης σειράς, παράλληλης διέγερσης και σύνθετης διέγερσης. Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος χωρίζονται σε κατηγορίες: σύγχρονοι, ασύγχρονοι και κινητήρες με συλλέκτη (Janocha, 2014) Οι δύο πιο ευρέως διαδεδομένοι κινητήρες οι σύγχρονοι και οι ασύγχρονοι.

Ο **Επαγωγικός ή Ασύγχρονος** ονομάζεται «επαγωγικός» επειδή ο ρότορας εξαρτάται από τον στάτη, συνεπώς το ρεύμα, η τάση και το μαγνητικό του πεδίο, εξαρτώνται άμεσα από του στάτη. Η ταχύτητα περιστροφής του μαγνητικού πεδίου που σχηματίζει το ηλεκτρικό ρεύμα των πηνίων εντός του στάτη, είναι ελαφρώς μικρότερη από την ταχύτητα περιστροφής του

μαγνητικού πεδίου στο ρότορα, για αυτό ο κινητήρας αποκαλείται και «ασύγχρονος». Αυτή η διαφορά τιμής ονομάζεται ολίσθηση και υπολογίζεται στο 5%. Η απόδοση ενός τέτοιου κινητήρα αγγίζει το 90%. Μοντέλα αυτοκινήτων που κυκλοφορούν στην αγορά με επαγωγικό κινητήρα είναι τα Tesla Model S, Mercedes EQC, Audi E-Tron κ.α..

Ο **Σύγχρονος ή Μόνιμου Μαγνήτη** ονομάζεται «σύγχρονος» μεν διότι έχει μηδενική ολίσθηση, «μόνιμου μαγνήτη» δε διότι ο ρότοράς του, φέρει μαγνήτες. Η απόδοση του ανέρχεται σε ποσοστό στο 95%. Μοντέλα που κυκλοφορούν ευρέως στην αγορά είναι για παράδειγμα τα Nissan Leaf, Tesla Model 3, BMW I3, Audi e-Tron κ.α. (Janocha, 2014).

**Πίνακας 2.1**  
**Σύγκριση Επαγωγικού και Σύγχρονου Κινητήρα**

	<b>ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ</b>	<b>ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ</b>
<b>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</b>	Ευρέως γνωστός	Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης
	Υψηλός βαθμός Απόδοσης	Χαμηλές ανάγκες για ψύξη
	Χαμηλό κόστος Κατασκευής	Υψηλή πυκνότητα ισχύος
Υψηλή απόδοση ακόμη και σε υψηλές στροφές		
<b>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</b>	Ανάγκη για ψύξη	Μεγάλο κόστος κατασκευής
		Λιγότερο γνωστός, ελάχιστοι εξειδικευμένοι μηχανικοί
	Χαμηλότερος βαθμός απόδοσης	

Πηγή: [www.heliev.gr](http://www.heliev.gr)

Σημαντικά είναι εξίσου και τα βοηθητικά εξαρτήματα του ηλεκτρικού κινητήρα, δηλαδή ο μεταφορέας ταχύτητας κινητήρα, οι συνηθισμένοι ακροδέκτες και το σύστημα ψύξης.

## **2.5 Λειτουργία Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου**

Η λειτουργία ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου δεν διαφέρει πολύ από ενός συμβατικού. Αντιθέτως μάλιστα είναι πολύ πιο απλή. Το πρώτο και πιο βασικό σημείο είναι η ενεργοποίηση της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου με τα σχετικά όργανα.

Αυτό επιτυγχάνεται σε ένα συμβατικό όχημα γυρνώντας το κλειδί που είναι τοποθετημένο στη μίζα, ενώ στα ηλεκτρικά πατώντας το αντίστοιχο κουμπί. Παρόλα αυτά, η λογική παραμένει η ίδια. Το επόμενο βήμα είναι καθώς ο οδηγός πατάει το πεντάλ, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου λαμβάνει σήμα και ξεκινά να αντλεί ρεύμα και τάση από την μπαταρία, ενώ ο κινητήρας εφαρμόζει ροπή στους τροχούς. Αξίζει να σημειωθεί τα ηλεκτρικά οχήματα πετυχαίνουν μεγαλύτερη ροπή, με αποτέλεσμα και τη μεγαλύτερη επιτάχυνση του οχήματος σε σχέση με τα συμβατικά.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό τους είναι το αναγεννητικό φρενάρισμα. Με άλλα λόγια, ο μηχανισμός ανάκτησης της ενέργειας, κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε άλλης μορφής ενέργεια. Στα συμβατικά οχήματα η ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική μέσω της τριβής, με συνέπεια την απώλεια της. Από την άλλη, στα ηλεκτρικά οχήματα η ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική, η οποία στην συνέχεια ανατροφοδοτεί την μπαταρία (Τσάκαλος, 2012).

## **2.6 Μπαταρίες Ηλεκτρικών Αυτοκινήτων**

Η μπαταρία ουσιαστικά αποτελεί μια έναν ηλεκτρικό συσσωρευτή ή αλλιώς μια πηγή αποθήκευσης χημικής ενέργειας που την ανάλογη στιγμή τη διαθέτει σε εξωτερικό κύκλωμα (στον ηλεκτρικό κινητήρα), αφού πρώτα μετατραπεί σε ηλεκτρική. Τα βασικά μέρη της μπαταρίας είναι τα εξής: τα ηλεκτρόδια (άνοδος –κάθοδος), τις διαχωριστικές πλάκες, τους πόλους μολύβδου, τον ηλεκτρολύτη και το κάλυμμα/κέλυφος.

Στην περίπτωση των ηλεκτρικών οχημάτων, όταν οι πόλοι της μπαταρίας συνδέονται με τον κινητήρα δημιουργείται ένα κλειστό κύκλωμα. Με αυτόν τον τρόπο διαρρέεται ρεύμα

που περνά από τον κινητήρα παράγοντας ροπή. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μπαταρία να αρχίζει να εκφορτίζεται. Στην περίπτωση που η μια εξωτερική μονάδα αντιστρέψει τη ροή του ρεύματος προς την μπαταρία, τότε η μπαταρία φορτίζεται.

Κύριο χαρακτηριστικό των μπαταριών που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι σε σχέση με τις κοινές είναι ότι τα ηλεκτρόδια τους κινούνται προς δύο κατευθύνσεις. Κατά κύριο λόγο έχουν αναπτυχθεί δύο είδη μπαταριών για τέτοια οχήματα τα οποία ανήκουν στην κατηγορία μπαταριών μολύβδου – οξέος (Pb – Acid), οι μπαταρίες AGB (Absorbent Glass Mat) και οι EFB (Enhanced Flooded Battery).

Στις AGB πολύ μικρές ίνες υαλοβαμβάκων διατάσσονται ανάμεσα στις πλάκες μολύβδου, περικλείοντας έτσι το οξύ. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ταχύτερη αντίδραση του οξέος με τον μολύβδο και η μπαταρία είναι σε θέση να τροφοδοτήσει τον κινητήρα με μεγάλη ποσότητα ρεύματος, κάτι πολύ χρήσιμο ειδικά σε οχήματα με σύστημα εκκίνησης start-stop. Οι EFB ωστόσο είναι κατασκευασμένες με υγρό ηλεκτρολύτη, πορώδη πολυεστέρα και γενικώς πιο αξιόπιστα υλικά, με συνέπεια να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Ο καταλληλότερος τύπος μπαταρίας διαφέρει από όχημα σε όχημα μιας και η συμβατότητας της σχετίζεται με την πολυπλοκότητα του συστήματος εκκίνησης που φέρει το κάθε μοντέλο (Oosten, 2019).

## 2.7 Τροφοδοσία

Για να φορτιστεί ένα ηλεκτρικό όχημα, απαιτείται ένας ηλεκτρικός φορτιστής ή ένα καλώδιο φόρτισης για να αντλεί ηλεκτρικό ρεύμα από το δίκτυο. Ο ρόλος του φορτιστή είναι να μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) ρεύμα που λαμβάνει από το δίκτυο, σε συνεχές (DC), εξασφαλίζοντας τη σωστή τάση ώστε να φορτιστεί η συστοιχία των συσσωρευτών του οχήματος. Η διάρκεια φόρτισης εξαρτάται από το μέγεθος των συσσωρευτών, την ισχύ του φορτιστή και με την πηγή που προέρχεται το ρεύμα.

Οι πιο ευρέως γνωστοί φορτιστές είναι μονοφασικοί με ισχύ 6,6kW (για ηλεκτρικά) και 3,3kW (για αναφορτιζόμενα υβριδικά). Κυκλοφορούν βέβαια και τριφασικοί (με ισχύ 11kW ή 22Kw), αλλά χρησιμοποιούνται μόνο στην περίπτωση που οι συσσωρευτές του αυτοκινήτου έχουν μεγάλη συστοιχία.

Γενικά υπάρχουν τρεις κατηγορίες φόρτισης ανάλογα τη σύνδεση. Η φόρτιση **Επιπέδου 1 (Mode1)**, η οποία χρησιμοποιείται συνήθως για ηλεκτρικά ποδήλατα ή πατίνια αφού η φόρτιση είναι πολύ αργή, ενώ στην περίπτωση του αυτοκινήτου απαιτούνται 6-8 ώρες φόρτισης για αυτονομία έως 120 χιλιόμετρα. Το όχημα φορτίζεται με εναλλασσόμενο ρεύμα από το δίκτυο, με τάση 230V (μονοφασική) ή 400V (τριφασική) και μέγιστη ένταση 16A.

Η φόρτιση **Επιπέδου 2 (Mode2)**, πρόκειται για ημιταχεία φόρτιση, με τάση 230V (μονοφασική) ή 400V (τριφασική) και μέγιστη ένταση 32A. Ο κάτοχος του οχήματος θα πρέπει να διαθέτει ειδικό καλώδιο για τη συγκεκριμένη φόρτιση. Για κάθε μία ώρα που φορτίζεται το αυτοκίνητο λαμβάνει ρεύμα ώστε να μπορεί να διανύσει 20-120 χιλιόμετρα.

Η φόρτιση **Επιπέδου 3 (Mode3)**, απαιτεί εξωτερικό φορτιστή με ισχύ έως 175kW μιας και πρόκειται ταχείας ή υπερταχείας μορφής φόρτιση. Ο φορτιστής είναι εγκατεστημένος στο χώρο φόρτισης και μόνιμα εγκατεστημένος με το δίκτυο, συνήθως με τριφασική παροχή. Αποτέλεσμα αυτής της σύνδεσης, είναι σε λιγότερο από μία ώρα να έχει φορτιστεί το 80% της μπαταρίας του αυτοκινήτου (Ανδρικόπουλος, 2020).

Η πλειονότητα των ιδιοκτητών ηλεκτρικών αυτοκινήτων φορτίζουν το όχημα τους είτε το βράδυ στην οικία τους είτε στο χώρο εργασίας τους όταν πρόκειται για εταιρικά αυτοκίνητα. Γι αυτό το λόγο, απαιτείται εξοπλισμός με ειδική εγκατάσταση φόρτισης επιπέδου 2. Το κόστος του εξοπλισμού κυμαίνεται από 600 έως 1200 ευρώ ενώ το κόστος εγκατάστασης περίπου 300 ευρώ.

## **2.8 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Είναι γεγονός πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα φέρουν πολλά πλεονεκτήματα, έναντι των συμβατών. Το πιο βασικό είναι ότι παράγουν μηδενικούς ρύπους. Αυτό συμβαίνει διότι δεν εξάγονται καυσαέρια από την εξάτμιση και δεν διαθέτουν φίλτρο καπνού, κατά συνέπεια παρουσιάζουν απειροελάχιστη ρύπανση, κυρίως όταν χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Επιπλέον, παράγουν λιγότερο θόρυβο από τα συμβατικά οχήματα, καθώς δεν διαθέτουν κινητήρα εσωτερικής καύσης. Λειτουργούν σε μεγαλύτερο εύρος στροφών (14.000 στροφές / λεπτό), χωρίς να καταπονείται ο κινητήρας. Ο κινητήρας τους (ηλεκτρικός κινητήρας) είναι αποδοτικότερος σε σχέση με ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης, συνεπώς αξιοποιεί καλύτερα

την ενέργεια που τροφοδοτείται. Επί πρόσθετα, διαθέτουν σύστημα αυτό-φόρτισης (regenerative braking), κατά την επιβράδυνση, συνεπώς βελτιώνεται ο δείκτης κατανάλωσης τους. Αποτέλεσμα αυτού, να καταναλώνουν ακόμη λιγότερη ενέργεια. Εκτός των άλλων, τα λειτουργικά τους έξοδα είναι πολύ χαμηλότερα σε σχέση με των συμβατικών. Πιο συγκεκριμένα, δε χρειάζονται τακτικές αλλαγές λαδιών και δεν απαιτείται συντήρηση στο σύστημα ανάφλεξης, πιστόνια, βαλβίδες, εκκεντροφόρους.

Από την άλλη μεριά, παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα. Το κυριότερο είναι το υψηλό κόστος κατασκευής, που έχει ως άμεση συνέπεια, την υψηλή τιμή πώλησης. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι η περιορισμένη αυτονομία οδήγησης (100-300 km). Μετά το πέρας αυτής της αυτονομίας, το όχημα πρέπει οπωσδήποτε να επαναφορτιστεί σε κάποιο συμβατό σημείο φόρτισης. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι ο μεγάλος χρόνος φόρτισης. Απαιτούνται 6 ώρες φόρτισης για να φορτιστεί το 80% της μπαταρίας. Τέλος η μπαταρία του ηλεκτρικού οχήματος έχει πολύ μικρή διάρκεια ζωής (3 έως 5 χρόνια) (Τσάκαλος, 2012).

## 2.9 Σύνοψη

Ανατρέχοντας στην Ιστορία φαίνεται πως η ιδέα για το ηλεκτρικό όχημα ξεκίνησε αιώνες πριν. Από τότε τα τεχνικά του χαρακτηριστικά έχουν αναβαθμιστεί και προσαρμοστεί στις ανάγκες της σημερινής κοινωνίας. Τα σύγχρονα τροφοδοτικά συστήματα και οι μπαταρίες νέας γενιάς καθιστούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα συμβατά με το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο.

Υβριδικό ή πλήρως ηλεκτρικό, ένα τέτοιο όχημα αποτελεί τη σύγχρονη λύση, μιας και τα πλεονεκτήματα του υπερτερούν κατά πολύ σε σχέση με τα μειονεκτήματα. Ο ηλεκτροκινητήρας που διαθέτουν αποδίδει 90 – 95%, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν απώλειες. Το κόστος χρήσης είναι πολύ μειωμένο, καθώς ανάλογα με το ρυθμό της φόρτισης το αυτοκίνητο διαθέτει αυτονομία 120 χλμ. Σημαντικοί επίσης είναι και οι μηδαμινοί ρύποι, καθώς το όχημα δεν έχει εξάτμιση, άρα και ο μειωμένος θόρυβος. Τέλος, το χαμηλό κόστος συντήρησης είναι εξίσου σημαντικός παράγοντας.

Υπάρχουν βεβαίως και αρνητικά στην αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου όπως το υψηλό του κόστος, η ανάγκη αναζήτηση σταθμού φόρτισης. Παρόλα αυτά, τα πλεονεκτήματά του, δείχνουν να υπερτερούν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

#### 3.1 Εισαγωγή

Αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται στους σταθμούς σύνδεσης στο δίκτυο. Περιγράφει τη λειτουργία των σταθμών φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων και επεξηγεί με ποιον τρόπο συνδέονται στο δίκτυο.

Παρατίθενται και επεξηγούνται τα διάφορα είδη φόρτισης και οι χρεώσεις τους. Περιγράφεται επίσης ο τρόπος συντήρησης των σταθμών και οι γεωγραφικές τους τοποθεσίες στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Επιπλέον, παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση και το σχέδιο δράσης για την επέκταση των σταθμών στο ελληνικό δίκτυο.

Είναι σημαντικό χρόνο με το χρόνο οι σταθμοί φόρτισης να πληθαίνουν, ώστε να εξυπηρετούνται ακόμη περισσότερα οχήματα. Για αυτόν τον σκοπό περιγράφονται στην συνέχεια οι βασικές ενέργειες που έχουν γίνει από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Ελληνικό κράτος.

#### 3.2 Περιγραφή σταθμών σύνδεσης

Οι σταθμοί σύνδεσης αποτελούν τις μονάδες από τις οποίες τα ηλεκτρικά οχήματα εφοδιάζονται με ηλεκτρικό ρεύμα, ώστε να επαναφοριστούν οι μπαταρίες τους. Όσο αυξάνεται η ζήτηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, τόσο πληθαίνουν οι εναλλακτικοί σταθμοί σύνδεσης στο δίκτυο.

Οι **Οικιακοί Σταθμοί** αποτελούν σταθμό ιδιωτικής χρήσης, ημι-ταχείας ή ταχείας φόρτισης, επιπέδου 2 ή 3 (όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο). Η εγκατάσταση

γίνεται από ιδιωτική εταιρία και εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό. Το κόστος είναι σχετικά χαμηλό. Η συσκευή τοποθετείται επί του τοίχου ή σε ορθοστάτη και δεν καταλαμβάνει μεγάλο όγκο. Για την εγκατάστασή του απαιτείται παροχή μονοφασικού ή τριφασικού ρεύματος. Η δυναμική φόρτισης αυτού του σταθμού είναι ένα όχημα ανά φόρτιση και δύναται η συσκευή να συνδεθεί με ασύρματο δίκτυο και ο χρήστης να ελέγχει τη διαδικασία της φόρτισης μέσω εφαρμογής λογισμικού android ή ios.

Οι **Εταιρικοί Σταθμοί** πρόκειται για σταθμούς ιδιωτικής χρήσης σταθμούς, που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά από το προσωπικό της εκάστοτε εταιρίας ή των εταιριών που ενδεχομένως συστεγάζονται στον ίδιο χώρο. Η κατασκευή τους και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά δεν διαφέρουν από τους οικιακούς. Μία επιπρόσθετη λειτουργία που τους καθιστά καταλληλότερους για επαγγελματική χρήση είναι η δυνατότητα ταυτοποίησης του χρήστη, μέσω ψηφιακής κάρτας. Με άλλα λόγια, για να χρησιμοποιήσει κάποιος τον σταθμό απαιτείται να εξουσιοδοτήσει χρήση, διότι όπως προαναφέρθηκε η χρήση είναι ιδιωτική. Καταγράφει επίσης την κατανάλωση και το κόστος για κάθε χρήστη (Novatech, 2019).

Οι **Σταθμοί** που βρίσκονται **σε ιδιωτικούς χώρους με δημόσια χρήση**, αποτελούν τους σταθμούς που βρίσκονται σε ιδιωτικούς χώρους μεγάλης επισκεψιμότητας όπως εμπορικά κέντρα, σούπερ μάρκετ και ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης, όπου ο καθένας έχει πρόσβαση και μπορεί να φορτίσει το αυτοκίνητό του, καταβάλλοντας το ανάλογο αντίτιμο. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης θα πρέπει να φέρει το δικό του καλώδιο φόρτισης, καθώς οι σταθμοί που διαθέτουν δικά του καλώδια, είναι ελάχιστοι. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός πως το αυτοκίνητο μπορεί να φορτιστεί καθώς είναι παρκαρισμένο, χωρίς να χρειάζεται ο ιδιοκτήτης να είναι παρόν. Η κατασκευή τους έχει παρόμοιες προδιαγραφές με εκείνες των προηγούμενων σταθμών, με τη διαφορά ότι παρέχουν τη δυνατότητα να φορτίζονται δύο οχήματα ταυτόχρονα.

Οι **Σταθμοί** που βρίσκονται **σε δημόσιους χώρους με δημόσια χρήση**, είναι τοποθετημένοι με μεγάλους αυτοκινητόδρομους (εθνικές οδούς), σε λιμένες ή αεροδρόμια, έξω από δημόσια κτίρια (δημαρχεία, νοσοκομεία) κλπ. Η πρόσβαση τους είναι εφικτή από τον οποιονδήποτε και η χρήση τους παρέχεται δωρεάν. Η φόρτιση τους είναι αργή έως ημι-ταχεία (συνήθως επιπέδου 2). Είναι κατάλληλοι για οχήματα με ισχύ μπαταρίας έως 40 Kw.

Οι **Σταθμοί** που βρίσκονται **σε δημόσιους χώρους** και είναι **ταχείας φόρτισης**, επιτυγχάνουν ταχεία φόρτιση (Επίπεδου 3) με εναλλασσόμενο ρεύμα τριφασικής παροχής και μέγιστης ισχύος 21kW (32A). Ο κάτοχος του οχήματος θα πρέπει να διαθέτει δικό του



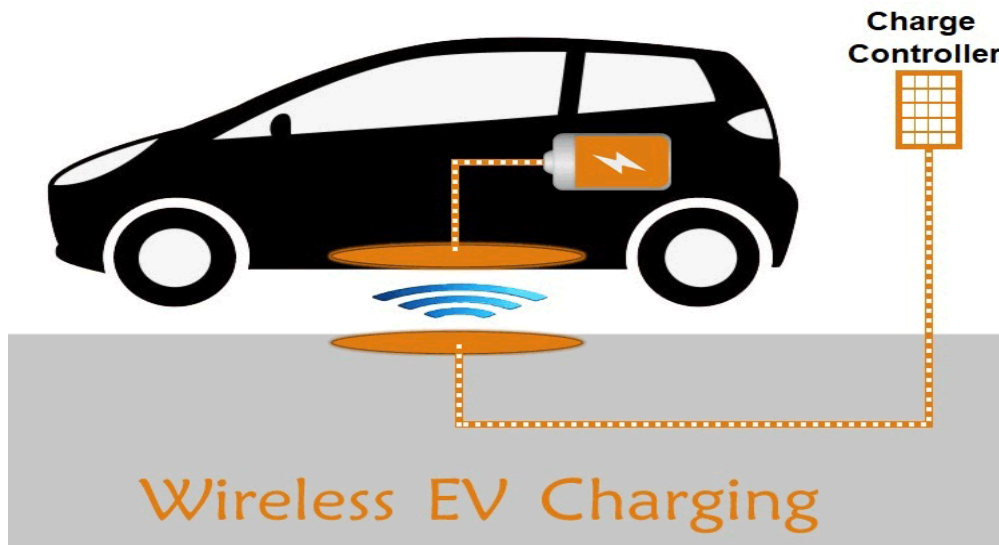
καλώδιο και ο φορτιστής του οχήματος να είναι συμβατός με την συγκεκριμένη παροχή. Ο χρόνος φόρτισης μειώνεται πάρα με αποτέλεσμα να φορτίζεται η μπαταρία του αυτοκινήτου κατά 85%, σε λιγότερο από μισή ώρα (Νέγκας, 2011).

### 3.3 Είδη φόρτισης

Η **Ενσύρματη** φόρτιση χρησιμοποιείται καλώδιο για τη μετάδοση της ηλεκτρικής ενέργειας από την πηγή της ενέργειας (πρίζα) στον φορτιστή του αυτοκινήτου. Ο χρόνος φόρτισης μεταβάλλεται ανάλογα την τάση και την ένταση του ρεύματος και με αυτό τον τρόπο προκύπτουν τα διάφορα επίπεδα φόρτισης (Επίπεδο 1,2,3) όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Για παράδειγμα, στο επίπεδο 2 με τάση 240V και ένταση 32A ο χρόνος φόρτισης είναι περίπου 4 ώρες, ενώ στο Επίπεδο 3 με τάση 500 V και ένταση 200A η φόρτιση διαρκεί περίπου μισή ώρα (Τσάκαλος, 2012).

Η **Ασύρματη (wireless) / Επαγωγική (inductive)**, αποτελεί την εξέλιξη της τεχνολογίας φόρτισης, καθώς δεν απαιτείται επαφή με καλώδιο. Η ενέργεια λαμβάνεται με επαγωγικό ζεύγος (inductive mode) με ισχύ μέχρι 11 kW. Στην ουσία δημιουργείται ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μεταξύ του πομπού (στην προκειμένη η πηγή της ηλεκτρικής ενέργειας) και του δέκτη (ειδικός μηχανισμός που βρίσκεται επί του οχήματος) μεταξύ των οποίων δημιουργείται ασύρματη σύζευξη (Νέγκας, 2011).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι στις 23 Νοεμβρίου 2020, η ένωση Μηχανικών αυτοκινήτων “Society of Automotive Engineers ” με το όνομα “SEA J2954”, ανακοίνωσε το πρώτο σε παγκόσμια εμβέλεια πρωτόκολλο τυποποίησης σχετικά με την ασύρματη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Το πρωτόκολλο αφορά συστήματα ασύρματης φόρτισης που η ισχύς δεν υπερβαίνει τα 11kW. Σκοπός είναι όλα τα ηλεκτρικά οχήματα να εξυπηρετούνται οπουδήποτε, ανεξάρτητα σε ποιον κατασκευαστή ανήκουν (ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο., 2020).



Πηγή: [circuitdigest.com](http://circuitdigest.com)

**Διάγραμμα 3.1**

**Διαγραμματική απεικόνιση συστήματος ασύρματης φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου**

### 3.4 Συντήρηση σταθμών

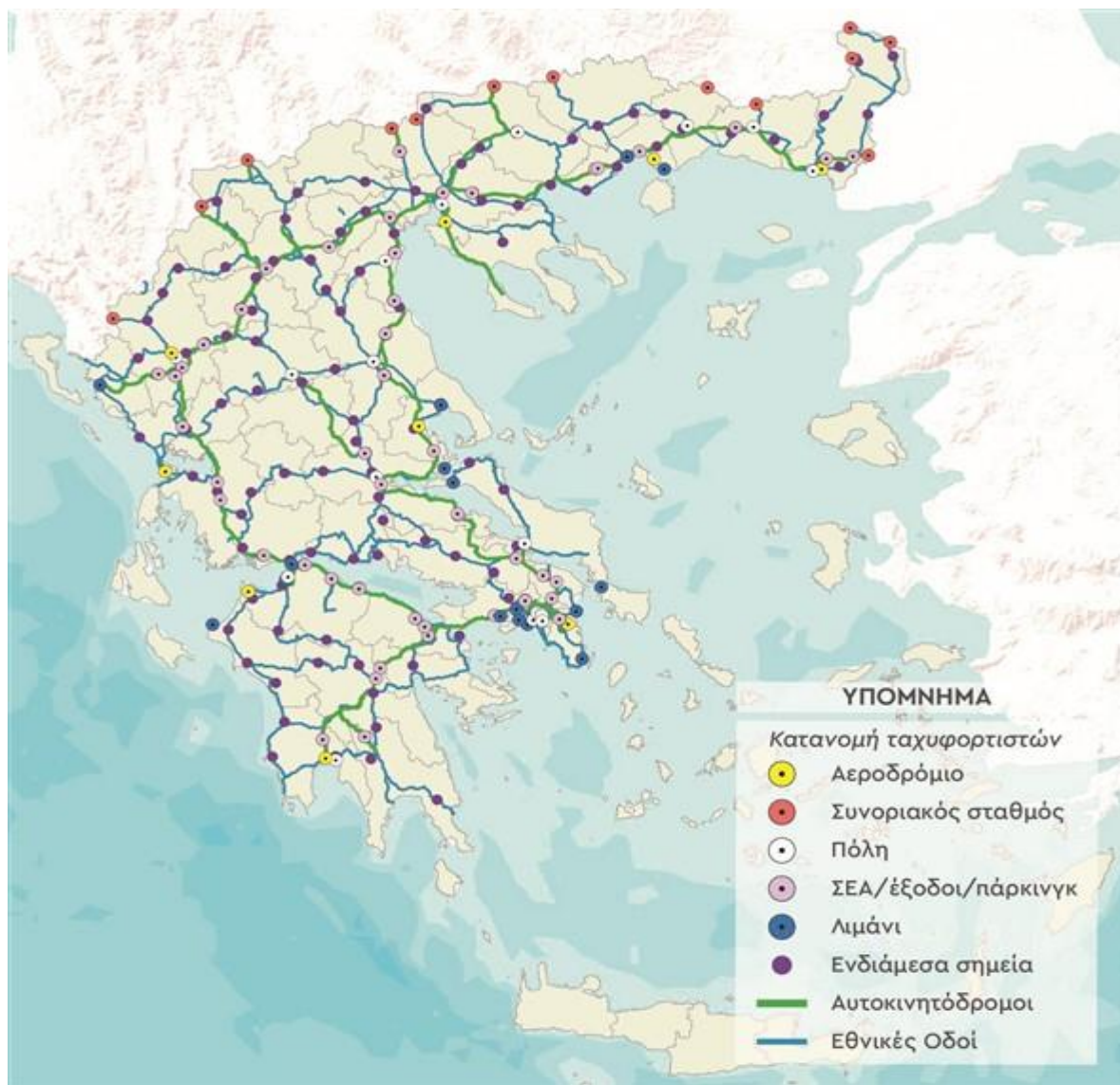
Η σωστή συντήρηση των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι πολύ σημαντική τόσο για την ασφαλή φόρτιση του οχήματος, όσο και για την αποφυγή τυχόν επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Μια ομάδα από εξειδικευμένους τεχνικούς θα πρέπει να επισκέπτεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα τον κάθε σταθμό ώστε έπειτα από επιθεώρηση να επισκευάζονται τυχόν βλάβες καθώς επίσης και να αποφεύγονται μελλοντικές. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει καταρχάς να επιθεωρούνται εξωτερικά προβλήματα του σταθμού όπως φθορές στο οδόστρωμα της θέσης παρκαρίσματος, σπασμένα κουμπιά κλπ. Κατά δεύτερον θα πρέπει να ελέγχονται οι καλωδιώσεις και τα ηλεκτρολογικά μέρη του συστήματος. Επόμενο βήμα είναι ελεγχθεί και το λογισμικό.

Όλοι οι σταθμοί πρέπει να ενημερώνονται με τις τελευταίες εκδόσεις των προγραμμάτων ώστε να αποφεύγονται λάθη στις χρεώσεις, στις καταναλώσεις κα (Schneider Electric, 2014).

### 3.5 Τοποθεσίες των σταθμών στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα αυτή τη στιγμή απαριθμούνται περισσότεροι από 280 σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων δημόσιας χρήσης. Οι σταθμοί αυτοί είναι είτε ημι-ταχείας, είτε ταχείας φόρτισης και είναι τοποθετημένοι σε κομβικά σημεία.



Πηγή: ecopress.gr

**Διάγραμμα 3.2**

Διαγραμματική απεικόνιση του εθνικού δικτύου σταθμών επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Συγκεκριμένα σημεία ημι-ταχείας φόρτισης βρίσκονται στις παρακάτω γεωγραφικές περιοχές:

Αττικής (> 100), Θεσσαλονίκης (>20), Έβρου (1), Ροδόπης (1), Ξάνθης (3), Δράμας (1), Καβάλας (3), Σερρών (3), Κιλκίς (3), Χαλκιδικής (6), Εδέσσης (2), Ημαθίας (3), Πιερίας (2), Κοζάνης (1), Λαρίσης (3), Τρικάλων (3), Μαγνησίας (6), Ιωαννίνων (6), Άρτας (1), Λευκάδας (1), Αιτωλοακαρνανίας (3), Κεφαλληνίας (1), Ζακύνθου (1), Ευρυτανίας (1), Λαμίας (5), Βοιωτίας (2), Εύβοιας (3), Κορίνθου (6), Αχαΐας (8), Ηλεία (3), Μεσσηνίας (3), Λακωνίας (3), Αργολίδας (2), Λέσβου (1), Χίου (1), Κυκλάδων (4), Δωδεκανήσων (26), Χανίων (4), Ρεθύμνης (6), Ηρακλείου (7), Λασιθίου (2).

Επί πρόσθετα, οι σταθμοί ταχείας φόρτισης επεκτείνονται συνεχώς. Προς το παρόν ... είναι ήδη σε λειτουργία στις παρακάτω περιοχές: Αθήνα (4), Θεσσαλονίκη (1), Κασσάνδρεια Χαλκιδικής (1), Ιόνια Οδός (8- Επισκοπικό, Φιλιπιάδα, Αμφιλοχία, ΣΕΑ Αμβρακίας, Ευηνοχώρι, ΣΕΑ Σοφάδων (2), Ολυμπία Οδός (4- Ψαθόπυργος, Βέλος), Αταλάντη (2), Ρόδος (1), Ρέθυμνο (1) (ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο., 2021).

### **3.6 Σταθμοί στο εξωτερικό**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι στιγμής διαθέτει περισσότερα από 200.000 σημεία φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων δημόσιας χρήσης. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 50% των σημείων μοιράζεται σε τρεις χώρες, δηλαδή στη Γερμανία, τη Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο καταλαμβάνοντας ποσοστά 20, 15 & 14 % αντίστοιχα. Ένα επιπλέον 25% επεκτείνεται στις λεγόμενες Κάτω Χώρες (Παρασίδης, 2020).

Η Ολλανδία καταλαμβάνει την πρώτη θέση με τους περισσότερους σταθμούς φόρτισης (50.000 αργής φόρτισης 7kW – 42.000 ταχείας φόρτισης 11-22kW), τη δεύτερη θέση η κατέχει η Γερμανία (27.000 αργής φόρτισης 7kW – 17.000 ταχείας φόρτισης 11-22kW), την τρίτη αντίστοιχα η Γαλλία (24.000 αργής φόρτισης 7kW – 14.000 ταχείας φόρτισης 11-22 kW), την τέταρτη το Ηνωμένο Βασίλειο (22.000 αργής φόρτισης 7kW – 4.000 ταχείας φόρτισης 11-22kW), τη πέμπτη η Ιταλία (9.000 αργής φόρτισης 7kW – 7.000 ταχείας φόρτισης 11-22 kW) και την έκτη το Βέλγιο (5.000 αργής φόρτισης 7kW – 4.500 ταχείας φόρτισης 11-22kW) (Todts, 2020).

Παρά την Πράσινη Συμφωνία που εξήγγειλε η Ευρωπαϊκή Ένωση πριν περίπου ένα χρόνο, το δίκτυο σταθμών φόρτισης στην Ευρώπη παρουσιάζει ελλείψεις. Καταρχάς η

διαθεσιμότητα των σταθμών φόρτισης διαφέρει ανά χώρα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι χώρες της Δυτικής Ευρώπης κατέχουν πολύ περισσότερους σταθμούς σε σχέση με τα Βαλκάνια.



Πηγή: The longtailpipe.com

### Διάγραμμα 3.3

Απεικόνιση σε χάρτη με τους σταθμούς ταχείας φόρτισης στην Ευρώπη

Ένα ακόμη μειονέκτημα του Ευρωπαϊκού δικτύου είναι τα προβλήματα που αφορούν τις πληρωμές στους σταθμούς φόρτισης, δηλαδή δεν υπάρχει ένα εναρμονισμένο σύστημα πληρωμών και χρεώσεων. Κάποιοι σταθμοί αναφέρουν χρέωση ανά φόρτιση, κάποιοι άλλοι ανά kWh ή ανά χρόνο φόρτισης. Αποτέλεσμα αυτού να είναι δυνατό στον καταναλωτή να συγκρίνει τις τιμές ανά πάροχο ή να μπορεί να υπολογίζει το ποσό που εν τέλει θα πληρώσει,

όπως γίνεται με τον ανεφοδιασμό ενός συμβατικού οχήματος με βενζίνη ή diesel (χρέωση με ευρώ / λίτρο καυσίμου).

Ο τρόπος πληρωμής επίσης διαφοροποιείται (πληρωμή με πιστωτική κάρτα, μέσω εφαρμογής στο κινητό, προπληρωμή στην ιστοσελίδα της εταιρίας του σταθμού κλπ), με αποτέλεσμα ο χρήστης να βρίσκεται προ εκπλήξεως, καθώς μπορεί να μην έχει στην κατοχή του πιστωτική κάρτα ή συσκευή με σύστημα android για να εγκαταστήσει την εφαρμογή κλπ. Εκτός αυτού δεν υπάρχουν επαρκείς σηματοδοτήσεις με σχετικές πληροφορίες ώστε να ενημερώνεται το κοινό για τον τρόπο χρήσης των σταθμών (παραδείγματος χάριν, ένδειξη πως η πληρωμή πραγματοποιείται μόνο με πιστωτική κάρτα ή μέσω εφαρμογής κ.α.) (Συνέδριο, 2021).

Σε παγκόσμια εμβέλεια, πρωταθλητής στον αριθμό σταθμών αργής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων είναι Κίνα, καταλαμβάνοντας ποσοστό της τάξεως του 52%. Στην Αμερική επίσης λειτουργεί το 11% των σταθμών παγκοσμίως, ενώ σε Ολλανδία, Νορβηγία, Γαλλία, Γερμανία και Ηνωμένο Βασίλειο αθροιστικά το 21%. Η Ιαπωνία από μόνη της καταλαμβάνει το 4%, ενώ το υπόλοιπο 12% μοιράζεται στα υπόλοιπα κράτη.

Αναφερόμενοι ωστόσο σε σημεία ταχείας φόρτισης τα ποσοστά διαφέρουν σημαντικά. Η Κίνα κατέχει το 82% παγκοσμίως, η Αμερική μόλις το 5%, ενώ οι υπόλοιπες χώρες που αναφέρθηκαν κυμαίνονται σε ποσοστά 1- 3% (International Energy Agency , 2019).

### **3.7 Νομοθετικό πλαίσιο ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση**

Η άδεια για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων θεσπίστηκε από την ελληνική νομοθεσία το 2014 (Νόμος 4233/2014). Επιτρέπεται δηλαδή η εγκατάσταση σταθμών σε χώρους στάθμευσης οχημάτων (στεγασμένους και υπαίθριους), σε Πρατήρια υγρών καυσίμων, σε συνεργεία αυτοκινήτων καθώς και σε δημόσια και ιδιωτικά Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ), ενώ το 2018 ( άρθρο 17 του νόμου 4513/2018) θεσπίστηκε και η εγκατάσταση των σταθμών σε δημόσιους κοινόχρηστους χώρους.

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), το 2019 (αρ. 7/2019) γνωμοδότησε το μοντέλο λειτουργίας της αγοράς ηλεκτροκίνησης. Σύμφωνα με αυτό η Ελλάδα θα πρέπει να

οργανώνει δραστηριότητες ανταγωνισμού, όπως η παροχή, και η σωστή διαχείριση δημόσιων υποδομών για την επαναφόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων. Για αυτό το λόγο έχει ορίσει τις προϋποθέσεις προώθησης και ορθής λειτουργίας όλων των υποδομών που αφορούν την ηλεκτροκίνηση. Επιπλέον συστάθηκε και σχετικό μητρώο υποδομών και φορέων αγοράς ηλεκτροκίνησης (ΜΥΦΑΗ) και θεσπίστηκε πλαίσιο που αφορά την τιμολόγηση των παροχών επαναφόρτισης και των λοιπών παροχών ηλεκτροκίνησης.

Εκτός των άλλων με την καινούργια νομοθεσία (4710/2020), θεσπίζονται όλα τα οικονομικά και φορολογικά κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος, η οργάνωση της αγοράς ηλεκτροκίνησης, οι χωροταξικές και πολεοδομικές προδιαγραφές για την εγκατάσταση σταθμών επαναφόρτισης και γίνεται απλοποίηση της αδειοδότησης για την εγκατάσταση σταθμών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση από τη μεριά της, σύμφωνα με την οδηγία 2014/94 έχει καθορίσει τις προδιαγραφές για τη δημιουργία των υποδομών εναλλακτικών καυσίμων. Στόχος είναι να υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός σταθμών επαναφόρτισης σε δημόσιους χώρους σε γεωγραφικές περιοχές υψηλής επισκεψιμότητας, εθνικές οδούς, αστικά κέντρα κλπ. Η οδηγία διασφαλίζει επίσης την εύλογη τιμολόγηση πώλησης των σταθμών προς τους καταναλωτές, χωρίς τη δέσμευση συμβολαίου. Προβλέπει φυσικά και για τους διαχειριστές των δημοσίων σταθμών να μπορούν να προμηθεύονται ενέργεια από όποιον πάροχο επιθυμούν.

### **3.8 Σχέδιο επέκτασης των σταθμών στο ελληνικό δίκτυο**

Το 2017 υπήρχαν στην Ελλάδα, λιγότεροι από 65 δημόσιοι σταθμοί φόρτισης. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2014/94/ΕΕ θα πρέπει να είναι εγκατεστημένη μία δημόσια θέση φόρτισης ανά δέκα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ανά κράτος (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2014). Για την Ελλάδα συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή επιτροπή είχε θέσει ως στόχο τη δημιουργία 13.000 δημοσίων θέσεων φόρτισης έως το 2020.

Σχετικό σχέδιο για την επέκταση των δημοσίων σταθμών φόρτισης είχε ανακοινώσει ο ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ενέργειας) το 2017. Το σχέδιο προέβλεπε την εγκατάσταση 100- 150 σταθμών ταχείας φόρτισης επιπέδου 3, στην ηπειρωτική Ελλάδα και τα νησιά για τα έτη 2018 & 2019 με προϋπολογισμό 1.000.000 ευρώ. Για τα έτη 2019 & 2020 προέβλεπε τη δημιουργία 1000-1500 σταθμών ταχείας φόρτισης

Επιπέδου 3 & 4, στην ηπειρωτική Ελλάδα με προϋπολογισμό 10.000.000 ευρώ. Το σχέδιο εγκρίθηκε ύστερα από δημόσια διαβούλευση στις αρχές του 2018 (Μενεγάτος, 2018).

Σύμφωνα με τα ευρήματα του I.ME.T, είναι απαραίτητη η κατασκευή περίπου 100 (ελάχιστον 80) σταθμών ημι-ταχείας και 3000 ταχείας φόρτισης στις εθνικές οδούς. Επιπλέον, με βάση τη δυναμική του ελληνικού δικτύου σήμερα είναι εφικτό στις εθνικές οδούς να υπάρχει ένας σταθμός ανά 40km.

Κάτι τέτοιο είναι πολύ λογικό, εάν σκεφτεί κάποιος ότι για να ανεφοδιάσει ένα συμβατό αυτοκίνητο χρειάζεται να περιμένει στην ουρά αναμονής του πρατηρίου καυσίμων, μόλις λίγα λεπτά μέχρι να εξυπηρετηθεί ο προηγούμενος πελάτης. Σε έναν σταθμό φόρτισης ωστόσο, απαιτούνται τουλάχιστον 20 λεπτά μέχρι ο προηγούμενος οδηγός να φορτίσει το όχημά του (Κυριακίδης, 2020).

Όσον αφορά την επέκταση του δικτύου στις αστικές ζώνες της χώρας, η μελέτη του I.ME.T δείχνει πως απαιτούνται 1448 σταθμοί ημι-ταχείας φόρτισης για αστικές μετακινήσεις και 338 σταθμοί σε λιμάνια, αεροδρόμια, σιδηροδρομικούς μεγάλης επισκεψιμότητας καθώς και αστικές πόλεις με πληθυσμό μεγαλύτερο από 50.000 κατοίκους.

Η μελέτη που πραγματοποίησε το I.ME.T διαχωρίζει την ανάγκη για εγκατάσταση των σταθμών σε δύο κατηγορίες βάσει του πληθυσμού του εκάστοτε αστικού κέντρου. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται σε δήμους με πληθυσμό μεγαλύτερο των 20.000 κατοίκων ή τουριστικής επισκεψιμότητας σε τουριστικά καταλύματα άνω των 50.000. Η δεύτερη κατηγορία αφορά δήμους με πληθυσμό μικρότερο των 20.000 ή χαμηλή τουριστική επισκεψιμότητα.

Στην πρώτη κατηγορία, ορίστηκε μία ακτίνα 5 έως 7 χιλιομέτρων όπου προσδιορίστηκε ο απαιτούμενος αριθμός σταθμών ανά δήμο, μέσα σε αυτή την ακτίνα. Από την άλλη για τους μικρότερους δήμους προτάθηκε ένας σταθμός φόρτισης ανά δήμο με στόχο υλοποίησης το έτος 2025. Αθροιστικά, το σχέδιο προβλέπει την κατασκευή 1148 σταθμών ημι-ταχείας φόρτισης (Καράτζιου, 2020).



### 3.9 Σύνοψη

Εν κατακλείδι, το ηλεκτρικό δίκτυο συνδέεται άμεσα με την φόρτιση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Οικιακός ή δημόσιας χρήσης, ο σταθμός φόρτισης πρέπει να παρέχει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια στην μπαταρία του οχήματος.

Φυσικά οι σταθμοί ταχείας φόρτισης λύνουν ένα μεγάλο πρόβλημα όσον αφορά το χρόνο φόρτισης, καθώς μπορούν να φορτίσουν το 80% της μπαταρίας σε 30 λεπτά. Οι επαγγελματίες δε, παρέχουν μεγάλη ευκολία, διότι δεν απαιτείται ενσύρματη σύνδεση του οχήματος με τη μονάδα φόρτισης. Το δίκτυο φόρτισης τόσο στην Ευρώπη όσο και ανά τον κόσμο, επεκτείνεται διαρκώς. Στην Ελλάδα υπάρχουν ακόμη αρκετές ελλείψεις.

Οι σταθμοί δημόσιας χρήσης παρέχουν ακόμη και δωρεάν φόρτιση προς όλους τους χρήστες, αλλά θα πρέπει να τροφοδοτούνται συνεχώς με περισσότερους σταθμούς ώστε να εξυπηρετηθεί όλο το καταναλωτικό κοινό. Σημαντικές είναι οι ενέργειες της πολιτείας έως τώρα, αρκεί να μην είναι και οι μοναδικές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Ενσωμάτωση του ηλεκτρικού οχήματος στο «έξυπνο δίκτυο»

#### 4.1 Εισαγωγή

Βασικό χαρακτηριστικό του ηλεκτρικού οχήματος είναι η φόρτισή του με ηλεκτρικό ρεύμα. Εξαιτίας αυτού, η σύνδεση του είναι άμεση με το «έξυπνο δίκτυο». Χωρίς σταθμούς φόρτισης, σε μεγάλα αστικά σημεία, αλλά και κόμβους στις εθνικές οδούς η χρήση του θα έμοιαζε μάλλον ουτοπική.

Η τεχνολογία της ηλεκτροκίνησης έχει εξελιχθεί τόσο, ώστε ο καταναλωτής να μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε ηλεκτρικό αυτοκίνητο, μηχανάκι, φορτηγό ή ακόμη και λεωφορείο. Το κόστος φόρτισης είναι οικονομικό και καθώς επεκτείνεται το «έξυπνο δίκτυο», οι διάφοροι πάροχοι ηλεκτρικού ρεύματος προσφέρουν ανταγωνιστικές τιμές. Επιπλέον, το κράτος έχει σχεδιάσει κάποιες προωθητικές ενέργειες για την χρήση του δικτύου.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί ο τρόπος σύνδεσης του ηλεκτρικού οχήματος στο «έξυπνο δίκτυο», το νομοθετικό πλαίσιο της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς επίσης και οι ενέργειες της πολιτείας σχετικά με την επέκταση του δικτύου.

#### 4.2 Τι είναι το «έξυπνο δίκτυο»

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή περιγράφει τα «έξυπνα δίκτυα», ως «ενεργειακά δίκτυα που μπορούν να παρακολουθούν αυτόματα τις ροές ενέργειας και να προσαρμόζονται ανάλογα στις αλλαγές στην προσφορά και τη ζήτηση ενέργειας. Σε συνδυασμό με έξυπνα συστήματα μέτρησης, τα έξυπνα δίκτυα προσεγγίζουν τους καταναλωτές και τους προμηθευτές παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση σε πραγματικό χρόνο» (European Commission, 2014).

Πιο αναλυτικά, στα μη «έξυπνα δίκτυα» το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μόνο προς μία κατεύθυνση, από την πηγή παραγωγής προς τον δέκτη κατανάλωσης. Αποτέλεσμα αυτού, είναι να δημιουργούνται αυξομειώσεις στην ισχύ του ρεύματος (ειδικότερα όταν το ρεύμα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) και εντέλει ο τελικός αποδέκτης να λαμβάνει ρεύμα άλλοτε αυξημένης και άλλοτε μειωμένης ισχύος σε σχέση με την αναμενόμενη.

Αυτή η ανάγκη ώθησε την ιδέα για την ανάπτυξη ενός «έξυπνου δικτύου», με ελεγχόμενη ισχύ, καλύτερη διαχείριση της ενέργειας που αντλείται από ανανεώσιμες πηγές και αμφίδρομη ροή ρεύματος. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι ότι ο διαχειριστής της πηγής παραγωγής ενέργειας μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση και τις ανάγκες του κάθε χρήστη ώστε να κατανέμει το ρεύμα αναλόγως .

Επιπλέον, δύναται να εντοπίζει τυχόν σφάλματα στο δίκτυο και να ανακατευθύνει τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, ώστε να φθάνει στον παραλήπτη γρήγορα και αξιόπιστα. Ο καταναλωτής από την πλευρά του μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες για την κατανάλωση και την τιμολόγηση του σε πραγματικό χρόνο (Πουλικκάς, 2020).

### **4.3 Οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο «έξυπνο δίκτυο» δίκτυο**

Τα ηλεκτρικά οχήματα σαφώς έχουν κερδίσει ένα μεγάλο κομμάτι στην παγκόσμια αγορά και όχι άδικα. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν, σχετίζονται άμεσα με την σύνδεση τους στο έξυπνο δίκτυο.

Στη συνέχεια αναλύονται τα είδη οχημάτων που δύναται να συνδεθούν στο έξυπνο δίκτυο καθώς τα πλεονεκτήματα τους σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά.

Τα **ηλεκτρικά αυτοκίνητα (ηλεκτρικά & υβριδικά)** έχουν πολύ χαμηλό κόστος μετακίνησης, χαμηλή ετήσια συντήρηση, μηδενική εκπομπή ρύπων γι' αυτό εξαιρούνται του δακτυλίου στο κέντρο της Αθήνας, απαλλαγή των τελών κυκλοφορίας.

Τα **ηλεκτρικά λεωφορεία** έχουν χαμηλό κόστος μετακίνησης, χαμηλή συντήρηση, μηδενική εκπομπή ρύπων, σχεδόν αθόρυβα (Ανδρής, 2020).

Τα **ηλεκτρικά φορτηγά** έχουν χαμηλό κόστος μετακίνησης, χαμηλή ετήσια συντήρηση, μηδενική συντήρηση, σχεδόν αθόρυβα άρα μπορούν να κυκλοφορούν σε περιοχές με

περιορισμό θορύβου, μηδενικές εκπομπές ρύπων επομένως μπορούν να εισέλθουν στους εσωτερικούς χώρους φορτοεκφόρτωσης (Volvo trucks, 2020).

Τα **ηλεκτρικά μηχανάκια** έχουν χαμηλό κόστος μετακίνησης, σχεδόν αθόρυβο και τα **ηλεκτρικά ποδήλατα**: Χαμηλό κόστος μετακίνησης, δεν φέρει πινακίδες κυκλοφορίας (άρα, απαλλάσσεται από τέλη κυκλοφορίας και δεν απαιτείται ασφάλεια), δεν απαιτείται δίπλωμα οδήγησης (Ελληνική Αστυνομία, 2012).

#### 4.4 Κόστος χρήσης του δικτύου

Σημαντικός παράγοντας για να επιλέξει κάποιος να αγοράσει ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι το κόστος της μετακίνησης. Φυσικά και η πιο εύκολη επιλογή είναι η φόρτιση από τη πρίζα του σπιτιού του καθενός. Σε αυτή την περίπτωση το κόστος εξαρτάται από την χρέωση του εκάστοτε πάροχου ηλεκτρικής ενέργειας.

Από την άλλη μεριά, η χρήση του δικτύου διαθέτει πολλές εναλλακτικές σε ευρύ φάσμα χρεώσεων. Για **φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς δωρεάν χρήσης**, η πρόσβαση είναι ελεύθερη σε όλους. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται είναι χαμηλής ισχύος, με αποτέλεσμα η φόρτιση να διαρκεί αρκετές ώρες. Το πλεονέκτημα είναι ότι δεν υπάρχει χρέωση για τη χρήση, ούτε και για την κατανάλωση. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν ακόμη αρκετοί τέτοιοι σταθμοί στο δίκτυο. Συνήθως βρίσκονται εγκατεστημένοι σε μεγάλα εμπορικά κέντρα, σούπερ μάρκετ κλπ.

Αντίστοιχα για **φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς επί πληρωμή**, πρόκειται για σταθμούς του δικτύου που βρίσκονται κατά μήκος εθνικών οδών και κομβικών σημείων σε μεγάλα αστικά κέντρα. Για τη χρήση του σταθμού υπάρχει πάγια χρέωση 2,5€, ενώ το κόστος κατανάλωσης υπολογίζεται με βάση το χρόνο φόρτισης. Το τρέχον κόστος υπολογίζεται περίπου στα 0,25€ / λεπτό της ώρας. Για παράδειγμα, εάν κάποιος φορτίσει το αυτοκίνητό του για μία ώρα φόρτισης θα πληρώσει  $0,25\text{€} \times 60 \text{ λεπτά} = 15\text{€}$  για την κατανάλωση, ενώ το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 17€ (Αποστολόπουλος, 2020). Το θετικό σε αυτή την περίπτωση είναι ότι οι συγκεκριμένοι σταθμοί είναι ημι-ταχείας ή ταχείας ισχύος, συνεπώς η φόρτιση διαρκεί από 30 λεπτά έως 1-3 ώρες.

**Οι σταθμοί φόρτισης ιδιωτικού πάροχου επί πληρωμή**, βρίσκονται είτε σε διάφορα σημεία της πόλης, είτε σε εθνικές οδούς. Η χρήση τους προϋποθέτει ο καταναλωτής να έχει

ολοκληρώσει μια συνδρομή με τον συγκεκριμένο πάροχο. Για το λόγο αυτό, απαιτείται ταυτοποίηση κατά την πρόσβαση το σταθμό μέσω μιας ψηφιακής κάρτας (RFID) ή ανάλογης εφαρμογής στο κινητό. Το κόστος της συνδρομής είναι περίπου 15€. (Fortisis EU, 2020). Η χρέωση συνήθως κοστολογείται ανάλογα με την κατανάλωση και ανέρχεται περίπου στα 0,40€ / kW (Blink Charging Europe, 2020). Υπάρχουν βέβαια και κάποια συμβόλαια με μηνιαία χρεώσεις σε διαφορετική κλίμακα. Οι σταθμοί αυτοί είναι επίσης ημι-ταχείας ή ταχείας φόρτισης.

#### **4.5 Προωθητικές Ενέργειες του κράτους για την αγορά ή μίσθωση ηλεκτρικού αυτοκινήτου**

Το ελληνικό κράτος θέτει συνεχώς κίνητρα στους πολίτες για την αγορά ή τη μίσθωση ηλεκτρικού οχήματος. Το γεγονός αυτό απορρέει κυρίως από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2019/1161.

Η Οδηγία αναφέρει χαρακτηριστικά: « Η Ευρωπαϊκή Ένωση που προστατεύει τον πλανήτη, ισχυροποιεί τους καταναλωτές της και υπερασπίζεται τη βιομηχανία και τους εργαζομένους της, περιλαμβάνει συνδυασμό μέτρων για την προσφορά και τη ζήτηση, προκειμένου η Ένωση να τεθεί σε πορεία προς την επίτευξη κινητικότητας χαμηλών εκπομπών και, συγχρόνως, να ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητα του οικοσυστήματος κινητικότητας της Ένωσης. Η προώθηση καθαρών οχημάτων θα πρέπει να διενεργείται παράλληλα με την περαιτέρω ανάπτυξη των δημόσιων μεταφορών, ως τρόπος μείωσης της κυκλοφοριακής συμφόρησης και, συνεπώς, μείωσης των εκπομπών και βελτίωσης της ποιότητας του αέρα.» (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

Σχετικά με αυτό, το υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος, εξέδωσε νομοσχέδιο με τίτλο: «Μετάβαση στην κινητικότητα χαμηλών εκπομπών: Μέτρα προώθησης και λειτουργία της αγοράς κίνησης». Στο Άρθρο 11 του νομοσχεδίου, προβλέπονται φορολογικές διευκολύνσεις σε επαγγελματίες και εργαζόμενους κατόχους ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Ειδικά για τους **επαγγελματίες με επιχειρηματική δραστηριότητα σε νησιωτικούς δήμους**, προβλέπεται: «για τη δαπάνη απόσβεσης εταιρικού επιβατικού αυτοκινήτου μηδενικών ρύπων, με μέγιστη Λιανική Τιμή Προ Φόρων (Λ.Τ.Π.Φ.) έως τις σαράντα χιλιάδες (40.000) ευρώ, χορηγείται στην επιχείρηση δυνατότητα έκπτωσης από τα ακαθάριστα έσοδα

της, προσαυξημένη κατά ποσοστό εβδομήντα πέντε τοις εκατό (75%) και για το υπερβάλλον ποσό ποσοστό τριανταπέντε τοις εκατό (35%). Τα αντίστοιχα ποσοστά για αυτοκίνητα χαμηλών ρύπων έως 50 γρ. CO<sub>2</sub>/χλμ. είναι τριάντα τριανταπέντε (35%) και είκοσι (20%) τοις εκατό.»

Για τους **επαγγελματίες γενικά**, προβλέπεται: Εάν ο επαγγελματίας κατέχει εταιρικό επιβατικό όχημα μηδενικών ρύπων του οποίου η τιμή λιανικής πώλησης (προ ΦΠΑ), δεν υπερβαίνει το ποσό των 40.000 ευρώ, δύναται να λάβει έκπτωση (από τα ακαθάριστα έσοδά της επιχείρησής τους) για τη δαπάνη απόσβεσης έως 50% και για το υπερβάλλον ποσό 25%. Για οχήματα με ρύπους έως 50γρ CO<sub>2</sub>/χλμ οι εκπτώσεις διαμορφώνονται σε ποσοστά 30% και 15% αντίστοιχα.

Για τους **εργαζομένους** προβλέπεται: όταν ο εργαζόμενος λαμβάνει αποζημίωση για τα έξοδα μετακίνησής του, στην προκειμένη για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τότε αυτό το ποσό δεν υπολογίζεται στο εισόδημα του από τη μισθοδοσία του.

Στο Άρθρο 12 του νομοσχεδίου διατυπώνεται η «εξαίρεση αγοράς αυτοκινήτου μηδενικών ρύπων από την ετήσια αντικειμενική δαπάνη και δαπάνη απόκτησης περιουσιακών στοιχείων». Εκτός αυτού αξιοσημείωτα είναι και τα υπόλοιπα πλεονεκτήματα για έναν ιδιοκτήτη ή εκμισθωτή ηλεκτρικού οχήματος, δηλαδή τα μηδενικά τέλη κυκλοφορίας, η δωρεάν πρόσβαση στο Δακτύλιο και η δωρεάν στάθμευση για 2 χρόνια

Επιπλέον, το υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος έχει θέσει σε ισχύ το πρόγραμμα επιδότησης ηλεκτρικού οχήματος «κινούμαι ηλεκτρικά». Το πρόγραμμα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα καταναλωτών περιλαμβάνοντας ιδιώτες, οδηγούς ταξί αλλά και επαγγελματίες.

Για τους ιδιώτες συγκεκριμένα, για κάθε αγορά καινούργιου ηλεκτρικού οχήματος, ο αγοραστής λαμβάνει μια επιδότηση ως επιβράβευση για την επιλογή του να μη ρυπαίνει το περιβάλλον, το λεγόμενο «οικολογικό bonus». Δίδεται επίσης και μία επιπλέον επιδότηση, στην περίπτωση που ο αγοραστής προσφέρει παλαιό αντίστοιχο όχημα για απόσυρση ή εάν εντάσσεται σε κατηγορία: ΑΜΕΑ/πολύτεκνοι.

#### Πίνακας 4.1

**Ποσά επιδότησης από το ελληνικό κράτος για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος από ιδιώτες ανά είδος ηλεκτρικού οχήματος**

Είδος Οχήματος / κατηγορία έξτρα επιδότησης	Ποσοστό bonus επί της αξίας οχήματος (Τιμή Λιανικής προ ΦΠΑ)	Οικολογικό bonus
Αμιγώς Ηλεκτρικό όχημα (Έως 30.000€)	20%	Έως 6.000€
Αμιγώς Ηλεκτρικό όχημα (30.001€ έως 50.000€)	15%	Έως 6.000€
Ηλεκτρικό δίκυκλο / τρίκυκλο	20%	Έως 800€
Ηλεκτρικό ποδήλατο	40%	Έως 800€
Αντικατάσταση παλαιού οχήματος		1.000€
Αντικατάσταση παλαιού δίκυκλου		400€
ΑΜΕΑ/πολύτεκνοι αυτοκίνητο		1.000€
ΑΜΕΑ/πολύτεκνοι δίκυκλο		500€
«έξυπνο οικιακό σημείο φόρτισης»		500€

Πηγή: kinoumeiliktika.gov.gr

Για παράδειγμα ένα όχημα με τιμή λιανικής προ φόρου 25.000€, επιδοτείται με 20% επί της αξίας του, δηλαδή  $25.000€ \times 20\% = 5.000€$ .

Εάν ο αγοραστής αποφασίσει να αποσύρει το παλαιό του όχημα θα λάβει επιπλέον 1.000€ επιδότηση και εάν είναι και πολύτεκνος θα λάβει έξτρα 1.000€.

Συνεπώς, το τελικό του κέρδος θα είναι:  $5.000€ + 1.000€ + 1.000€ = 7.000€$ .

#### Πίνακας 4.2

**Ποσά επιδότησης από το ελληνικό κράτος για την αγορά ηλεκτρικού ταξί ανά είδος ηλεκτρικού οχήματος**

Είδος οχήματος / ειδική κατηγορία επιδότησης	Ποσοστό επιδότησης επί της αξίας οχήματος προ ΦΠΑ	Ποσό επιδότησης
Αμιγώς ηλεκτρικό όχημα	25%	Έως 8.000€
Υβριδικό όχημα (εκπομπές έως 5γρCO <sub>2</sub> /χλμ)	15%	Έως 5.500€
Υποχρεωτική Αντικατάσταση		2.500€
ΑΜΕΑ/Πολύτεκνοι		1.000€

### Πίνακας 4.3

#### Ποσά επιδότησης από το ελληνικό κράτος για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος από ελεύθερους επαγγελματίες ανά είδος ηλεκτρικού οχήματος

Είδος οχήματος / ειδική κατηγορία επιδότησης	Ποσοστό επιδότησης επί της αξίας οχήματος προ ΦΠΑ	Ποσό επιδότησης
Όχημα μεταφοράς μάζας έως 3,5 τόνοι (BEV/PHEV)	15%	5.500€ / 4.000€
Αμιγώς ηλεκτρικό (BEV)	15%	Έως 5.500€
Ηλεκτρικό δίκυκλο / τρίκυκλο	20%	800€
Αντικατάσταση Οχήματος/Δίκυκλου		1.000€ /400€

Σημαντικό είναι σε αυτό το σημείο να επισημανθεί ότι τα μεταχειρισμένα οχήματα και τα οχήματα που έχουν υποστεί μετατροπή, ακόμη και εάν είναι καινούργια, δεν επιδοτούνται. Δεν επιδοτείται επίσης ο ΦΠΑ (Φόρος Προστιθέμενης Αξίας). Εκτός αυτού, το όχημα που θα επιλέξει ο υποψήφιος αγοραστής, θα πρέπει να τηρεί τους ορισμούς και τις προδιαγραφές του ν.4170/ΦΕΚ 142/Α/23.07.2020 «Προώθηση ηλεκτροκίνησης». Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι η επιδότηση των οικιακών φορτιστών, αφορά μόνο αυτούς που χαρακτηρίζονται ως «έξυπνοι» και φυσικά ισχύει μόνο για φυσικά πρόσωπα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

## 4.6 Σύνοψη

Οι αυτοκινητοβιομηχανίες όλο ένα και στρέφονται στην παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων. Αποτέλεσμα αυτού, να μεγαλώνει και η ανάγκη για την επέκταση του «έξυπνου δικτύου».

Λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες που παρέχει το «έξυπνο δίκτυο» στον καταναλωτή, εύκολα διαπιστώνει κανείς τα ηλεκτρικά οχήματα: φορτηγά, λεωφορεία, αυτοκίνητα, μηχανάκια και ποδήλατα, είναι τα μεταφορικά μέσα του μέλλοντος. Για αυτό τον σκοπό το ελληνικό έχει εκπονήσει σχέδιο προώθησης της ηλεκτροκίνησης, παρέχοντας στους καταναλωτές υψηλά κίνητρα για την χρήση ηλεκτρικού οχήματος και του «έξυπνου δικτύου».



Τελικός σκοπός όλων αυτών είναι η σημαντική μείωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα, αλλά και η αξιοποίηση της τεχνολογίας για οικονομικές και αξιόπιστες μετακινήσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων στο «έξυπνο δίκτυο» με τη συμμετοχή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

#### 5.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, γίνεται μια παγκόσμια προσπάθεια από τους αρμόδιους φορείς της προστασίας του περιβάλλοντος να εντάξουν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού.

Η ποικιλομορφία τους και τα σημαντικά πλεονεκτήματα που διαθέτουν τις καθιστούν αναπόσπαστο κομμάτι της ηλεκτροκίνησης. Περίπου το 61% των εκπομπών του CO<sub>2</sub> που παράγονται από τις οδικές μεταφορές στην Ευρώπη, προέρχεται από επιβατικά οχήματα (Βενέτη, 2019). Στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι τα επόμενα τριάντα χρόνια να μειωθούν οι ρυπογόνες εκπομπές τουλάχιστον 60%. Το μέσο για την επίτευξη του στόχου είναι η ηλεκτροκίνηση.

Στην περίπτωση που το ηλεκτρικό ρεύμα του δικτύου που τροφοδοτεί το ηλεκτρικό όχημα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τότε μπορεί κανείς να μιλάει ξεκάθαρα για «πράσινη μετακίνηση».

#### 5.2 Ορισμός Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Ο ορισμός των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) όπως περιγράφονται στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2011/77/ΕΚ, του Συμβουλίου Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι ο εξής:

«Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια τα εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια.» (Συμβούλιο Ευρωπαϊκής Επιτροπής, 2019).

Με άλλα λόγια, «ανανεώσιμες», χαρακτηρίζονται οι ενέργειες που παράγονται ως αποτέλεσμα φυσικών διαδικασιών. Χαρακτηριστικό τους πως δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον όπως οι «μη ανανεώσιμες» (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και πυρηνικά). Επιπλέον, χαρακτηρίζονται ομαδικά και ως «πράσινη ενέργεια» ή «εναλλακτικές μορφές ενέργειας».

### 5.3 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τα τελευταία χρόνια οι καταναλωτές εκφράζουν την ευαισθησία τους ως προς τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Αποτέλεσμα αυτού, να στρέφονται στην χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, δηλαδή ανανεώσιμες. Οι κυριότερες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναλύονται παρακάτω.

Η **Ηλιακή Ενέργεια** αποτελεί τη συνισταμένη όλων των μορφών ενέργειας που μπορεί να αντλήσει κάποιος από τον Ήλιο. Πιο συγκεκριμένα, το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, είτε προσπίπτουν στην επιφάνεια της Γης, είτε αντανακλώνται πίσω στο διάστημα. Λόγω του μεγάλου εύρους της, θα μπορούσε κάποιος εύκολα να διαχωρίσει σε στα παρακάτω είδη.

Τα **Θερμικά Ηλιακά συστήματα** αναφέρονται στην ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνει το ηλιακό πάνελ, μετατρέπεται σε θερμική και μεταδίδεται σε κάποιο ρευστό (συνήθως νερό). Τα πιο γνωστά θερμικά ηλιακά συστήματα είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες που χρησιμοποιούνται ευρέως σχεδόν σε κάθε σπίτι.

Τα **Παθητικά Ηλιακά συστήματα**, εφαρμόζονται κυρίως σε κτίρια. Πρόκειται για ένα σύνολο δομικών στοιχείων τα οποία συνδυαστικά, εκμεταλλεύονται το φυσικό φωτισμό για να θερμάνουν το χώρο. Το πιο χαρακτηριστικό σύστημα είναι τα τζάμια στα παράθυρα μιας πολυκατοικίας. Σημαντικό είναι η τοποθέτηση των τζαμιών να γίνει με βάση το σωστό προσανατολισμό. Τα παράθυρα πρέπει να έχουν Νότιο προσανατολισμό για να λάβουν όσο το δυνατό περισσότερη ακτινοβολία.

Στα **Φωτοβολταϊκά συστήματα** η λειτουργία τους βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Ουσιαστικά πρόκειται για δύο αγωγούς με διαφορετική πολικότητα ιόντων, οι οποίοι καθώς εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Το πιο σύνηθες υλικό κατασκευής τους είναι το Πυρίτιο (Si). Χαρακτηριστικό τους είναι πως

χρησιμοποιούνται για συσκευές που δεν είναι συνδεδεμένες στο ηλεκτρικό δίκτυο. Ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο παράγεται η ενέργεια, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατατάσσονται στα **αυτόνομα συστήματα**, όπου η ενέργεια που παράγεται μεταδίδεται εξολοκλήρου σε μία μόνο πηγή κατανάλωσης και στα **διασυνδεδεμένα** συστήματα, όπου η ενέργεια που παράγεται τροφοδοτεί το ηλεκτρικό δίκτυο και στη συνέχεια μεταδίδεται προς διαφορετικές κατευθύνσεις.

Η **αιολική ενέργεια** αποτελεί μία ακόμη πολύ διαδεδομένη μορφή πράσινης ενέργειας. Η βασική λειτουργία τους βασίζεται στις ανεμογεννήτριες. Αρχικά αντλούν κινητική ενέργεια από τον άνεμο και με τη βοήθεια της πτερωτής μετατρέπεται σε μηχανική. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της γεννήτριας η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Η παραγωγή της αξιοποιείται για την τροφοδότηση του ηλεκτρικού δικτύου. Κύριο πλεονέκτημα της είναι ότι αποτελεί μία φυσική πηγή που δεν πρόκειται να εξαντληθεί ποτέ. Πολλές φορές, η ενέργεια που παράγεται αποθηκεύεται για μελλοντική χρήση με την χρήση μπαταριών.

Η **Βιομάζα (Βιορευστά / Βιοαέριο)** πρόκειται για τη μάζα φυσικών αποβλήτων που προέρχονται από καλλιέργειες (φυτικές, ζωικές και υδάτινες), και βιομηχανίες τροφίμων. Χρησιμοποιούνται για να παράγουν θερμική και ηλεκτρική ενέργεια (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

Για την παραγωγή **υδροηλεκτρικής (Υδραυλική)** χρησιμοποιούνται φράγματα νερού. Η πτώση του νερού από μεγάλο ύψος παράγει κινητική ενέργεια και εν συνεχεία σε ηλεκτρική. Στην Ελλάδα λειτουργούν 15 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί και συγκεκριμένα στους ποταμούς Νέστο, Αλιάκμονα, Εδεσσαίο, Αχελώο, Αώο, Ταυρωπό, Άραχθο και Λάδωνα (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, 2020).

Η **γεωθερμική ενέργεια** προέρχεται από τη θερμότητα που αναβλύζεται από τον φλοιό της Γης, είτε μέσω των υδρατμών, είτε με αγωγή από τα ρευστά και τα πετρώματα των κατώτερων στιβάδων. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση καλοριφέρ, θερμοκηπίων, θερμών λουτρών, ιχθυοκαλλιεργειών, αλλά ακόμη και για βιομηχανικούς σκοπούς όπως αφαλάτωση.

Η **παλιρροιακή ενέργεια** αναφέρεται στην ενέργεια που παράγεται εκμεταλλευόμενη το φαινόμενο της παλίρροιας. Με την ανύψωση της στάθμης του νερού, εκείνο αποθηκεύεται και προκειμένου να μειωθεί πάλι η στάθμη του, εξαναγκάζεται να διέλθει από το παλιρροιακό φράγμα. Με αυτό τον τρόπο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.

Η **ενέργεια των κυμάτων** αποτελεί την ενέργεια που παράγεται από την κίνηση των κυμάτων, μετατρέπεται σε ηλεκτρική με τη βοήθεια ειδικού μηχανισμού.

Η **ενέργεια παραγόμενη από τη διαφορά θερμοκρασιών στα στρώματα του θαλασσινού νερού**, βρίσκεται ακόμη υπό έρευνα.

Η **ωσμωτική ενέργεια**, βασίζεται στο φαινόμενο της ώσμωσης. Όταν το γλυκό νερό αναμιγνύεται με θαλασσινό (δηλαδή νερό που περιέχει άλας), πραγματοποιείται μεταφορά ιόντων προκειμένου να επέλθει ισορροπία στο μίγμα που προκύπτει. Για τον λόγο αυτόν, τοποθετείται ημι-διαπερατή μεμβράνη ώστε το γλυκό νερό να διέλθει μέσω αυτής. Με αυτόν τον τρόπο παράγεται ενέργεια. Η συγκεκριμένη διαδικασία είναι ακόμη υπό έρευνα (Μαυραγάνης, 2018).

Τέλος, η **συμπαραγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας** αναφέρεται στην ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, με σκοπό την εξοικονόμηση 10% από την Πρωτογενή ενέργεια (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, 2020).

## **5.4 Πλεονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χαρακτηρίζονται από αρκετά πλεονεκτήματα, τόσο για τον καταναλωτή όσο και για το περιβάλλον.

Αρχικά, αποτελούν πηγές, των οποίων η προσφερόμενη ποσότητα ενέργειας είναι απεριόριστη. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι η ενέργεια από άλλες μορφές ενέργειας των φυσικών στοιχείων που υπάρχουν στη Γη (η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος κλπ).

Υπάρχουν επίσης στη φύση ούτως ή άλλως, επομένως διατίθενται δωρεάν και απατώνται κατά μήκος μεγάλου γεωγραφικού πλάτους, συνεπώς συμβάλλουν στην αποκέντρωση των σταθμών παραγωγής.

Μπορούν να παραχθούν εγχώρια, με αποτέλεσμα το εκάστοτε κράτος να γίνεται ανεξάρτητο από πλευράς παραγωγής ενέργειας.

Το κόστος λειτουργίας είναι σχετικά χαμηλό και μπορεί να προσφερθεί στον καταναλωτή μία σταθερή τιμολόγηση χρήσης, χωρίς το κόστος να επηρεάζεται από άλλους παράγοντες (όπως για παράδειγμα συμβαίνει με την τιμή του πετρελαίου).

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται με φυσικές διεργασίες χωρίς να παράγονται βλαβερά για τον περιβάλλον κατάλοιπα και υπάρχει ποικιλία ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας, ώστε να καλύψουν κάθε ανάγκη (ενέργεια για θέρμανση, ενέργεια για ηλεκτροκίνηση κλπ)

Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί πως οι επενδύσεις που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας, κυρίως σε περιοχές της επαρχίας (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης, 2020).

## **5.5 Χρήση των ανανεώσιμων πηγών στο «έξυπνο δίκτυο»**

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/77/ΕΚ, η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε ως στόχο στα κράτη μέλη της έως το 2010 το 12% της ενέργειας που καταναλώνεται και το 22,1% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται θα πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εν συνεχεία, το 2018 με νέα οδηγία (2018/2001) θέτεται ως στόχος μέχρι το έτος 2030 (με ενδεχόμενο αναθεώρησης το 2023), το 32% της ενέργειας που καταναλώνεται να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το 14% των καυσίμων μεταφορών να είναι ανανεώσιμα (Ciucci, 2020).

Με βάση τα επίσημα στοιχεία της ΔΕΗ Ανανεώσιμες, για το έτος 2019 έχουν παραχθεί 340.000 MWh ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, με σκοπό να αποφευχθούν 275.000 tnh CO<sub>2</sub>. Αναλυτικότερα, μέχρι σήμερα απαριθμούνται συνολικά 74 εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω.

Γίνεται χρήση της ηλιακής ενέργειας από 28 φωτοβολταϊκά πάρκα (ισχύος 1MW), χρήση αιολικής ενέργειας από 31 αιολικά πάρκα (ισχύος 115MW), χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας από 18 μικρές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις (ισχύος 68MW) και χρήση υβριδικών συστημάτων από συνδυασμό ενός αιολικού πάρκου και μια υδροηλεκτρικής εγκατάστασης (ισχύος 6,85 MW).

Υπό κατασκευή βρίσκονται 17 επιπλέον σταθμοί: 3 φωτοβολταϊκά πάρκα, 10 αιολικά πάρκα και 4 μικρές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, ενώ μελλοντικά αναμένεται να κατασκευαστούν 5 αιολικά πάρκα, 1 φωτοβολταϊκό, 2 υδροηλεκτρικοί σταθμοί καθώς επίσης εγκαταστάσεις γεωθερμικής ενέργειας και ενεργειακής βιομάζας (Δημόσια Επιχειρήση Ηλεκτρισμού, 2020).

## **5.6 Ηλιακός σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Ο πρώτος σταθμός ηλιακής ενέργειας για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα, κατασκευάστηκε από το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) Πειραιά το 2015. Πρόκειται μία πράσινη λύση στον τομέα της ηλεκτροκίνησης. Ο σταθμός λειτουργεί με τη χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ 3 kw, ικανών να φορτίσουν ένα όχημα τον χειμώνα και έως δύο οχήματα τη θερινή περίοδο, δεδομένης της πλεονάζουσας ηλιοφάνειας.

Χαρακτηριστικό του σταθμού είναι πως το όχημα μπορεί να φορτιστεί είτε την ίδια στιγμή που τα πάνελ παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, είτε σε μεταγενέστερο χρόνο. Μία πλήρης φόρτιση πραγματοποιείται εντός 3-4 ωρών και παρέχει αυτονομία 100 – 150 χιλιομέτρων. Το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου σταθμού εκτιμάται στα 15.000 – 20.000 ευρώ (Ελαφρός, 2015).

Το 2019 εγκαταστάθηκε στο νησί της Τήλου ο πρώτος ηλιακός σταθμός φόρτισης δημόσιας χρήσης από την ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (Κ. Χριστόπουλο και Γ. Σπυρόπουλο) στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος TILOS – Horizon 2020 (Λιανός, 2015).

## **5.7 Τεχνολογία Vehicle to Grid (V2G) / Το όχημα προς το δίκτυο**

Το 2017 η εταιρία αυτοκινήτων Honda, παρουσίασε στην Έκθεση Αυτοκινήτου στην Φρανκφούρτη ένα πρωτοποριακό εξοπλισμό φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, όπου η μπαταρία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου μπορεί να λαμβάνει, αλλά και να προσφέρει ενέργεια στο δίκτυο. Η τεχνολογία ονομάζεται “Vehicle to Grid – V2G” και επιτυγχάνει την αμφίδρομη ροή ενέργειας, άρα και ανατροφοδότησης, μεταξύ της μπαταρίας και ηλιακών πάνελ (ή του δικτύου). Με το εν λόγω σύστημα φόρτισης (με τάση 940V) προσφέρει έως 150kW και επιτυγχάνεται η φόρτιση 4 ταυτοχρόνως αυτοκινήτων (Σεϊτανίδης, 2017).

Με άλλα λόγια, πρόκειται «ανακύκλωση» της ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια που λαμβάνουν τα ηλιακά πάνελ, μετατρέπεται σε ηλεκτρική με την οποία τροφοδοτείται η

μπαταρία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Την ίδια όμως στιγμή, η μπαταρία μπορεί να τροφοδοτεί κι αυτή τα ηλιακά πάνελ. Αποτέλεσμα είναι να μην υπάρχουν απώλειες ενέργειας (ή αμελητέες) και φυσικά η φόρτιση του οχήματος να μην επιβαρύνει το περιβάλλον.

## 5.8 Σύνοψη

Με άλλα λόγια, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η ηλεκτροκίνηση σχετίζονται άμεσα. Ο λόγος είναι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και τη διανομή του στο «έξυπνο» δίκτυο.

Η ηλιακή, η αιολική και η υδροηλεκτρική είναι οι πιο βασικές πηγές εναλλακτικής ενέργειας. Παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με την παραγωγή πετρελαίου, όπως: ότι είναι ανεξάντλητες πηγές, βρίσκονται στην φύση ούτως ή άλλως ή ότι έχουν μηδενικό ρυπογόνο αποτύπωμα για το περιβάλλον. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορούν να ενσωματωθούν στο δίκτυο με τη χρήση ηλιακών πάνελ. Δυστυχώς δε δύναται να αντικατασταθεί εξολοκλήρου η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μόνο από ανανεώσιμες πηγές. Τέλος, με τη χρήση της τεχνολογίας “Vehicle to Go”, επιτυγχάνεται ακόμη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία προς το περιβάλλον.

Συμπερασματικά, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης για αυτό είναι ουσιαστική η ενσωμάτωσή τους στο «έξυπνο» δίκτυο.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων

#### 6.1 Εισαγωγή

Η χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων κερδίζει διαρκώς έδαφος στην παγκόσμια αυτοκινητοβιομηχανία. Αναλογιζόμενος κάποιος τα οφέλη της ηλεκτροκίνησης, καταλαβαίνει αμέσως γιατί πρέπει να προτιμήσει ηλεκτρικό όχημα.

Βασικό πλεονέκτημα είναι η απειροελάχιστη έκλυση ρύπων, σε σχέση με τα οχήματα που λειτουργούν με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Επιπλέον, τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται από τα συμβατικά αυτοκίνητα (βενζίνη, πετρέλαιο, LPG κλπ) παράγονται από πηγές ορυκτών μετάλλων που με το πέρασμα του χρόνου τείνουν να εξαντλούν. Από την άλλη μεριά, το ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο τροφοδοτεί ένα ηλεκτροόχημα, παράγεται από ποικίλες πηγές, εκ των οποίων οι περισσότερες είναι ανεξάντλητες (παραδείγματος χάριν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Η ηλεκτροκίνηση αποτελεί τη σύγχρονη λύση για καθαρό περιβάλλον, ωστόσο κάποιοι επιστήμονες όπως ο Κλάους Ντολ του Ινστιτούτου Φραουενχόφερ, υποστηρίζουν πως η παραγωγή των μπαταριών για τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να είναι εξίσου επιβλαβής για το περιβάλλον (Γεωργακόπουλος, 2017).

Για αυτό τον λόγο θα γίνει μία επισκόπηση στο περιβαλλοντικό αντίκτυπο των συμβατικών και των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, ώστε να διερευνηθούν οι ουσιαστικές επιπτώσεις της ηλεκτροκίνησης στο περιβάλλον.

#### 6.2 Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Ο αέρας της ατμόσφαιρας αποτελεί μίγμα αερίων, όπως Άζωτο -N<sub>2</sub> (78%), Οξυγόνο - O<sub>2</sub> (21%) και άλλα αέρια (1%). Όταν η σύσταση αυτή μεταβάλλεται είτε ποσοτικά είτε ποιοτικά, τότε η ατμόσφαιρα έχει ρυπανθεί. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο «ατμοσφαιρική ρύπανση», περιγράφεται η μεταβολή στη σύσταση της ατμόσφαιρας όταν εισέρχονται σε αυτήν ενώσεις που κανονικά δεν υφίστανται στη σύνθεσή της ή όταν μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ενώσεων της που υπάρχουν ήδη (Σαρηγιάννης, 2018).

Οι ρύποι κατατάσσονται με πρωτογενείς και δευτερογενείς. Οι πρωτογενείς εκλύονται απευθείας από την πηγή ρύπανσης (με τη μορφή αιωρούμενων σωματιδίων ή καπνού κλπ). Οι δευτερογενείς από την άλλη, παράγονται από τους πρωτογενείς μέσω της υπερϊώδους ακτινοβολίας και του οξυγόνου (πχ Όζον, διοξείδιο του Αζώτου κλπ). Οι βασικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι, είναι η **σωματιδιακή ύλη** (παράγεται κυρίως από καύσεις σε βιομηχανικές μονάδες), το **όζον στο επίπεδο του εδάφους** (δημιουργείται από την αντίδραση οξειδίων του αζώτου με οργανικές πτητικές ενώσεις και με έντονο ηλιακό φως), οι **πτητικές οργανικές ενώσεις** (διαλυτές ουσίες από χρώματα ή βερνίκια), τα **οξείδια του Αζώτου** (από κινητήρες οχημάτων), το **διοξείδιο του Θείου** ( από την καύση ορυκτών), η **Αμμωνία** (από ζωικά απόβλητα), τα **Βαρέα Μέταλλα** (από καύση άνθρακα) και το **Βενζόλιο** (από εξατμίσεις οχημάτων) (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2014).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση επεκτείνεται κατά μήκος της εμφυλίου και κυρίως στις πυκνοκατοικημένες περιοχές. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, οι βασικές πηγές ρύπανσης, είναι οι εξής:

**Πίνακας 6.1**  
**Κύριες Πηγές Ρύπανσης στην Ευρώπη**

ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΗΓΕΣ
Ηφαιστειακές εκρήξεις	Γεωργία: εκπομπές μεθανίου και αμμωνίας
Αμμοθύελλες	Παραγωγή ενέργειας: Οξείδια του θείου
	Χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων: μεθάνιο
	Οδικές Μεταφορές: Οξείδια του Αζώτου
	Χρήση καυσίμων

Πηγή: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)

Μελετώντας τον πίνακα 5.1, γίνεται αντιληπτή η άμεση επιρροή της ανθρώπινης ενέργειας στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, οι οδικές μεταφορές, η

γεωργία κ.α. , τροφοδοτούν την ατμόσφαιρα με βλαβερές ουσίες. Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό κατέχουν οι οδικές μεταφορές, όπου θα αναλυθούν στην επόμενη ενότητα.

### **6.3 Ρύπανση του περιβάλλοντος από συμβατικά οχήματα**

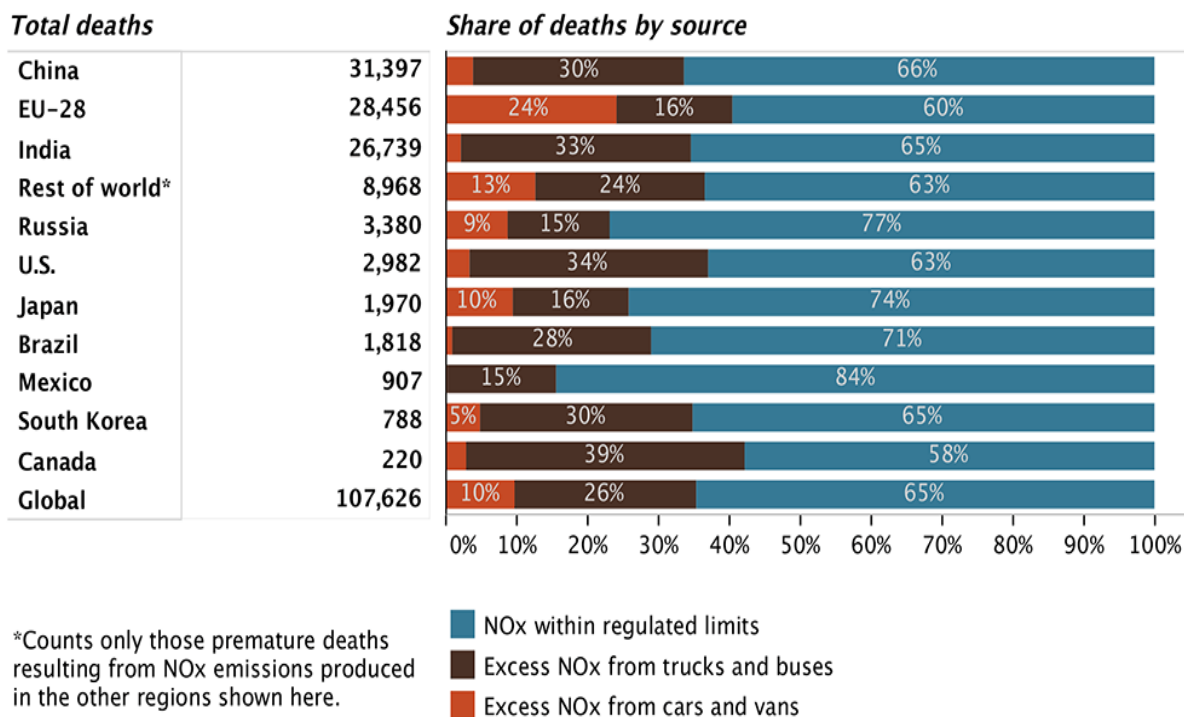
Σύμφωνα με έρευνες, εκτιμάται πως το περίπου το 20% των ρυπογόνων αερίων που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα οφείλονται στις μεταφορές. Σύμφωνα με έρευνα της Eurostat μόνο το 2013 παράχθηκαν 8.176.454t Οξειδίων του Αζώτου (NO<sub>x</sub>), εκ των οποίων οι 3.224.292t οφείλονταν στις μεταφορές (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2016).

Η έρευνα επίσης εξηγεί πως η παρουσία πετρελαιοκίνητων οχημάτων συμβάλει σε αυτά τα νούμερα. Πιο συγκεκριμένα, ένα στα δύο αυτοκίνητα που πωλούνται σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι πετρελαιοκίνητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει τα επίπεδα εκπομπών NO<sub>x</sub>, έως και 80%. Αυτό ωστόσο δεν είναι το μόνο πρόβλημα.

Το Παγκόσμιο Συμβούλιο για Καθαρές Μετακινήσεις (International Council for Clean Transport - ICCP), σε άρθρο που δημοσίευσε το 2017 αναφέρει πως το 76% των εκπομπών διοξειδίου του Αζώτου παγκοσμίως, οφείλεται σε πετρελαιοκίνητα βαρέα οχήματα, δηλαδή φορτηγά και λεωφορεία. Μάλιστα το 90% αυτών των οχημάτων παράγεται μόνο από πέντε αγορές (Βραζιλία, Κίνα, ΕΕ, Ινδία και ΗΠΑ). Επί πρόσθετα, τα δύο τρίτα των επιβατικών πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων που συμβάλλουν στη ρύπανση παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Miller, 2017).

Η μελέτη τονίζει επίσης πως εκπομπές ρύπων που παράγονται από συμβατικά αυτοκίνητα αποτελούν τον πρωτογενή παράγοντα για τη δημιουργία της τρύπας του Όζοντος και δευτερογενή για την εμφάνιση σωματιδίων στην ατμόσφαιρα τύπου MP2.5. Η χρόνια έκθεση σε μια τέτοια ατμόσφαιρα συνδέεται άμεσα με ισχαιμική καρδιακή πάθηση, χρόνια πνευμονική δυσλειτουργία, ακόμη και με καρκίνο πνευμόνων. Εκτιμάται μόνο το έτος 2015 καταγράφηκαν 38.000 πρόωροι θάνατοι που σχετίζονται με τη συνεχόμενη έκθεση σε επιβαρυμένη από τους προαναφερθέντες ρύπους ατμόσφαιρα (κυρίως στην Ευρώπη, την Κίνα και την Ινδία).

## Annual premature deaths attributable to on-road diesel vehicle NOx emissions, 2015



\*Counts only those premature deaths resulting from NOx emissions produced in the other regions shown here.

Πηγή:theicct.org

### Διάγραμμα 6.1

#### Διαγραμματική απεικόνιση ετήσιων θανάτων που συνδέονται με την έκθεση σε εκπομπές NO<sub>x</sub> από τη χρήση πετρελαιοκίνητων οχημάτων το 2015

Εκτός των άλλων, αρκετές μελέτες ισχυρίζονται πως οι μετρήσεις για τις εκπομπές από αυτοκίνητα που πραγματοποιούνται εργαστηριακά, αποκλίνουν από τις μετρήσεις που γίνονται στα οχήματα σε πραγματικές συνθήκες, εν κινήσει στο δρόμο. Αυτό συμβαίνει κυρίως, διότι η τεχνική μέτρησης των εκπομπών θεσπίστηκε το 1970, ενώ από το 1990 έως σήμερα δεν έχει ανανεωθεί εκ νέου.

## 6.4 Ρύπανση του περιβάλλοντος από ηλεκτρικά οχήματα

Οι βιομηχανίες αυτοκινήτων τείνουν να εκθειάζουν την καινούργια τεχνολογία της ηλεκτροκίνησης. Πράγματι, τα οφέλη της είναι πολλαπλά καθώς εγγυάται μια άνετη, ασφαλή και συγχρόνως οικονομική μετακίνηση. Το βασικό της προτέρημα ωστόσο είναι οι μηδενικές εκπομπές ρύπων, δηλαδή μηδαμινό ρυπογόνο αποτύπωμα στο περιβάλλον.

Από την άλλη μεριά, δεν είναι λίγοι οι επιστήμονες που ισχυρίζονται πως τα ηλεκτρικά οχήματα ότι δεν αποδίδουν λιγότερη ρύπανση στο περιβάλλον σε σχέση με τα συμβατικά, όπως διαφημίζεται (Schnell, 2020). Για παράδειγμα, ο καθηγητής J.Lessler σε πρόσφατη έρευνά του αναφέρει πως η μείωση των εκπομπών ρύπων από τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελεί μόνο το 1% της συνολικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης από το Διοξείδιο του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην Αμερική (Lessler, 2018). Εξηγεί πως ακόμη και εάν όλα τα συμβατικά οχήματα αντικατασταθούν σταδιακά με ηλεκτρικά μέχρι το 2050, θα εξοικονομηθούν λιγότεροι από 500 εκατομμύρια τόνοι ετησίως, δηλαδή η μισή ποσότητα από αυτήν που εκτιμάται πως έχει αντίκτυπο στην Αμερική, σύμφωνα με την Αμερικανική Αρχή Προστασίας του Περιβάλλοντος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να μην επηρεάσει τις παγκόσμιες κλιματολογικές συνθήκες, όπως ισχυρίζεται ο Lessler.

Το βασικό μειονέκτημα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων είναι πως η διαδικασία παραγωγής τους κυρίως των μπαταριών, είναι εξαιρετικά ρυπογόνα, περισσότερο μάλιστα και από την παραγωγή ενός αυτοκινήτου με κινητήρα εσωτερικής καύσης (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2019). Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως για την παραγωγή μια μπαταρίας ηλεκτρικού αυτοκινήτου παράγονται κατά μέσο όρο 131,7 kg CO<sub>2</sub>/KWh (131,7 κιλά διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλοβατώρα χωρητικότητας της μπαταρίας).

Πιο αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα περιγράφεται το εύρος τιμών των ρύπων ανά τον κόσμο.

## Πίνακας 6.2

### Πίνακας καταγραφής παραγωγής ρύπων διοξειδίου του Άνθρακα κατά την παραγωγή μπαταριών για ηλεκτρικά οχήματα

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΗΛ. ΟΧΗΜΑΤΟΣ					
ΧΩΡΑ/ΗΠΕΙΡΟΣ	ΑΜΕΡΙΚΗ	ΑΣΙΑ	ΕΥΡΩΠΗ	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	ΑΛΛΟ
kg CO <sub>2</sub> e/KWh	30 – 50	96 – 494	56	106	73 - 250
Μ.Ο.	40	295	56	106	161,5
ΓΕΝΙΚΟ Μ.Ο.	131,7				

Πηγή:theicct.org

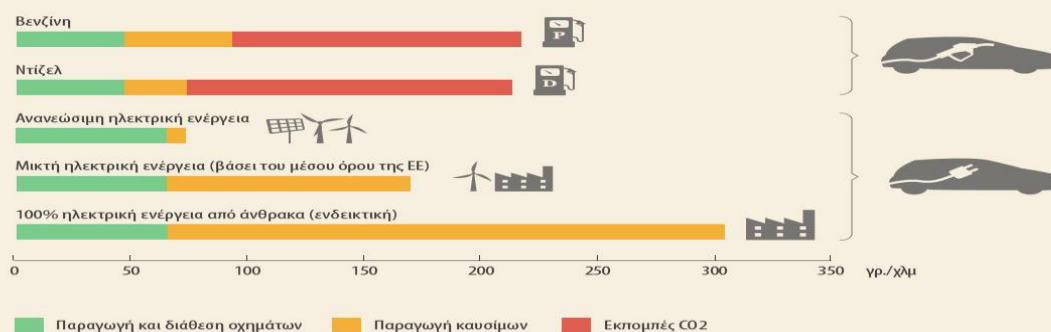
Όπως γίνεται αντιληπτό, η Ασία είναι υπεύθυνη για την περισσότερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, εξαιτίας της παραγωγής μπαταριών, το οποίο είναι απολύτως φυσιολογικό αφού η Κίνα κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο της παγκόσμιας παραγωγής. Σε άλλες μελέτες περιγράφεται η εκπομπή CO<sub>2</sub> ανά χιλιόμετρο που διανύει το όχημα ανά κιλοβατώρα χωρητικότητας της μπαταρίας. Κατά μέσο όρο εκλύονται 1- 2 g CO<sub>2</sub> / km / KWh.

Παρόλα αυτά, οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσπαθούν διαρκώς να βελτιωθεί η ποιότητα των μπαταριών με το δυνατόν λιγότερο ανθρακικό αποτύπωμα. Η χωρητικότητα μίας μπαταρίας Λιθίου σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι περίπου 40 KWh. Κάποιες εταιρείες ωστόσο σχεδιάζουν μπαταρίες με χωρητικότητα 50-70 KWh. Επί προσθέτως, οι μπαταρίες αφού αφαιρεθούν από το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, συνεχίζουν να διατηρούν το 75-80% της χωρητικότητας τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι μπαταρίες να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για οικιακή χρήση (π.χ. για οικιακά φωτοβολταϊκά).

Εκτός των άλλων, η καύση του λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ως καύσιμο προκαλεί εξίσου σημαντική ρύπανση στο περιβάλλον.

## ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO<sub>2</sub> ΣΤΗΝ ΕΕ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

### Ο κύκλος ζωής των εκπομπών CO<sub>2</sub> για διαφορετικούς τύπους οχημάτων και καυσίμων (2014)



Πηγές: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, TNO



Πηγή: [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)

#### Διάγραμμα 6.2

#### Διαγραμματική απεικόνιση παραγωγής εκπομπών CO<sub>2</sub> για συμβατικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα στην Ε.Ε.

Στο διάγραμμα 5.2 περιγράφεται η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα κατά την παραγωγή οχημάτων, την παραγωγή καυσίμων αλλά και κατά την χρήση τους. Παρατηρείται ότι για την παραγωγή ενός συμβατικού αυτοκινήτου παράγονται περίπου 50 γρ/χλμ CO<sub>2</sub>, ενώ για την παραγωγή ενός ηλεκτροκίνητου περίπου 70 γρ/χλμ CO<sub>2</sub>, δηλαδή σχεδόν 50% περισσότεροι ρύποι.

Στην περίπτωση της παραγωγής καυσίμων, για τα συμβατικά οχήματα μεν παράγονται 70 – 90 γρ/χλμ CO<sub>2</sub>, για τα ηλεκτροκίνητα δε 300 γρ/χλμ CO<sub>2</sub>, όταν το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται από την καύση λιγνίτη. Όταν η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος προέρχεται από συνδυασμό καύσης λιγνίτη και ανανεώσιμων πηγών η τιμή της έκλυσης πέφτει στα 170 γρ/χλμ CO<sub>2</sub>, ενώ ακόμη πιο εντυπωσιακό είναι όταν η παραγωγή ρεύματος γίνεται αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπου η εκπομπή CO<sub>2</sub> αγγίζει μόλις τα 70 γρ/χλμ CO<sub>2</sub>.

Συμπερασματικά, η παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος για τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, παρουσιάζει διαφορετικό ανθρακικό αποτύπωμα αναλόγως την πηγή που προέρχεται. Αυτό αυτομάτως καθιστά το ηλεκτρικό αυτοκίνητο άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο επιβλαβές σε σχέση με ένα όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης.

## **6.5 Νομοθετικό Πλαίσιο για την ανακύκλωση μπαταριών ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Πριν λίγους μήνες ο όμιλος “VW Group”, ξεκίνησε τη λειτουργία του πρώτου της εργοστασίου ανακύκλωσης μπαταριών στο Salzgitter της Γερμανίας. Το εν λόγω εργοστάσιο ανακυκλώνει μόνο μπαταρίες που δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν με άλλον τρόπο. Σε πρώτο στάδιο η λειτουργία του θα είναι πιλοτική εκτιμώντας πως σε βάθος ενός έτους θα ανακυκλωθούν περισσότερες από 3.500 μπαταρίες, δηλαδή περίπου 1.500 τόνοι (Αποστολόπουλος, Το VW Group ξεκίνησε την ανακύκλωση μπαταριών, 2021)

Το 2020 η Ευρωπαϊκή Ένωση συνέταξε την Πράσινη συμφωνία, σύμφωνα με την οποία καθορίζεται το νομικό πλαίσιο για την παραγωγή, τη διάθεση, τη συλλογή, την αποικοδόμηση και την ανακύκλωση μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων. Στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 90% έως το 2050 (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2020).

Πιο συγκεκριμένα οι μπαταρίες που διατίθενται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει τις απαιτήσεις βιωσιμότητας και ασφάλειας που ορίζονται στο Κεφάλαιο I και τις απαιτήσεις ενημέρωσης του Κεφαλαίου II του Κανονισμού (ΕΕ) 2019/2020, όπως αναφέρεται ρητώς στο άρθρο 5. Στο Άρθρο 7 αναφέρεται πως οι κατασκευαστές μπαταριών ηλεκτρικών αυτοκινήτων με χωρητικότητα άνω των 2 KWh, οφείλουν να συνοδεύουν τις μπαταρίες με τεχνική αναφορά όπου θα δηλώνεται ξεχωριστά για κάθε μοντέλο και διαφορετική σειρά παρτίδας παραγωγής, το αποτύπωμα άνθρακα του προϊόντος.

Το αποτύπωμα θα υπολογίζεται σε kg ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον θα πρέπει να αναφέρονται τα στοιχεία του παραγωγού, η γεωγραφική τοποθεσία του χώρου παραγωγής της μπαταρίας, περιγραφή της μπαταρίας, σχετική δήλωση επαλήθευσης από



τρίτους ανεξάρτητους φορείς, το αποτύπωμα άνθρακα για τον κάθε κύκλο ζωής της μπαταρίας ξεχωριστά, καθώς επίσης και σχετικό σύνδεσμο που να παραπέμπει δήλωση του αποτελέσματος του αποτυπώματος άνθρακα.

Επί προσθέτως, ο Κανονισμός (2019/2020 άρθρο 8), ορίζει από το 2027 για την παραγωγή μπαταριών να χρησιμοποιούνται ανακυκλώσιμες ύλες. Από το 2030 ορίζεται η ελάχιστη χρήση ανακυκλώσιμων υλών με τα εξής ποσοστά: 12% Κοβάλτιο, 85% Μόλυβδος, 4% Λίθιο και 4% Νικέλιο, ενώ από το 2035 η ελάχιστη χρήση ανακυκλώσιμων υλών ορίζεται ως εξής: 20% Κοβάλτιο, 85% Μόλυβδος, 10% Λίθιο και 12% Νικέλιο.

Όσον αφορά την ανακύκλωση των μπαταριών οι παραγωγοί οφείλουν να παραλαμβάνουν δωρεάν χρησιμοποιημένες μπαταρίες καθώς και απόβλητα αυτών (σύμφωνα με το Άρθρο 47, παράγραφος 2). Οι δημόσιες αρχές του κάθε κράτους μέλους, οφείλουν να εγκαθιστούν σημεία συλλογής για τους ιδιώτες και στη συνέχεια είτε να τα ανακυκλώνουν, είτε να τα παραδίδουν σε αρχές αρμόδιες για την ανακύκλωση τους (Άρθρα 53 & 56). Οι ιδιώτες οφείλουν να απορρίπτουν τα απόβλητα μπαταριών στους ειδικούς χώρους συλλογής (Άρθρο 51). Τέλος, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο, έως το τέλος του έτους 2030, οι μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων να ανακυκλώνονται κατά ελάχιστο ποσοστό 70% (Άρθρο 55).

Η Ελλάδα από δική της πλευρά έχει ορίσει σχετική ελληνική νομοθεσία, η οποία περιγράφεται στο Προεδρικό Διάταγμα 115/2004 (Προεδρικό Διάταγμα, 2004). Συγκεκριμένα αναφέρεται πως απαγορεύεται αυστηρά η πώληση μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων που περιέχουν άνω από 0,0005% Υδράργυρο. Αναφέρεται επίσης η υποχρέωση των ιδιωτών να διαχωρίζουν τα απόβλητα μπαταριών από τα υπόλοιπα οικιακά απόβλητα (Άρθρο 5).

## **6.6 Σύγκριση θετικών και αρνητικών συνεπειών για το περιβάλλον από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων**

Σύμφωνα με συγκριτική μελέτη της Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Μεταφορών και Περιβάλλοντος τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα εκπέμπουν κατά μέσο όρο 3 φορές λιγότερους ρύπους διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), σε σχέση με αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ως καύσιμο βενζίνη ή diesel (Dornier, 2020).

Για την έρευνα λήφθηκε υπόψη το γεγονός πως η παραγωγή ενός ηλεκτρικού οχήματος και της μπαταρίας του συνδράμουν σημαντικά στη ρύπανση του περιβάλλοντος, πολύ περισσότερο από ένα όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Επιπλέον, συμπεριλήφθηκε ο παράγοντας των καυσίμων. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που εκλύονται από τις εξατμίσεις των συμβατικών αυτοκινήτων αποτελούν το 30% της συνολικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα από την άλλη δεν διαθέτουν εξάτμιση, με αποτέλεσμα να μην εκλύουν ρύπους.

Διαπιστώθηκε εν τέλει, πως το ηλεκτρικό αυτοκίνητο παράγει πολύ λιγότερους ρύπους από τη στιγμή της παραγωγής έως το τέλος της ζωής του. Φυσικά το μέγεθος της ρύπανσης εξαρτάται από την γεωγραφική ζώνη που κυκλοφορεί το ηλεκτροόχημα και από το εργοστάσιο που παράχθηκε η μπαταρία του. Αστικές πυκνοκατοικημένες περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση, παρουσιάζουν μεγαλύτερο ρυπογόνο φορτίο.

Παραδείγματος χάρη, ένα όχημα που η μπαταρία του έχει παραχθεί στην Κίνα και κυκλοφορεί στην Πολωνία, συνολικά έχει αφήσει μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα στην ατμόσφαιρα κατά 22% σε σχέση με όχημα που λειτουργεί με καύσιμο diesel και 28% με βενζίνη. Από την άλλη μεριά, ένα όχημα που η μπαταρία του έχει παραχθεί στη Σουηδία και κυκλοφορεί στη Σουηδία, τότε μειώνει το ανθρακικό αποτύπωμα κατά 80% σε σχέση με όχημα λειτουργίας diesel 81% βενζίνης αντίστοιχα.

## 6.7 Σύνοψη

Η ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις εκλύσεις διοξειδίου του άνθρακα από τις εξατμίσεις των συμβατικών αυτοκινήτων. Η τεχνολογία της ηλεκτροκίνησης προσφέρει λύση καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα παράγουν μηδενικούς ρύπους.

Παρόλα αυτά, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ρυπαίνουν εξίσου το περιβάλλον. Η καύση λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ως τροφοδοτικό μέσο του ηλεκτροοχήματος και τα ρυπογόνα παράγοντα από την διαδικασία παραγωγής των ηλεκτρικών οχημάτων και των μπαταριών τους έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όταν για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είτε αποκλειστικά, είτε συνδυαστικά με καύση λιγνίτη, τότε το αντίκτυπο στο περιβάλλον είναι πολύ μικρότερο.

Συμπερασματικά, το ηλεκτρικό όχημα από το στάδιο παραγωγής του, έως και το τέλος της λειτουργίας του, επιβαρύνει μεν το περιβάλλον, αλλά σε πολύ μικρότερη κλίμακα από ότι ένα αυτοκίνητο με κινητήρα εσωτερικής καύσης .

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος της έρευνας ήταν να απαντηθεί το ερώτημα σχετικά και με το ποιες επιπτώσεις έχει για το περιβάλλον η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων. Αρχικά, έπειτα από σύγκριση μεταξύ της χρήσης ηλεκτρικών και πετρελαιοκίνητων οχημάτων, διαπιστώθηκε ότι η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων επηρεάζουν αρνητικά το περιβάλλον σε ελάχιστο βαθμό.

Όσον αφορά την παραγωγική τους διαδικασία, φάνηκε ότι είναι εξαιρετικά ρυπογόνα. Από την άλλη μεριά, συγκρίθηκε η ποσότητα των ρύπων που παράγει ένα συμβατικό όχημα σε όλη τη διάρκεια της ζωής του κατά τη χρήση του, με τους ρύπους που παράγονται κατά την παραγωγή ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Διαπιστώθηκε ότι εν τέλει οι παραγωγικοί ρύποι του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, προκαλούν λιγότερη βλάβη εφόσον δεν υπερβαίνουν την ποσότητα των συνολικών ρύπων του συμβατικού οχήματος, για όλα τα χρόνια λειτουργίας του.

Επιπλέον, διαπιστώθηκε πως οι μπαταρίες του ηλεκτρικού οχήματος είναι εξαιρετικά βλαβερές για το περιβάλλον. Το συγκεκριμένο πρόβλημα ωστόσο, μπορεί να περιοριστεί με την ανακύκλωση τους και την επαναλειτουργία τους όπου είναι εφικτό. Μια ακόμη πηγή ρύπανσης είναι η καύση του λιγνίτη που πραγματοποιείται για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, με το οποίο λειτουργεί το ηλεκτρικό όχημα. Παρόλα αυτά, η ποσότητα των ρύπων πάλι δεν υπερίσχυσε στους συνολικούς ρύπους ενός συμβατικού αυτοκινήτου. Παρατηρήθηκε επίσης πως κάποιες φορές συμβαίνει μία μικρή ποσότητα διαρροής ηλεκτρικού ρεύματος από τυχόν βλάβες των σημείων επαναφόρτισης των οχημάτων, το οποίο όμως μπορεί να αποφευχθεί, όταν αυτά συνδέονται στο «έξυπνο δίκτυο».

Όλες οι παραπάνω ρυπογόνες πηγές από τα ηλεκτρικά οχήματα (δηλαδή από την παραγωγή τους, τις μπαταρίες τους και την καύση λιγνίτη), μπορούν να μειωθούν σε σημαντικό βαθμό εάν μέρος που ηλεκτρικού ρεύματος παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Συμπερασματικά, τα ηλεκτρικά οχήματα, είναι πολύ λιγότερο βλαβερά σε σχέση με τα συμβατικά, το οποίο επιτυγχάνεται ακόμη καλύτερα όταν χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε όλα τα στάδια της ηλεκτροκίνησης.

Ο περιορισμός που είχε η έρευνα, ήταν ο μειωμένος αριθμός περιβαλλοντικών μελετών όσον αφορά την ατμοσφαιρική. Η ηλεκτροκίνηση χρησιμοποιείται εντατικά από τους

καταναλωτές μόλις την τελευταία δεκαετία, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να πραγματοποιηθούν τέτοιες έρευνες. Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμο στο μέλλον να γίνουν οικονομικές αναλύσεις σχετικά με το πόσο επικερδές θα ήταν για τις αυτοκινητοβιομηχανίες να χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τη λειτουργία των εργοστασίων.

Επί προσθέτως, η ελληνική κυβέρνηση καλό θα ήταν να επικεντρωθεί σε επενδυτικές προτάσεις που αφορούν την επέκταση του έξυπνου δικτύου, την κατασκευή εργοστασίων ανακύκλωσης μπαταριών και μονάδων παραγωγής εναλλακτικής ενέργειας. Να δημιουργηθεί σχετικό νομικό πλαίσιο που να εξασφαλίζει κέρδος της πολιτείας από μία τέτοια επένδυση και να επιβραβεύει τον επενδύτη με φορολογικές επενδύσεις. Θα μπορούσε να γίνει μια έρευνα για τις νέες θέσεις εργασίας που θα δημιουργούνταν και τις θετικές συνέπειες που θα είχε στο περιβάλλον.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με το θεσμικό πλαίσιο που έχει ορίσει, προσπαθεί διαρκώς να παροτρύνει τις βιομηχανίες και τους πολίτες να χρησιμοποιούν ηλεκτρικά οχήματα, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος στο περιβάλλον από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Θα πρέπει ωστόσο το κάθε κράτος μέλος, να εκπονήσει τα δικά του σχέδια δράσης ξεχωριστά.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο παγκοσμίως “Enfield 8000”

Πηγή: <https://www.bbc.co.uk>

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

- Ανδρής, Γ. (2020). Ηλεκτρικά Λεωφορεία σε όλες τις ελληνικές πόλεις. *Newsauto*
- Ανδρικόπουλος, Μ. (2020). *Ηλεκτρικά αυτοκίνητα και φόρτιση*. Ανάκτηση από Kafkas Blog.
- Αποστολόπουλος, Χ. (2020). Ηλεκτροκίνηση: Πού, Πώς και με Πόσα ευρώ φορτίζω. *4 τροχοί*
- Αποστολόπουλος, Χ. (2021). *Το VW Group ξεκίνησε την ανακύκλωση μπαταριών*. Ανάκτηση από 4τροχοί.
- Βενέτη, Μ. (2019). Από τα "έξυπνα" κινητά και τηλεοράσεις, στο "έξυπνο" οδικό δίκτυο. *Liberal*.
- Γεωργακόπουλος, Σ. (2017). Πόσο "καθαρά" είναι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. *Deutsche Welle*
- Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. (2020). *Υδροηλεκτρικά έργα - Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας*. Ανάκτηση από ΔΕΗ.
- Γιαννόπουλος, Γ. (2008). *Ο τομέας των μεταφορών και η κλιματική αλλαγή*. Ανάκτηση από Ελληνικό Ινστιτούτο Μεταφορών.
- Δημόσια Επιχειρηση Ηλεκτρισμού. (2020). *Υπάρχουσες Εγκαταστάσεις*. Ανάκτηση από ΔΕΗ Ανανεώσιμες.
- ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο. (2020). *Ασύρματη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων - Το πρώτο πρωτόκολλο πιστοποίησης από τη SAE*. Ανάκτηση από ΕΛΙΝΗΟ.
- ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο. (2021). *Σημεία φόρτισης*. Ανάκτηση από ΕΛΙΝΗΟ.
- Ελαφρός, Γ. (2015). Πρώτος Ηλιακός σταθμός φόρτισης αυτοκινήτων . *Καθημερινή* .
- Ελληνική Αστυνομία. (2012). 2ο Άρθρο. *Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας* .
- Ευρωπαϊκή Ένωση. (2020). *Μία Ευρωπαϊκή Πράσινη συμφωνία*. Ανάκτηση από Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Ευρωπαϊκή Ένωση. (2014). *Οδηγία 2014/94/ΕΕ*. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2019). *Εκπομπές CO2: Πόσο "καθαρά" είναι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα*. Ανάκτηση από Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2016). *Εκπομπές αερίων* . Ανάκτηση από Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. (2014). *Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης*. Ανάκτηση από Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος.

Καλλέργη, Μ. (2021). *Opel pressroom*. Ανάκτηση από Opel.

Καράτζιου, Ν. (2020). I.ME.T ο εθνικός χάρτης σταθμών. *ecopress* .

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης. (2020). *Ενέργεια και Πολίτης*. Ανάκτηση από ΚΑΠΕ.

Κυριακίδης, Σ. (2020). Απαιτούνται 80 έως 100 σταθμοί ταχύ - φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. *Αθηναϊκό - Μακεδονικό πρακτορείο* .

Λιανός, Ν. (2015). Τήλος ο πρώτος ηλιακός σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων. *Καθημερινή* .

Μαυραγάνης, Κ. (2018). Γαλάζια Ενέργεια: Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας των ελληνικών και "μη" θαλασσών. *HuffPost* .

Μαυρατζιά, Σ. (2009). Το αυτοκίνητο στην Ελλάδα του 20ου αιώνα. *τμήμα Ιστορίας Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας* .Μενεγάτος, Η. (2018). Σχέδιο ανάπτυξης δικτύου φόρτισης σε δημόσιους χώρους. *Eco mobility coference* .

Μπερμπέτι, Θ. Δ. (2020). *Εφαρμογή Συστημάτων Ηλεκτρικής Κίνησης στο Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο*. Αθήνα: ΑΣΠΑΙΤΕ.

Μπούμης, Θ. (2009). *Μελέτη και κατασκευή κινητηρίου συστήματος υβριδικού οχήματος - Σχεδιασμός και κατασκευή ηλεκτρονικού μετατροπέα ισχύος*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πάτρας.

Νέγκας, Δ. (2011). *Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ο ανεφοδιασμός τους με ηλεκτρική ενέργεια*. Ανάκτηση από Ελληνικό Ινστιτούτο ηλεκτρικών οχημάτων.

Παρασίδης, Κ. (2020). Περί τα 200.00 σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων είναι σήμερα διαθέσιμα στην ΕΕ. *Αθηναϊκό - Μακεδονικό πρακτορείο ειδήσεων* .

Πουλικκάς, Α. (2020). Τι είναι το έξυπνο δίκτυο. *In business group* .

Προεδρικό Διάταγμα. (2004). *115/2004*.

Σαρηγιάννης, Δ. (2018). Εισαγωγή στην ατμοσφαιρική ρύπανση. *Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Μηχανικής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου* .

Σειτανίδης, Π. (2017). *Φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων από ΑΠΕ*. Ανάκτηση από Honda.

Συμβούλιο Ευρωπαϊκής Επιτροπής. (2019). *Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας (βάσει οδηγίας 2001/77/ΕΚ)*. Ανάκτηση από Συμβούλιο Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Συνέδριο, Ε. Ε. (2021). *Εξαιρετικά αραιές υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην ΕΕ*.

Τσάκαλος, Θ. Σ. (2012). *Τεχνολογίες Σύνδεσης Ηλεκτρικού Δικτύου*. Πειραιάς: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά .



Φωτιάδη, Α. (2013). *Φαινόμενο θερμοκηπίου και κλιματικές μεταβολές*. Ανάκτηση από Πανεπιστήμιο Πάτρας, Τμήμα διαχείρισης περιβάλλοντος και φυσικών πόρων.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2020). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Ανάκτηση από Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2021). *Άρθρο 02 / Ορισμοί*. Ανάκτηση από Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2020). *Άρθρο 11 / Κεφ. Α΄, σχέδιο νόμου: Μετάβαση στην κινητικότητα χαμηλών εκπομπών / Μέτρα προώθησης και λειτουργία της αγοράς κίνησης*. Αθήνα : Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2020). *Γενική Γραμματεία Ενέργειας και Ορυκτών πρώτων υλών*. Ανάκτηση από Κινούμενα Ηλεκτρικά.

## Ξένη

Alvarez, Silvia Calderon (2016). Achieving CO<sub>2</sub> reductions in Colombia. Energy Economics

Bhutia. (2016). Gaston Plate - French Physics. Στο *Encyclopedia Britannica*.

Blink Charging Europe. (2020). *Κόστος υπηρεσίας*. Ανάκτηση από Blink Charging Europe.

Ciucci, M. (2020). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*.

Dornier, P. (2020). *How clean are electric cars*. Ανάκτηση από Transport and Environment Organization.

Dua, Tamara Sheldon. (2019). Measuring the cost effectiveness of electric vehicle subsidies, Energy Economics.

Dua, Tamara Sheldon. (2020). Effectiveness of China's plug in electric vehicle subsidy, Energy Economics.

Encyclopedia Britannica. (1998). Nicolas Joseph Cugnot. Στο *Encyclopedia Britannica*.

European Commission. (2014). *Smart Grids and Meters*. Ανάκτηση από European Commission.

Fortisis EU. (2020). *How much does a fortisis cost*. Ανάκτηση από Φόρτισις .

Hastings. G. Milev. (2021). The environmental and financial implication of expanding the use of electric cars. Energy and built environment.

International Energy Agency . (2019). *Publicly accessible electric vehicle slow and fast chargers by country* .

Janocha, Σ. Ν. (2014). *Ανάλυση δομής και λειτουργίας ηλεκτρικών οχημάτων*. Πειραιάς: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Πειραιά.

Knaga. (2021). Environmental impact assessments for electric vehicles. *Journal of Physics*

Kiberly, A. (2020). OPEC oil embargo: Definition, cause, effects of 1971 crisis. *The Balance* .

Knowles, M. (2013). Through – life management of EVs. Trough life engineering services conference.

Lessler, J. (2018). The high cost of electric vehicle subsidies. *Manhattan Institute* .

Library of Congress. (2019). Who invented the automobile . *Science Reference Section* .

Miller, S. A. (2017). Impacts and mitigation of excess diesel NOx emissions in 11 major vehicle markets . *The International Council on Clean Transport*.

Muntea. I. (2015). A look into electric/hybrid cars from an ecological perspective. *Procedia Technology*

Novatech. (2019). *EVBox Manufacturing*. Ανάκτηση από Novatech.

Oosten, E. (2019). *AGB & Gel Batteries*. Ανάκτηση από Intercel.

Prest, D. (2013). The Enfield thunderbolt: An electric car before its time. *BBC* .

Prudy, K. (2020). Automobile. Στο *Encyclopedia Britannica*.

Schneider Electric. (2014). *Preventive Maintenance for EV charging stations*. Ανάκτηση από Schneider Electric.

Schnell, D. P. (2020). Public health and climate benefits and tradeoffs of US vehicle electrification. *GeoHealth* .

Shuon. (1986). Our first century behind the wheel. *New York Times* .

The Economist. (2021). The global automotive sector to see double-digit growth in 2021 .

Todts, W. (2020). How many charge points will Europe and its Member States need in the 2020s. *European Federation for Transport and Environment* .

Volvo trucks. (2020). *Η Volvo Trucks στην ηλεκτροκίνηση*. Ανάκτηση από Volvo Trucks.

YouGov Panel. (2021). *Ποσοτική Πανελλαδική Έρευνα CAWI*. Focus Bari.

Zhukt. A. & Buzoverov (2018). The impact of EVs on the outlook of future energy system. *Materials of Science and Engineering*

## Διαδικτυακοί Τόποι

<https://core.ac.uk>

<https://www.iea.org>

<https://www.britanica.com>

<https://eiu.com>

<https://loc.gov>

<https://nytimes.com>

<https://thebalance.com>

<https://www.bbc.co.uk>

<https://opengov.gr>

<https://teipir.gr>

<https://novatech.gr>

<https://ecopress.gr>

<https://www.heliev.gr>

<https://transportenvironment.org>

<https://europa.eu>

<https://thelongtailpipe.com>

<https://deddie.gr>

<https://amna.gr>

<https://ecopress.gr>

<https://astynomia.gr>

<https://ec.europa.eu>

<https://www.ypes.gr>

<https://kinoumeilektrika.gov.gr>

<https://www.dei.gr>

<https://ypen.gov.gr>

<https://www.huffingtonpost.gr>

<http://www.cres.gr>

<https://www.europarl.europa.eu>

<https://www.ppcr.gr>

<https://www.kathimerini.gr>

<https://www.enve-lab.eu>

<https://www.eea.europa.eu>

<https://www.europarl.europa.eu>

<https://theicct.org>

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com>

<https://insuranceworld.gr>

<https://theicct.org>

<https://www.transportenvironment.org>

<https://www.manhattan-institute.org>