

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

## Πολυτεχνική Σχολή



Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ηλεκτροκίνηση: Διερεύνηση χωρικής κατανομής σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους**

Φοιτητής: **Δεδικούσης Δημήτριος**

Επιβλέπων καθηγητής: **Σκάγιαννης Παντολέων**

### **Δήλωση**

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του ΤΜΧΠΠΑ και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λπ., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του ΠΘ ή και του ΤΜΧΠΠΑ.

Ημερομηνία:

Ονοματεπώνυμο:

Υπογραφή:

## Περίληψη

Καθώς οι ρυθμοί της κινητικότητας ανθρώπων, αγαθών και υπηρεσιών αυξάνονται ραγδαία στη σύγχρονη εποχή, η αυτοκίνηση υφίσταται διαρκώς σημαντικές αλλαγές, ούτως ώστε να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις και ανάγκες της εποχής, όπως η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου στις πόλεις, η ανάπτυξη αυτόνομων οχημάτων, η βελτίωση της ασφάλειας οδήγησης, η αντιμετώπιση της ρύπανσης του ατμόσφαιρας, μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κ.α. Η τελευταία έχει ενισχυθεί σημαντικά την τρέχουσα δεκαετία, ανάγοντας την ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές, ως τον πλέον αποδοτικό τρόπο για την αντιμετώπιση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, με τη βοήθεια τόσο των κρατικών πολιτικών, μέσω χορήγησης οικονομικών κινήτρων, όσο και με την προσφορά περισσότερων επιλογών ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην αγορά, από τις περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες. Η ηλεκτροκίνηση και η κλιματική αλλαγή αποτελούν έννοιες άρρητα συνδεδεμένες μεταξύ τους, στα πλαίσια της συλλογικής προσπάθειας παγκόσμιων οργανισμών, κρατών και του ιδιωτικού τομέα για τη δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η μελέτη και προώθηση αυτής της νέας, για τα ελληνικά δεδομένα, τεχνολογίας κίνησης, καθώς η Ελλάδα βρίσκεται σε εμβρυϊκό στάδιο όσον αφορά την υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης.

Στο θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας, τίθενται οι λόγοι για τους οποίους δεν υιοθετείται ακόμη η ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα, περιγράφονται οι λόγοι για τους οποίους είναι σημαντικό να προωθηθεί αυτή η πράσινη τεχνολογία μεταφορών, αναλύεται η παγκόσμια εμπειρία σχετικά με την ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές και οι πολιτικές σε κάθε επίπεδο (παγκόσμιο, ευρωπαϊκό, εθνικό), που αφορούν της προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Στη συνέχεια, αναλύεται η ιστορική εξέλιξη των ηλεκτρικών οχημάτων, τα είδη των οχημάτων και φορτιστών, οι εξελίξεις στον τομέα των ηλεκτροχημικών συσσωρευτών και των ηλεκτρικών οχημάτων και των δικτύων φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων που υπάρχουν στην αγορά. Τέλος, στο πρακτικό σκέλος αυτής της διπλωματικής εργασίας ερευνάται η αναγκαιότητα αυτών των νέων υποδομών για τη χώρα, μέσω συνεντεύξεων των βασικών φορέων συμφερόντων. Εφαρμόζεται, ακόμη, μια μεθοδολογική προσέγγιση της χωρικής κατανομής των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους, προτείνοντας περιοχές καταλληλότητας για την εγκατάσταση των σταθμών φόρτισης, παρουσιάζεται η χωρική απεικόνιση αυτών σε χάρτες και τέλος αναλύεται η αξιολόγηση της επένδυσης αυτών των υποδομών, με στόχο την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** ηλεκτροκίνηση, ηλεκτρικά οχήματα, πολιτικές, σταθμοί φόρτισης, χωρική κατανομή, κλιματική αλλαγή, εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

## Electromobility: Research on spatial allocation of electric vehicles charging stations in Greek motorways

### **Abstract**

As the mobility rate of people, goods and services increases rapidly nowadays, automotive industry undergoes vast changes, in order to respond to the new requirements and needs, such as the reduction of car use in the cities, the deployment of autonomous vehicles, the improvement of drive safety, the reduction of air pollution, through reduction of Greenhouse Gas emissions etc. The last one has been increasingly enhanced during the last decade, settling electromobility as the most efficient way in road transportation, in order to deal with the rising of average temperature of the Earth, with the help of both governmental policies, providing financial incentives, and with the offer of more electric vehicles, by most automakers, in the market. Electromobility and climate change are very related concepts, in the context of the collective effort of global organizations, governments and the private sector to reduce drastically Greenhouse Gas emissions. The main scope of this thesis is to analyze and promote this new, for the Greek standards, transport technology, because Greece is at an embryonic stage, in terms of deploying electromobility.

The theoretical background of this particular thesis outlines the reasons why electromobility is not yet deployed in Greece and why this green transport technology needs to be promoted, analyzes the global experience in the field of electromobility in road transportation and the policies at all levels (global, European, national), on the promotion of electromobility. Subsequently, the thesis analyzes the historical evolution of electric vehicles, the types of vehicles and chargers, the progress in the field of electrochemical batteries and electric vehicles and the electric vehicle charging companies-networks that exist in the market. Finally, in the practical part of this thesis, an investigation of necessity of these new infrastructures for the country is underway, through interviews with key stakeholders. Also a methodological approach of the spatial allocation of electric vehicle charging stations on Greek motorways is applied, proposing suitable areas for the installation of the charging stations, the spatial visualization of which is presented in maps and finally the investment evaluation of these infrastructures is proceeded, in order to provide reliable conclusions.

Key words: electromobility, electric vehicles, policies, charging stations, spatial allocation, climate change, Greenhouse Gas emissions

## Ευχαριστίες

Πρωτίστως, θα ήθελα να εκφράσω τις βαθιές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της διπλωματικής, κ. Παντολέοντα Σκάγιαννη, για τη συμβολή του στη διαμόρφωση ερευνητικής υπόστασης στο εξεταζόμενο θέμα και τη διεπιστημονική του καθοδήγηση σε όλους τους τομείς, κατά της διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον, με την ολοκλήρωση της διπλωματικής και των προπτυχιακών σπουδών μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω εγκαρδίως την οικογένειά μου, για τη αδιάκοπη στήριξη και ενθάρρυνση.

## Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή .....	1
1. Θεωρητικό υπόβαθρο.....	3
1.1. Αντικείμενο και σκοπός .....	3
1.2. Μεθοδολογία έρευνας.....	6
1.3. Πολιτικές ηλεκτροκίνησης αυτοκινήτων .....	8
1.4. Παγκόσμια εμπειρία στον τομέα της ηλεκτροκίνησης .....	36
1.5. Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	44
1.5.1. Ιστορική εξέλιξη των ηλεκτρικών οχημάτων .....	44
1.5.2. Είδη ηλεκτρικών οχημάτων.....	55
1.5.3. Τεχνολογίες φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.....	56
1.5.4. Επίπεδα, μέθοδοι και τύποι φόρτισης .....	59
1.6. Εξελίξεις στην ηλεκτροκίνηση.....	69
1.7. Οικονομική προσέγγιση (Total cost of ownership) .....	75
1.8. Περιβαλλοντική προσέγγιση (Well to wheel analysis).....	77
1.9. Ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές.....	80
1.10. Συμπεράσματα .....	88
2. Συνεντεύξεις .....	92
2.1. Δομή και αξιολόγηση των συνεντεύξεων των φορέων.....	93
2.2. Συμπεράσματα.....	97
3. Διερεύνηση χωρικής κατανομής υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους αυτοκινητοδρόμους της Ελλάδας.....	98
3.1. Μεθοδολογία χωρικής κατανομής σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε ΣΕΑ .....	98
3.2. Σχεδιασμός.....	100
3.3. Προτεινόμενα σημεία ταχείας φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ανά αυτοκινητόδρομο .	105
3.3.1. Αυτοκινητόδρομος Αθήνα- Θεσσαλονίκη (ΠΑΘΕ).....	105
3.3.2. Αυτοκινητόδρομος Αθήνα- Μεσσηνία (Αττική- Ολυμπία οδός, ΠΑΘΕ) & υπό σχεδίαση τμήματα.....	107
3.3.3. Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδας (Ε65).....	108
3.3.4. Αυτοκινητόδρομος της Εγνατίας Οδού και οι κάθετοι άξονες.....	109
3.3.5. Αυτοκινητόδρομος Δυτικής Ελλάδας (Ιόνια Οδός) .....	110
3.3.6. Κεντρικός Άξονας Πελοποννήσου (αυτοκινητόδρομος Μορέας).....	111
3.4. Συμπεράσματα.....	112
4. Αξιολόγηση της επένδυσης.....	114
4.1. Περίοδος κατασκευής και λειτουργίας .....	114

4.2.	Παραδοχές για την αξιολόγηση της επένδυσης.....	114
4.2.1.	Οικονομικές παραδοχές.....	115
4.3.	Σενάρια αξιολόγησης της επένδυσης ταχυφορτιστή ΗΟ .....	117
4.3.1.	1 <sup>ο</sup> Σενάριο βάσης (καμία χρηματοδότηση) .....	117
4.3.2.	2 <sup>ο</sup> Σενάριο με επιχορήγηση (κρατική ή μη).....	118
4.3.3.	3 <sup>ο</sup> Σενάριο με λήψη δανείου.....	119
4.3.4.	Ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός φορτίσεων.....	121
4.4.	Συμπεράσματα.....	124
	Συμπεράσματα .....	126
	Προκύπτοντες προβληματισμοί για μελλοντική έρευνα .....	127
	Βιβλιογραφία.....	129
	Παράρτημα.....	135
	Συνηντεύξεις .....	135

## Αρκτικόλεξα

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΛΙΝΗΟ: Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων

ΕΣΕΚ: Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα

ΗΟ: Ηλεκτρικό Όχημα

ΜΕΚ: Μηχανή Εσωτερικής Καύσης

ΥΠΕΚΑ: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

ΥΠΕΝ: Υπουργείο Ενέργειας

ΥΠΥΠΜΕΔΙ: Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων

ΣΕΑ: Σταθμός Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών

ΧΣΑ: Χώρος Στάθμευσης και Αναψυχής

AC: Alternate Current (Εναλλασσόμενο ρεύμα)

BEV: Battery Electric vehicle

CCS: Combined Charging System

CO<sub>2</sub>: Διοξείδιο του άνθρακα

DC: Direct Current (Συνεχές ρεύμα)

EAFO: European Alternative Fuels Observatory

EV: Electric Vehicle

FCEV: Fuel Cell Electric vehicle

GIS: Geographic Information System

LFP: lithium iron phosphate

NCA: nickel cobalt aluminum

NMC: nickel manganese cobalt

PHEV: Plug in Hybrid Electric Vehicle

TCO: Total Cost of Ownership

TTW: Tank-to-wheel

WLTP: World harmonized Light-duty vehicles Test Procedure

WTT: Well-to-Tank

WTW: Well-to-wheel



## Μονάδες μέτρησης

g CO<sub>2</sub>/km: Γραμμάρια CO<sub>2</sub> ανά χιλιόμετρο

GW: Γιγαβάτ

kW: Κιλοβάτ

kWh: Κιλοβατώρα

MPa: Μέγα-πασκάλ

MtCO<sub>2</sub>: Million Tonnes of CO<sub>2</sub>

Mtoe: Million Tonnes of Oil Equivalent

MW: Μεγαβάτ

PM: Particulate Matter (αιωρούμενα σωματίδια)

Wh/kg: Βατώρα ανά κιλό

Wh/L: Βατώρα ανά λίτρο

## Κατάλογος πινάκων, διαγραμμάτων, εικόνων, χαρτών

### Πίνακες

Πίνακας 1. Πιστωτικές μονάδες ZEV California (1990- 2017) .....	21
Πίνακας 2. Εκτιμώμενος αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα (2020-2030) .....	26
Πίνακας 3. Εκτιμώμενος αριθμός σημείων ηλεκτρικής φόρτισης στην Ελλάδα (2020-2030) .....	27
Πίνακας 4. Κίνητρα επιδότησης ΗΟ σε χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης (2017) .....	36
Πίνακας 5. Στόχοι κρατών για τη δεκαετία 2020- 2030 .....	42
Πίνακας 6. Στόχοι αυτοκινητοβιομηχανιών για την δεκαετία 2020-30 .....	43
Πίνακας 7. Επίπεδα, τύποι και πρότυπα φόρτισης ΗΟ.....	60
Πίνακας 8. Ιδιότητες των τριών βασικών τεχνολογιών συσσωρευτών ιόντων λιθίου (2018).....	82
Πίνακας 9. Διάρκεια εγγύησης συσσωρευτή ΗΟ και εγγυώμενο ποσοστό υγείας.....	83
Πίνακας 10. Ανερχόμενες τεχνολογίες συσσωρευτών (2017-2030) .....	84
Πίνακας 11. Ανακοινωθέντες στόχοι παραγωγής συσσωρευτών (2020-2030) .....	85
Πίνακας 12. SWOT Analysis ηλεκτροκίνησης.....	89
Πίνακας 13. Προγραμματισμένα δίκτυα ταχείας και υπερταχείας φόρτισης στην Ευρώπη (2018) ...	91
Πίνακας 14. Πίνακας υφιστάμενων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων που βρέθηκαν κατά τη μελέτη.....	103
Πίνακας 15. Προτεινόμενα σημεία ταχείας φόρτισης ΗΟ στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους..	113
Πίνακας 16. Πίνακας προϋπολογισμού του κόστους κατασκευής και λειτουργίας της επένδυσης.	116

### Διαγράμματα

Διάγραμμα 1. Εκπομπές ρύπων ενός πετρελαιοκινητήρα ανά αντιρρυπαντική τεχνολογία Euro (2016) .....	8
Διάγραμμα 2. Κατανομή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα παγκοσμίως (2014) .....	13
Διάγραμμα 3. Διαχρονική εξέλιξη της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας (1960-2100).....	14
Διάγραμμα 4. Κατανομή αερίων του θερμοκηπίου και ποσοστά ανά αέριο παγκοσμίως (2014) .....	15
Διάγραμμα 5. Στόλος ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα (2008-2019).....	24
Διάγραμμα 6. Ποσοστό αύξησης νέων ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα (2014-2019).....	24
Διάγραμμα 7. Μερίδιο αγοράς ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα (2008-2019) .....	25
Διάγραμμα 8. Μερίδιο ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο σύνολο των επιβατικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα (2018-2030) .....	25
Διάγραμμα 9. Σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα (2008-2019) .....	26
Διάγραμμα 10. Ενεργειακή εξάρτηση της χώρας (2016-2030) .....	29
Διάγραμμα 11. Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας (2006-2016) .....	30
Διάγραμμα 12. Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ηλεκτρική ενέργεια από διάφορες πηγές στην ΕΕ (2015) .....	31
Διάγραμμα 13. Εξέλιξη εκπομπών CO <sub>2</sub> ανά ενεργειακό τομέα στην Ελλάδα (2005-2030).....	31
Διάγραμμα 14. Ενεργειακό Ισοζύγιο της χώρας για το 2015 .....	32
Διάγραμμα 15. Μερίδια καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών στην Ελλάδα (2006-2016) .....	32
Διάγραμμα 16. Πρόβλεψη εγκατεστημένης ισχύος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά τύπο πηγής στην Ελλάδα (2016-2030) .....	33

Διάγραμμα 17. Πρόβλεψη μεριδίων καυσίμων στην εγχώρια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ..	34
Διάγραμμα 18. Συνεισφορά καυσίμων στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα (2006-2016) .....	34
Διάγραμμα 19. Δημόσια προσβάσιμες υποδομές φόρτισης ανα χώρα (2018) .....	37
Διάγραμμα 20. Προγραμματισμένες επενδύσεις στις υποδομές φόρτισης διεθνώς (2018).....	38
Διάγραμμα 21. Πωλήσεις των 10 καλύτερων κατασκευαστών ΗΟ παγκοσμίως (2018) .....	52
Διάγραμμα 22. Διάρκεια φόρτισης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου Renault ZOE, σε όλα επίπεδα φόρτισης (2018).....	61
Διάγραμμα 36. Σταθμοί φόρτισης ΗΟ διεθνώς (2013-2018).....	65
Διάγραμμα 23. Παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων (2013-2017).....	69
Διάγραμμα 24. Παγκόσμιες πωλήσεις και μερίδιο αγοράς των ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων (2013-2017) .....	70
Διάγραμμα 25. Παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων (2013- 2018).....	71
Διάγραμμα 26. Πωλήσεις ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων και μερίδια πωλήσεων νέων οχημάτων διεθνώς (2013-2018) .....	71
Διάγραμμα 27. Εξέλιξη εκπομπών CO <sub>2</sub> ανά τομέα στην ΕΕ (1990- 2016).....	73
Διάγραμμα 28. Κατανομή εκπομπών CO <sub>2</sub> στις μεταφορές στην ΕΕ (2016) .....	74
Διάγραμμα 29. Σύγκριση συνολικού κόστους ιδιοκτησίας συμβατικού, υβριδικού και ηλεκτρικού οχήματος (2019) .....	76
Διάγραμμα 30. Σύγκριση κύκλου ζωής εκπομπών CO <sub>2</sub> των ηλεκτρικών οχημάτων με οχήματα ΜΕΚ (2018) .....	78
Διάγραμμα 31. Εκπομπές CO <sub>2</sub> που θα αποφευχθούν με τη χρήση ΗΟ στο μεταφορικό τομέα, σε ανάλυση Well-to-wheel (2019).....	79
Διάγραμμα 32. Κατασκευαστικό κόστος ηλεκτρικού αυτοκινήτου (2012).....	80
Διάγραμμα 33. Ενεργειακή πυκνότητα διαφόρων ειδών συσσωρευτών (2011).....	81
Διάγραμμα 34. Ενεργειακή πυκνότητα διαφόρων τεχνολογιών συσσωρευτών (2018) .....	82
Διάγραμμα 35. Συσχέτιση κόστους συσσωρευτών ιόντων λιθίου NMC622 και NMC811 με την αύξηση παραγωγή ενέργειας (2018).....	83
Διάγραμμα 37. Ποσοτήτες εκπομπών CO <sub>2</sub> /kWh από την κατασκευή των συσσωρευτών διαφόρων τεχνολογιών (2018).....	88
Διάγραμμα 38. Σταθμοί ταχείας φόρτισης σε αυτοκινητοδρόμους της Κίνας, ΕΕ και ΗΠΑ και στόχοι χιλιομετρικής κατανομής (2018) .....	100
Διάγραμμα 39. Δημόσια προσβάσιμοι σταθμοί φόρτισης ΗΟ ανά χώρα (2005-2018) .....	115

## Εικόνες

Εικόνα 1. Βασικά μέρη ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου .....	44
Εικόνα 2. Διαφήμιση που προωθεί τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων έναντι των αλόγων (Electrical World, 1911).....	45
Εικόνα 3. Ηλεκτρικό όχημα κατά τη διάρκεια φόρτισης των μπαταριών του .....	46
Εικόνα 4. Ο Thomas Edison και το ηλεκτρικό του αυτοκίνητο (1913) .....	47
Εικόνα 5. Το EV1 της General Motors (Rick Rowen, 2002) .....	50
Εικόνα 6. Toyota Prius του 2003 .....	51
Εικόνα 7. Tesla Roadster του 2010 (Thomas Doerfer, 2010).....	52
Εικόνα 8. Nissan Leaf του 2018 (Vauxford, 2018) .....	53
Εικόνα 9. Tesla Model 3 (2018).....	54
Εικόνα 10. Επαγωγικός φορτιστής της BMW.....	56

Εικόνα 11. Ενσύρματη φόρτιση .....	57
Εικόνα 12. Σταθμός αντικατάστασης μπαταρίας.....	58
Εικόνα 13. Φόρτιση κατά την κίνηση του οχήματος.....	59
Εικόνα 14. Renault ZOE (2019) .....	61
Εικόνα 15. Μέθοδοι φόρτισης ΗΟ.....	63
Εικόνα 16. Τύποι υποδοχέων ρευματοληπτών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων .....	64
Εικόνα 17. Τύποι και μέθοδοι φόρτισης ΗΟ σε ΗΠΑ, Ιαπωνία, Ευρώπη και Κίνα .....	65
Εικόνα 18. Ρευματολήπτες Chademo (πάνω) και CCS Combo 2 (κάτω) .....	67
Εικόνα 19. Ρευματολήπτης ταχείας φόρτισης Tesla Model S/X και Tesla Model 3 στην ΕΕ (αριστερή εικόνα) και ρευματολήπτης Tesla Model S/X στην ΕΕ και στη Βόρεια Αμερική (δεξιά εικόνα).....	67
Εικόνα 20. Αντάπτορας Chademo σε Tesla (αριστερά)/αντάπτορας CCS2 σε Type 2 (Tesla) (δεξιά) .	68
Εικόνα 21. Υποδοχείς φόρτισης Chademo και Type 2 σε Nissan Leaf (2018) .....	69
Εικόνα 22. Λειτουργία ενός τυπικού κελιού ιόντων λιθίου .....	80
Εικόνα 23. Πρίζα φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος στο parking «Πλατεία» (αργή φόρτιση).....	94
Εικόνα 24. Θέσεις φόρτισης στο parking «Πλατεία» .....	94
Εικόνα 25. Υποδοχή ρευματολήπτη τύπου 2 για γρήγορη φόρτιση έως 43 kW, στο κατάστημα GERO .....	96
Εικόνα 26. Σταθμός φόρτισης στην Hager στο κατάστημα GERO.....	96
Εικόνα 27. Θέση φόρτισης στο κατάστημα GERO .....	96
Εικόνα 28. Ταχυφορτιστής Terra 54 High Voltage της ABB στο ΣΕΑ Αταλάντης .....	106

## Χάρτες

Χάρτης 1. Έξοδα της ΕΕ από την χρήση πετρελαίου ανά ημέρα (2014) .....	11
Χάρτης 2. Συμμετέχουσες χώρες στο NEXT-E Project και προβλεπόμενα σημεία ταχείας φόρτισης (2018-2020) .....	40
Χάρτης 3. Σημεία ταχείας φόρτισης ΗΟ στους αυτοκινητοδρόμους της Ευρώπης ανά 60 km και μερίδιο αγοράς ΗΟ ανά χώρα (2017) .....	72
Χάρτης 4. Ελληνικό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων.....	102
Χάρτης 5. Υφιστάμενες υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.....	103
Χάρτης 6. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα- Θεσσαλονίκη .....	105
Χάρτης 7. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα- Μεσσηνία .....	107
Χάρτης 8. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Κεντρικής Ελλάδας (Ε65).....	108
Χάρτης 9. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Εγνατίας οδού .....	109
Χάρτης 10. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Δυτικής Ελλάδας (Ιόνια Οδός) .....	110
Χάρτης 11. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Μορέα (Κεντρικός Άξονας Πελοποννήσου) .....	111
Χάρτης 12. Κατάλληλες περιοχές για εγκατάσταση σταθμών ταχείας φόρτισης, στο σύνολο των ελληνικών αυτοκινητοδρόμων .....	112

## Εισαγωγή

Η μετακίνηση των ανθρώπων με συμβατικά αυτοκίνητα αποτελεί τον πιο συνήθη και ελεύθερο, από άποψη αυτονομίας, τρόπο μεταφοράς αλλά ταυτόχρονα τον πιο επιβλαβή για το περιβάλλον. Οι οδικές μεταφορές αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης και ρύπανσης ταυτόχρονα, σε σχέση με τις αεροπορικές ή τις σιδηροδρομικές, επιβαρύνοντας ιδιαίτερα το περιβάλλον μέσω των υψηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που εκλύουν (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ενεργειακό Ισοζύγιο στην Ελλάδα, 2017). Σε μια εποχή όπου η κλιματική αλλαγή βρίσκεται στις πρώτες θέσεις των παγκοσμίων προβλημάτων, η μετάβαση σε φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας στις μεταφορές τάσσεται επιτακτική από τις ανεπτυγμένες οικονομίες, τουλάχιστον, με στόχο να μειωθεί η χρήση των συμβατικών ρυπογόνων καυσίμων και να επιτευχθούν υψηλά επίπεδα βιωσιμότητας με τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων. Δεδομένων των αρνητικών επιπτώσεων των συμβατικών καυσίμων (βενζίνη, πετρέλαιο κίνησης, φυσικό αέριο κλπ.) στο περιβάλλον και την δημόσια υγεία, οι εθνικές πολιτικές των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων κρατών προωθούν την αντικατάσταση αυτών από πιο βιώσιμες εναλλακτικές (ηλεκτρισμός, υδρογόνο). Η πιο διαδεδομένη χρήση εναλλακτικού «καυσίμου» και ταυτόχρονα μηδαμινών εκπομπών ρύπων αποτελεί η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία έχει υιοθετηθεί από πολλά ανεπτυγμένα κράτη, αντικαθιστώντας σε μεγάλο βαθμό τα συμβατικά ρυπογόνα καύσιμα στις μεταφορές. Εντούτοις, η μετάβαση σε ένα διαφορετικό τρόπο κίνησης και κατανάλωσης καυσίμου περνά από πολλά στάδια μέχρι την τελική αποδοχή τους από την κοινωνία, με αποτέλεσμα να μη γίνονται μεγάλα βήματα στην εγκατάσταση βασικών υποδομών για την κίνηση τέτοιων αυτοκινήτων. Οι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων αποτελούν το βασικότερο, ίσως, παράγοντα για την προώθηση των ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων στην αγορά και κατά συνέπεια την αύξηση της ζήτησής τους από τους χρήστες. Ωστόσο, η μικρότερη αυτονομία (range anxiety) των ηλεκτρικών οχημάτων σε χιλιόμετρα, συγκριτικά με τα συμβατικά αυτοκίνητα, όσο και το σχετικά μεγάλο κόστος αγοράς ενός σύγχρονου ηλεκτρικού αυτοκινήτου απωθούν τους χρήστες από την απόκτηση ενός τέτοιου οχήματος. Από την άλλη πλευρά, αν σκεφτεί κανείς μακροπρόθεσμα και με βάση τις συνεχώς αυξανόμενες τιμές των συμβατικών καυσίμων κίνησης και τις συνεχώς πτωτικές τάσεις του κόστους των μπαταριών, που αποτελούν και το πιο ακριβό μέρος των ηλεκτρικών οχημάτων, θα παρατηρήσει πως με την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος, όχι μόνο κάνει απόσβεση της «επένδυσης», αλλά και συμβάλλει στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, τόσο στον αστικό, όσο και στον εξωαστικό χώρο. Εν συνεχεία του μακροπρόθεσμου της ενεργειακής κατανάλωσης και ορθολογικά σκεπτόμενοι, η

αλόγιστη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλους τους παραγωγικούς τομείς οδηγεί με εκθετικούς ρυθμούς στην πλήρη εξάντλησή τους.

Φυσικά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η μετάβαση από το συμβατικό αυτοκίνητο στο ηλεκτρικό δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση και σε αυτό παίζουν ρόλο διάφοροι παράγοντες, όπως η αυτονομία του οχήματος σε χιλιόμετρα, ο χρόνος φόρτισης του οχήματος, το υψηλότερο κόστος αγοράς, οι ελάχιστοι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στις ελληνικές πόλεις και στους αυτοκινητοδρόμους. Η έλλειψη υποδομών φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, καθώς και η ανάγκη δημιουργίας αυτών των υποδομών στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους θα εξεταστεί λεπτομερώς, στη συνέχεια αυτής της διπλωματικής εργασίας, με στόχο τη εξέταση των εξής ερωτημάτων:

- γιατί είναι σημαντική η απαγκίστρωση των ενεργειακών μας αναγκών από τα ορυκτά καύσιμα στις μεταφορές;
- πώς τα ηλεκτρικά οχήματα επηρεάζουν/θα επηρεάσουν τις μεταφορές;
- γιατί η ιδέα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου δεν υιοθετείται ακόμη από τους Έλληνες οδηγούς;
- με ποιον τρόπο/μεθοδολογία κατανέμονται οι σταθμοί φόρτισης Η.Ο. στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους;
- ποιες μπορεί να είναι οι συνέπειες αυτού του δικτύου στο χώρο και γενικότερα στο μεταφορικό και ενεργειακό σχεδιασμό;

## 1. Θεωρητικό υπόβαθρο

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, η εξάρτηση των μεταφορικών αναγκών από τα ορυκτά καύσιμα έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση των ποσοτήτων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου και τη διαρκή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη από τις αρχές της πρώτης Βιομηχανικής Επανάστασης (Environmental Protection Agency, n.d.). Η προώθηση της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές και η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν βασικές πολιτικές, οι οποίες ασκούνται από πολλά ανεπτυγμένα κράτη, καθώς αποδεικνύονται οι πλέον βιώσιμες λύσεις για τη μείωση του αρνητικού περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Η παρούσα διπλωματική εργασία καταδεικνύει τη σημασία της ηλεκτροκίνησης ως βασικό σύστημα μεταφορών του μέλλοντος, αναλύοντας και εξετάζοντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά της (πολιτικές προώθησης, τεχνολογία ηλεκτρικών οχημάτων και υποδομών φόρτισης, συσσωρευτές, ενεργειακή/περιβαλλοντική βιωσιμότητα), ενώ εμβαθύνει στη διερεύνηση της βέλτιστης χωρικής κατανομής σταθμών φόρτισης (ταχυφορτιστών), κατά μήκος των κύριων ελληνικών αυτοκινητοδρόμων, μέσω άμεσης σύνδεσης των αυτοκινητοδρόμων με τις νέες αυτές υποδομές. Σε αυτή τη βάση, υλοποιείται μια όσο το δυνατόν πληρέστερη ανάλυση της ηλεκτροκίνησης των οχημάτων στις οδικές μεταφορές, τη στιγμή που οι μεγαλύτερες αυτοκινητοβιομηχανίες επενδύουν όλο και περισσότερα κεφάλαια σε αυτή τη τεχνολογία μεταφορών. Ταυτόχρονα, το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη επηρεάζει ολοένα και περισσότερο το περιβάλλον μέσω των μεγάλων ποσοτήτων εκλύσεων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, εκ των οποίων, σύμφωνα με τη Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, τα μεγαλύτερα ποσοστά εκπομπών GHG στις μεταφορές της ΕΕ αποδίδονται στις οδικές μεταφορές και συγκεκριμένα στα αυτοκίνητα τα οποία κινούνται με μηχανή εσωτερικής καύσης (EEA, European Environmental Agency, 2016).

### 1.1. Αντικείμενο και σκοπός

Βασικό αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η προώθηση της ηλεκτροκίνησης στα επιβατικά αυτοκίνητα και η ανάγκη υιοθέτησης των βασικών αρχών της από την ελληνική κοινωνία. Κύριος στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ένταξη της Ελλάδας στη ηλεκτροκίνηση των επιβατικών οχημάτων μέσω της δημιουργίας των υποδομών σταθμών φόρτισης στους κύριους αυτοκινητοδρόμους της χώρας, υποδομή η οποία λείπει από τη χώρα, καθώς μόνο στην Ιόνια Οδό λειτουργούν/πρόκειται να λειτουργήσουν 5 σταθμοί ταχείας φόρτισης ΗΟ σε αντίστοιχους Σταθμούς Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (Καραγιάννης, 2018). Η δημιουργία υποδομών γρήγορης φόρτισης

στους αυτοκινητοδρόμους δύναται να ενισχύσει την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα, καθώς θα υπάρχει η δυνατότητα μεγάλων ταξιδιών με ηλεκτρικά οχήματα, με τη μικρότερη δυνατή αναμονή για τη φόρτιση του οχήματος. Στην παρούσα εργασία λαμβάνεται ως παραδοχή, πως τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα με συσσωρευτές αποτελούν τα πλέον αποδοτικά οχήματα μηδενικών εκπομπών αέριων ρύπων, λόγω του μεγαλύτερου βαθμού διεύθυνσής τους στην αγορά σε σύγκριση με τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου με υδρογόνο (Fuel Cell Electric Vehicles – FCEV). Επιπλέον το υδρογόνο, κατά την παραγωγή του, εκλύει αρκετά υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, το κόστος των υποδομών θεωρείται ιδιαίτερα υψηλό, ενώ η μεταφορά του καυσίμου χρήζει μεγάλης προσοχής λόγω των υψηλών πιέσεων (30-70 MPa) (Goldman, 2014). Αποτελεί, ωστόσο, εν δυνάμει καύσιμο των μελλοντικών συστημάτων μεταφοράς, καθώς η συγκεκριμένη τεχνολογία μεταφορών παρουσιάζει μεγάλες προοπτικές έρευνας και βελτίωσης σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Κατά συνέπεια, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην ηλεκτροκίνηση των επιβατικών αυτοκινήτων, καθώς σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, τα συμβατικά αυτοκίνητα είναι αυτά που ευθύνονται για τις μεγαλύτερες ποσότητες CO<sub>2</sub> στις οδικές μεταφορές, με ποσοστό 61% (EEA, European Environmental Agency, 2016) .

Η εργασία εξετάζει σε βάθος τις πολιτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο και το θεσμικό πλαίσιο που τη διέπει, ανατρέχει στην ιστορία των ηλεκτρικών οχημάτων, αναλύει πρακτικές και πολιτικές κρατών που έχουν προσαρμοστεί σε σημαντικό βαθμό στην εποχή της ηλεκτροκίνησης, περιγράφει εκτενώς τις νέες τεχνολογίες σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα με ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές καθώς και τις πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία των συσσωρευτών, των δικτύων φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, και τέλος εξειδικεύεται περαιτέρω στη χωρική κατανομή σταθμών φόρτισης ταχυφορτιστών στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους.

Κατά τη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας λήφθηκαν υπόψιν βιβλιογραφικές πηγές και έρευνες σημαντικών παγκόσμιων οργανισμών που έχουν εντυφίσει στον τομέα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων και της αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών, όπως ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας, η Παγκόσμια Τράπεζα, σημαντικά θεσμικά κείμενα και επιστημονικά άρθρα που προωθούν την αναγκαιότητα της ηλεκτροκίνησης στις μεταφορές, θέτοντας προδιαγραφές για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης και την ταχύτητα της φόρτισης των μπαταριών, καθώς και συμβάσεις του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και κατευθύνσεις κρατών και οργανισμών με μεγαλύτερη εμπειρία στον τομέα της ηλεκτροκίνησης. Πάνω σε αυτές τις βάσεις, η διπλωματική εργασία προσδοκά να εξάγει αξιόπιστα και τεκμηριωμένα συμπεράσματα, σχετικά με την αναγκαιότητα υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων



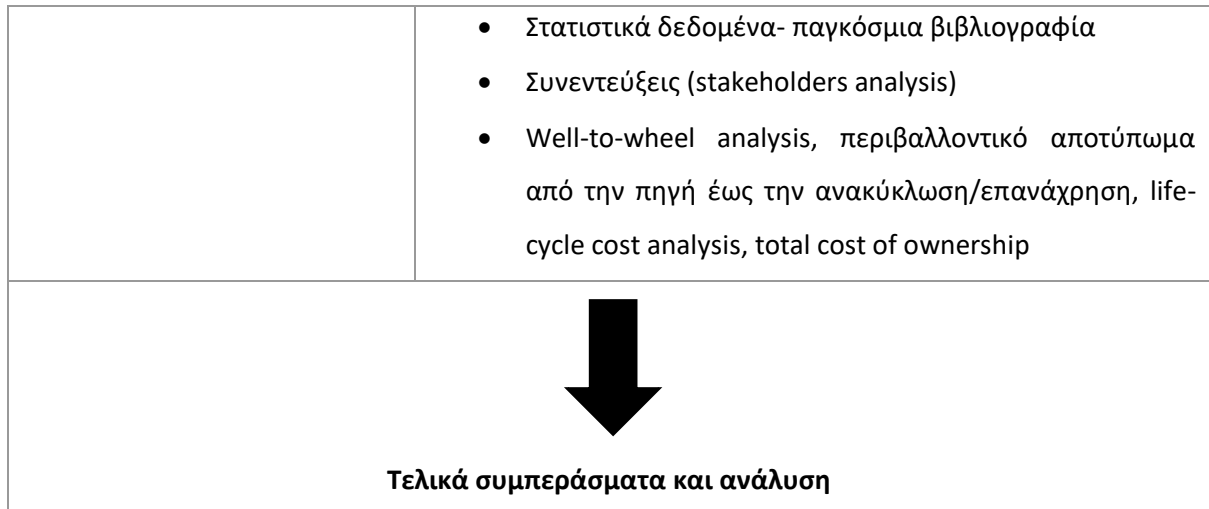
και συγκεκριμένα ταχυφορτιστών (ισχύος μεγαλύτερης των >22kW, με διάρκεια πλήρους φόρτισης από 20 λεπτά έως 1 ώρα), κατά μήκος των ελληνικών αυτοκινητοδρόμων.

Εν κατακλείδι, τονίζεται η περιβαλλοντική πλευρά του θέματος της ηλεκτροκίνησης, ενός σύγχρονου και πρωτεύουσας σημασίας προβλήματος της εποχής μας. Η εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gas Emissions), οι οποίες παράγονται, ως επί το πλείστον, από τη καύση ορυκτών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών, θεωρούνται μια από τις κύριες αιτίες υπονόμευσης της ποιότητάς ζωής, ιδιαίτερα των πόλεων, ενώ ταυτόχρονα συμβάλουν στην διατήρηση, αν όχι όξυνση, του φαινομένου της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Διαπιστώνεται, επίσης, πως η αγκίστρωση των ενεργειακών αναγκών του μεταφορικού τομέα στα ορυκτά καύσιμα οδηγεί αναπόφευκτα, όχι μόνο στην ταχύτατη συρρίκνωση των αποθεμάτων τους, αλλά ταυτόχρονα και στην καταστροφή του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Η στροφή των ενεργειακών μας αναγκών σε εναλλακτικά καύσιμα καθίσταται αναγκαία για την υπερκέραση αυτών των κινδύνων και ο ηλεκτρισμός, όπως και το υδρογόνο φαντάζουν τα κύρια καύσιμα του μέλλοντος στο μεταφορικό τομέα.

## 1.2. Μεθοδολογία έρευνας

Η μεθοδολογία πάνω στην οποία στηρίχθηκε η διερεύνηση του θέματος της ηλεκτροκίνησης και της χωρικής κατανομής των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους συνδέεται άμεσα με τα ερωτήματα που έχει να απαντήσει αυτή η έρευνα. Αρχικά, τα ερωτήματα αυτά ασχολούνται με το τι πρόκειται να διερευνήσουμε, γιατί είναι σημαντικό να γίνει μια εις βάθος έρευνα στο πεδίο της ηλεκτροκίνησης και των υποδομών της και πώς μπορεί να πάρει υπόσταση η έρευνα αυτή. Συνεπώς θεωρούνται απαραίτητες οι απαντήσεις τουλάχιστον σε αυτά τα βασικά ερωτήματα, ούτως ώστε στη συνέχεια να είμαστε σε θέση να απαντήσουμε σε πιο σύνθετα ερωτήματα, όπως τις συνέπειες αυτών των υποδομών στον χώρο, το είδος των φορτιστών που πρέπει να εγκατασταθούν, εάν υπάρχει πραγματική ανάγκη για την εγκατάσταση τέτοιων υποδομών, προκειμένου να προβούμε σε ασφαλή συμπεράσματα. Αναλυτικότερα, η μεθοδολογία έρευνας παρουσιάζεται στον παρακάτω σχεδιάγραμμα:

<b>Δομή μεθοδολογικής έρευνας</b>	
<b>Κεντρικό θέμα έρευνας: Υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων</b>	
<b>Βασικά Ερωτήματα</b>	<b>Ανάλυση- Προβληματισμοί</b>
<b>Τι ερευνούμε;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στα επιβατικά αυτοκίνητα</li> <li>• Case study: Χωρική κατανομή των σταθμών φόρτισης στο εθνικό οδικό δίκτυο της χώρας</li> </ul>
<b>Γιατί ερευνούμε;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κλιματική αλλαγή, προστασία του περιβάλλοντος- Απανθρακοποίηση των ενεργειακών αναγκών μας, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου</li> <li>• Σημαντική προώθηση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων από παγκόσμιους οργανισμούς, κράτη, ενώσεις κρατών/πολιτειών και από αυτοκινητοβιομηχανίες-επιχειρήσεις</li> <li>• Ειδικότερα για Ελλάδα: ελάχιστη διείσδυση της ηλεκτροκίνησης- Σύμπλευση με την παγκόσμιες τάσεις στον τομέα της αυτοκίνησης</li> </ul>
<b>Πώς ερευνούμε;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GIS – Βέλτιστη κατανομή των υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους αυτοκινητοδρόμους της Ελλάδας</li> </ul>

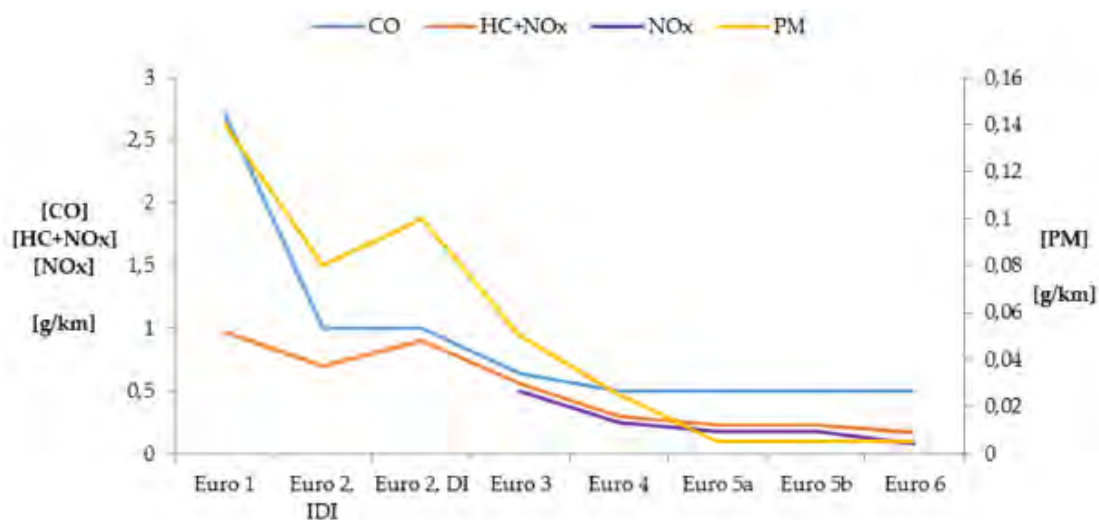


### 1.3. Πολιτικές ηλεκτροκίνησης αυτοκινήτων

Οι πολιτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές παίζουν νευραλγικό ρόλο στη μετάβαση σε μια πιο βιώσιμη ενεργειακή πολιτική. Οι πρωτοπόρες χώρες στην αυτοκίνηση χρησιμοποιούν διάφορα πρότυπα μετρήσεων σχετικά με την οικονομία καυσίμων και τις εκπομπές CO<sub>2</sub> (WLTP standard), σε συνδυασμό με κίνητρα προώθησης της ηλεκτροκίνησης που χορηγούνται από τα κράτη, ούτως ώστε να μετριάσουν το μεγαλύτερο κόστος αγοράς ενός ηλεκτρικού, σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο και ταυτόχρονα να συμβάλλουν στην ανάπτυξη υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, μέσω της χορήγησης οικονομικών κινήτρων σε εταιρείες δικτύων σταθμών φόρτισης.

Ένας βασικός λόγος προώθησης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων έγκειται στις αντιρρυπαντικές τεχνολογίες Euro, οι οποίες δεν παρουσίασαν ιδιαίτερη βελτίωση στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, από τη Euro 4 και μετά. Έτσι, οι πολιτικές μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων στις μεταφορές προσανατολίσθηκαν στην προώθηση ηλεκτροκίνητων μοντέλων αυτοκινήτων, όπου η παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου είναι μηδενική κατά τη χρήση του οχήματος (Hoofman, Oliverira, Messagie, Coosemans, & Van Mierlo, 2016).

Διάγραμμα 1. Εκπομπές ρύπων ενός πετρελαιοκινήτρου ανά αντιρρυπαντική τεχνολογία Euro (2016)



Πηγή: Hoofman, Oliverira, Messagie, Coosemans, & Van Mierlo, 2016

Οι πολιτικές αυτές προωθούν την τεχνολογική ανάπτυξη των ηλεκτροχημικών συσσωρευτών, τη μείωση των επιπτώσεων από την εξόρυξη των πρώτων υλών και των σπάνιων υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους, τη χημική τους σύσταση και την ενεργειακή τους πυκνότητα, τη βελτίωση της απόδοσης των συνολικών κύκλων φορτίσεων, έως την τελική τους

ανακύκλωση και επανάχρηση (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Από την άλλη, οι μεταφορές αποτελούν ένα σημαντικό μέρος της γενικευμένης πολιτικής της ΕΕ, που αποσκοπεί στην ευρωπαϊκή ολοκλήρωση και είναι ζωτικής σημασίας για την ελεύθερη κυκλοφορία των προσώπων, των υπηρεσιών και των εμπορευμάτων (Ευρωπαϊκή Ένωση, n.d.).

Η χρήση εναλλακτικών μέσων μεταφοράς παίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των ενεργειακών και κλιματικών στόχων της ΕΕ, καθώς η κινητικότητα αυξάνεται στις σύγχρονες κοινωνίες. Στη βάση αυτή, η ΕΕ έρχεται αντιμέτωπη με μείζονες προκλήσεις, όπως:

- η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η οποία αφορά τόσο τις οδικές όσο και τις αεροπορικές μεταφορές,
- η βιωσιμότητα, όπου οι μεταφορές εξακολουθούν να εξαρτώνται από το πετρέλαιο και τη βενζίνη για το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών τους, γεγονός δυσβάστακτο από περιβαλλοντική και οικονομική άποψη,
- η ποιότητα του αέρα, όπου μέχρι το 2050, η ΕΕ πρέπει να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του τομέα των μεταφορών κατά 60% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, και να εξακολουθήσει να μειώνει τη ρύπανση που προκαλούν τα οχήματα,
- οι απαραίτητες υποδομές, όπου η ποιότητα των μεταφορικών υποδομών διαφέρει αισθητά στις χώρες της ΕΕ και
- ο ανταγωνισμός, ο τομέας των μεταφορών στην ΕΕ αντιμετωπίζει ολοένα αυξανόμενο ανταγωνισμό από τις ταχέως αναπτυσσόμενες αγορές μεταφορών σε Αμερική και Ασία (Ευρωπαϊκή Ένωση, n.d.).

Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα μελετηθούν οι βασικές πολιτικές μεταφορών της ΕΕ, για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές. Διακρίνονται σε 2 βασικές κατηγορίες:

- A: αυτές που αφορούν την ηλεκτροκίνηση των οδικών μεταφορών ως προς τον τομέα των μεταφορών συνολικά και
- B: αυτές που συνδέονται με την αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, μέσω της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων.

#### **A. Λευκή βίβλος (2011)**

Η Λευκή Βίβλος (2011) αποτελεί ένα κείμενο της ΕΕ που έχει στόχο τη διαμόρφωση ενός ανταγωνιστικού και ενεργειακά αποδοτικού συστήματος μεταφορών, με όραμα την αύξηση των μεταφορών, τη στήριξη της κινητικότητας και ταυτόχρονα την επίτευξη του ευρωπαϊκού στόχου

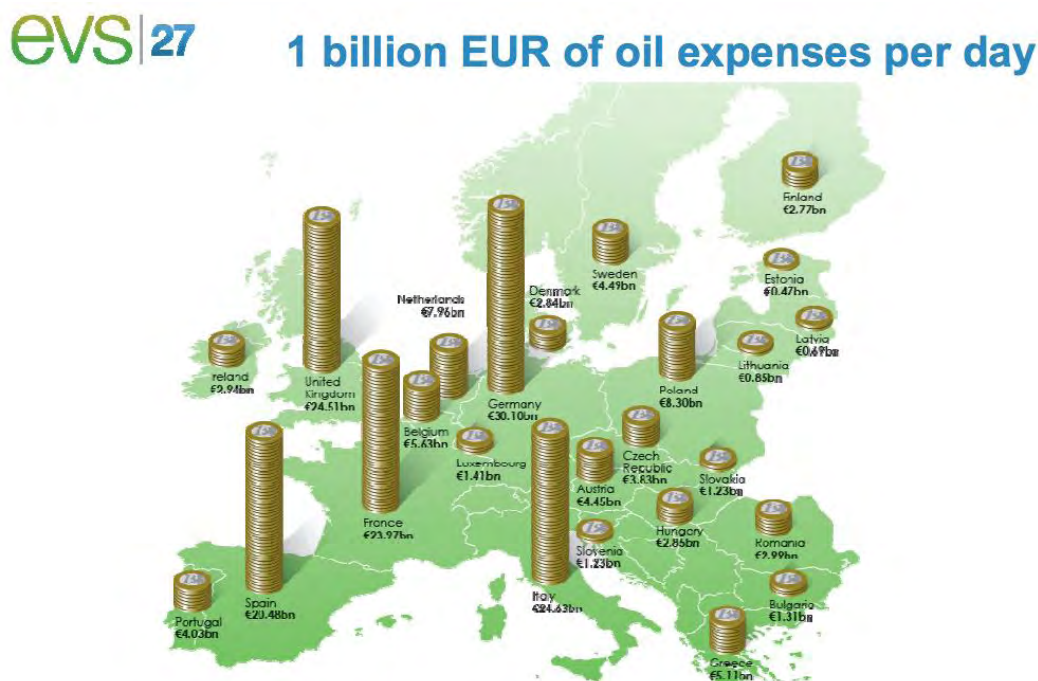
μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκήπιου κατά 60% έως το 2050 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει υιοθετήσει μια πολιτική επίτευξης αυστηρών στόχων για την επόμενη δεκαετία, προκειμένου να διαμορφώσει ένα ανταγωνιστικό σύστημα μεταφορών που θα ενισχύει την κινητικότητα, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά σημαντικά προβλήματα της ΕΕ, σχετικά με την μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα και την μείωση της ανεργίας. Οι στόχοι αυτοί θα συρρικνώσουν την εξάρτηση των ενεργειακών αναγκών της ΕΕ από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα και θα μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στις μεταφορές. Πιο αναλυτικά οι στοίχοι περιλαμβάνουν:

- τερματισμό κυκλοφορίας πετρελαιοκίνητων και βενζινοκίνητων οχημάτων στις πόλεις,
- χρήση καυσίμων με μικρές εκπομπές έκλυσης CO<sub>2</sub>, έως 40% στις αερομεταφορές και τουλάχιστον 40% στις ακτοπλοϊκές μεταφορές,
- ενίσχυση των σιδηροδρομικών μεταφορών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

Σύμφωνα με τη Λευκή Βίβλο, το πετρέλαιο, το οποίο προέρχεται από πηγές αβέβαιες από πλευράς εφοδιασμού, θα καταστεί δυσεύρετο στις μελλοντικές δεκαετίες. **Όπως επεσήμανε πρόσφατα ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας, όσο μικρότερη επιτυχία σημειώσει η ανθρωπότητα στον περιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η αύξηση της τιμής του πετρελαίου.** Το 2010, η Ευρωπαϊκή Ένωση κατέβαλε περίπου 210 δισεκατομμύρια ευρώ για εισαγωγές πετρελαίου, ενώ σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή οι μεταφορές στην Ευρώπη είναι κατά 94% εξαρτημένες από το πετρέλαιο και τη βενζίνη, το 84% των οποίων εισάγεται. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω χάρτη του Cleantechica, η Ευρώπη ξοδεύει καθημερινά περίπου 1 δις ευρώ για τη χρήση πετρελαίου, με ότι συνέπειες εγκυμονεί αυτό για την ενεργειακή ασφάλεια και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ (Gkatzoflias, et al., 2016). Αν δεν αντιμετωπίσουμε αυτή την άκρατη εξάρτηση από το πετρέλαιο, η δυνατότητα των πολιτών να μετακινούνται ελεύθερα και η οικονομία θα υποστούν σοβαρό πλήγμα με οδυνηρές συνέπειες στον πληθωρισμό, το εμπορικό ισοζύγιο και τη συνολική ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της ΕΕ. Σε αυτό το πλαίσιο, οι μεταφορές πρέπει να χρησιμοποιούν λιγότερη και καθαρότερη ενέργεια, να αξιοποιούν αποδοτικά τις σύγχρονες υποδομές, και να μειώνουν τις αρνητικές επιπτώσεις τους στο περιβάλλον (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

Χάρτης 1. Έξοδα της ΕΕ από την χρήση πετρελαίου ανά ημέρα (2014)



Πηγή: <https://cleantechnica.com/2014/03/02/2-key-slides-electric-cars-make-since-countries-around-world/>

Βασικός στόχος, κατά τη Λευκή Βίβλο (2011), για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών, αποτελεί η μείωση κατά 50% της χρήσης αυτοκινήτων «που κινούνται με συμβατικά καύσιμα έως το 2030, καθώς και η σταδιακή κατάργησή τους στις πόλεις, έως το 2050». Η σταδιακή εξάλειψη των οχημάτων «που κινούνται με συμβατικά καύσιμα πρέπει να συμπληρωθεί με την ανάπτυξη κατάλληλων υποδομών για τον εφοδιασμό σε καύσιμα/φόρτιση των νέων οχημάτων» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

Σε αυτή την κατεύθυνση, στο δεύτερο μέρος αυτής της εργασίας αναλύεται και εφαρμόζεται μια μεθοδολογία σχετικά με τη χωρική κατανομή των υποδομών ταχυφορτιστών ηλεκτρικών οχημάτων στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους της ηπειρωτικής Ελλάδας, καθώς και οι επιπτώσεις αυτών των νέων υποδομών στον χώρο, την ενέργεια, την οικονομία και το περιβάλλον.

## Β. Πολιτικές για την κλιματική αλλαγή και την ηλεκτροκίνηση

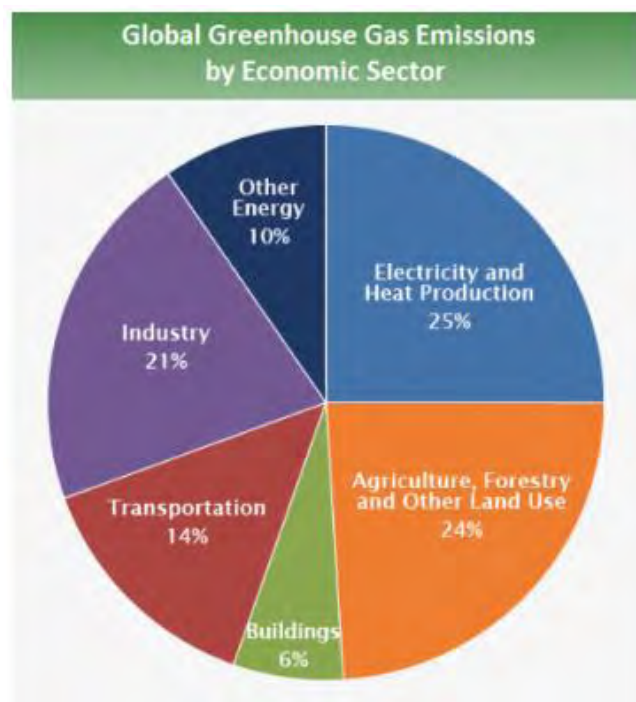
Ακροθιγώς, η ηλεκτροκίνηση επανήλθε ως εναλλακτική τεχνολογία της αυτοκίνησης τη δεκαετία του 1990, ως μέτρο πολιτικής για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών και κλιματικών αλλαγών που διαπίστωσαν τα κράτη και η επιστημονική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες του 20ου αι. (Matulka, 2014) Συνεπώς δεν εντοπίζεται, τουλάχιστον μέχρι τις αρχές της τρέχουσας δεκαετίας, συγκροτημένο πλαίσιο πολιτικών που να σχετίζεται αποκλειστικά με την ηλεκτροκίνηση.

Η προώθηση της ηλεκτροκίνησης και η ανάπτυξη αυτής της σημαντικά πλέον υποσχόμενης τεχνολογίας στις μεταφορές οφείλεται πρακτικά σε μεμονωμένες δράσεις των παραδοσιακών αυτοκινητοβιομηχανιών, στον σχεδιασμό και την υλοποίηση νέων ηλεκτρικών οχημάτων και στη ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλεκτρικών αυτοκινήτων Tesla Motors, η οποία βελτίωσε την τεχνολογία των συσσωρευτών των ηλεκτρικών οχημάτων αυξάνοντας την αυτονομία (IEA, 2018). Θα μπορούσε να πει κανείς, εξαιρώντας την πολιτική Zero Emission Vehicles (ZEV) στην πολιτεία της Καλιφόρνια των ΗΠΑ, πως οι κατευθύνσεις των παγκόσμιων οργανισμών και τα μέτρα αντιμετώπισης για τη μείωση των ποσοστών αερίων του θερμοκηπίου στις μεταφορές έγιναν πράξη πρώτα από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και έπειτα από τα ίδια τα κράτη. Αυτό δείχνει αφενός την ταχύτερη προσαρμογή των επιχειρήσεων στις παγκόσμιες πολιτικές της ηλεκτροκίνησης και αφετέρου τη δυσκαμψία των κρατών να κατανοήσουν της διάσταση του προβλήματος της αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και συνεπώς τα οφέλη της προσαρμογής στην ηλεκτροκίνηση.

Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να διατυπωθεί πως βασικός σκοπός των πολιτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης δεν αποτελεί η ad hoc αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων με ηλεκτρικά, εγχείρημα, οικονομικά και ορθολογικά, μη βιώσιμο, αλλά η σύμπλευση αυτών των δύο βασικών τεχνολογιών μεταφοράς, η ευαισθητοποίηση των πολιτών και των κρατών για τις συνέπειες των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο περιβάλλον (φυσικό και ανθρωπογενές) και την υγεία των ανθρώπων, και να τονισθεί η ανάγκη απαγκίστρωσης των ενεργειακών αναγκών των μεταφορών από τα ορυκτά καύσιμα, σε ένα τομέα που φέρει μεγάλες ποσότητες ατμοσφαιρικών ρύπων και ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως οι μεταφορές (IPCC, Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, 2014).



Διάγραμμα 2. Κατανομή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα παγκοσμίως (2014)



Πηγή: IPCC, 2014

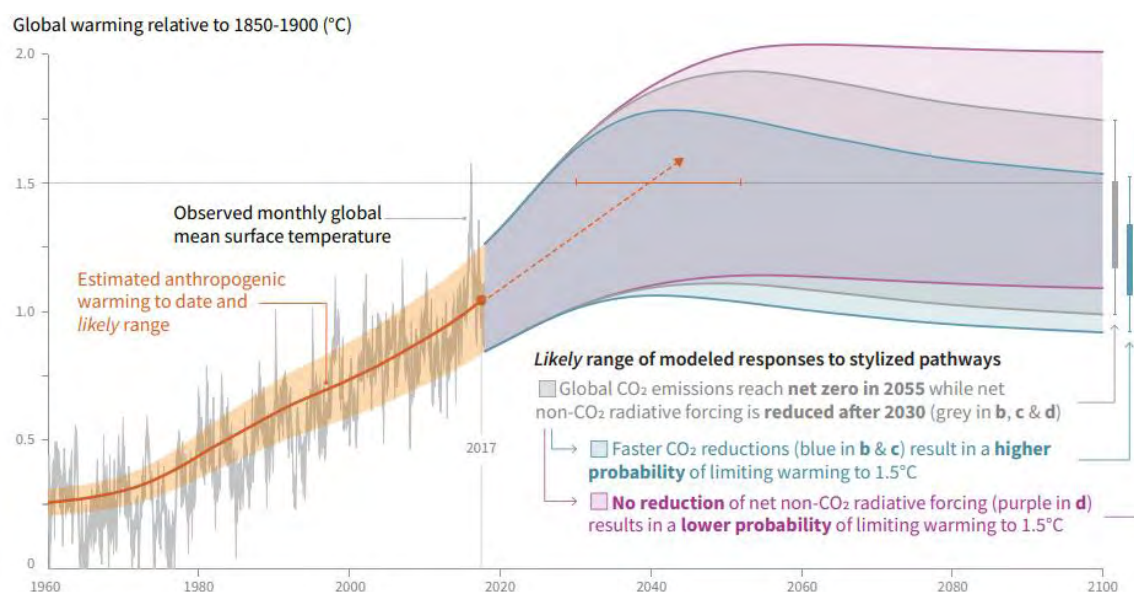
### Κλιματική αλλαγή- επιπτώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η **κλιματική αλλαγή ορίζεται, ειδικότερα, ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες** (United Nations, 1992). Φυσικά οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται τόσο σε **φυσικές διαδικασίες**, όσο και σε **ανθρώπινες δραστηριότητες** με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Σύμφωνα με τον Μαχαίρα, οι κυριότεροι φυσικοί παράγοντες είναι οι μετακινήσεις των ηπείρων στην επιφάνεια της γης, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, οι μεταβολές της ηλιακής δραστηριότητας, και οι ανωμαλίες στην γήινη κίνηση (Μαχαίρας, 2006).

Ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν ολοένα και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, κυρίως στις μεταφορές και στη βιομηχανία, της αποψίλωσης των δασών και της κτηνοτροφίας. Οι δραστηριότητες αυτές προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας την υπερθέρμανση του πλανήτη (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Αποτέλεσμα αυτών αποτελεί η σημερινή μέση θερμοκρασία της γης να είναι κατά 0,85 °C υψηλότερη από ό,τι στο τέλος του 19ου αιώνα, ενώ η πλειονότητα της επιστημονικής κοινότητας πιστεύει ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι, σχεδόν σίγουρα, η κύρια αιτία της υπερθέρμανσης που παρατηρείται έντονα από τα μέσα του 20ού αιώνα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, n.d.). Πιο αναλυτικά, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική

Αλλαγή παρουσιάζει την διαχρονική αύξηση της μέσης θερμοκρασία του πλανήτη έως τις μέρες μας, σχετικά με τις τιμές θερμοκρασίας του 1850- 1900, ενώ προβλέπει πως η αύξηση της θερμοκρασίας είναι πολύ πιθανό να υπερβεί τον 1.5 °C έως το 2100, δίχως όμως να ξεπεράσει τους 2 °C (IPCC, Summary for Policymakers in Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, 2018).

Διάγραμμα 3. Διαχρονική εξέλιξη της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας (1960- 2100)



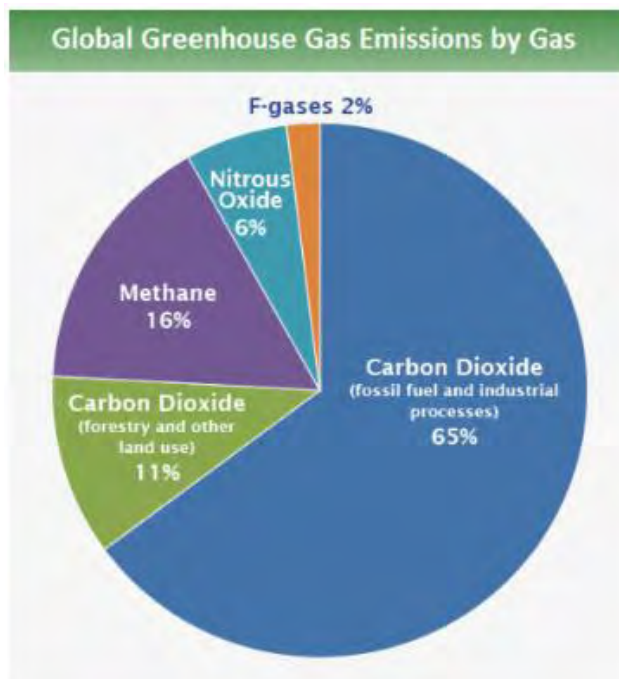
Πηγή: IPCC, Summary for Policymakers in Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, 2018

**Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του.** Αν και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό και είναι σημαντικό για τη διατήρηση της σταθερότητας της θερμοκρασίας του πλανήτη (χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια ετήσια βάση στους -18°C, ενώ στην πράξη είναι στους 14°C), ενισχύεται αρκετά από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's) (United Nations, 1992).

Τα κυριότερα αέρια που συμμετέχουν στην αύξηση της θερμοκρασίας είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) και το όζον (O<sub>3</sub>) (Center for Educational Technologies, n.d.). Από αυτούς, **το CO<sub>2</sub> είναι το αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται συχνότερα και σε μεγάλες ποσότητες από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ευθύνεται για το 65% της υπερθέρμανσης του πλανήτη**, η συγκέντρωσή του οποίου είναι σήμερα κατά 40%

υψηλότερη στην ατμόσφαιρα από ό, τι κατά την έναρξη της εκβιομηχάνισης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, n.d.).

Διάγραμμα 4. Κατανομή αερίων του θερμοκηπίου και ποσοστά ανά αέριο παγκοσμίως (2014)



Πηγή: IPCC, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, 2014

Προκειμένου να μελετηθούν αναλυτικά όλες οι πολιτικές που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και την ηλεκτροκίνηση, επιχειρείται στο κεφάλαιο αυτό μια γενική κατηγοριοποίηση και ανάλυση των πολιτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης και αντιμετώπισης της υπερθέρμανσης του πλανήτη, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

<b>Διεθνές πλαίσιο</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Πολιτικές του ΟΗΕ για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών:<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Σύμβαση- Πλαίσιο των ΗΕ για τις κλιματικές αλλαγές (1994)</li><li>➤ Πρωτόκολλο του Κιότο (2002)</li><li>➤ Συμφωνία του Παρισιού (2015)</li></ul></li><li>❖ Κανονισμός Zero Emission Vehicle (ZEV) των ΗΠΑ</li></ul>
<b>Ευρωπαϊκό πλαίσιο</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Οδηγία 2014/94/ΕΕ της ΕΕ για την προώθηση εναλλακτικών καυσίμων</li></ul>
<b>Εθνικό πλαίσιο</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Ν. 4439/16- Διαμόρφωση Εθνικού Πλαισίου Πολιτικής για την ανάπτυξη της αγοράς Υποδομών Εναλλακτικών Καυσίμων στον τομέα των Μεταφορών και την υλοποίηση των σχετικών υποδομών</li></ul>

- ❖ Στρατηγικό πλαίσιο επενδύσεων μεταφορών (2014)
- ❖ Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια κα το κλίμα (2018)

## Διεθνές πλαίσιο

Όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες παραγράφους, δεν υπήρξαν ποτέ ξεκάθαρες πολιτικές για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης σε διεθνές επίπεδο, διότι κύριος στόχος της επιστημονικής κοινότητας και των παγκόσμιων οργανισμών αποτελούσε η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η μείωση της μέσης αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Έτσι η ηλεκτροκίνηση αποτελούσε απλά ένα σημαντικό εργαλείο για τη επίτευξη αυτών των στόχων καθώς οι ηλεκτροκινητήρες δεν παράγουν αέρια για την κίνηση τους, χωρίς ωστόσο να δημιουργείται ξεχωριστό πλαίσιο άσκησης πολιτικών για αυτήν. Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει αναφορά για τους πιο σημαντικούς στόχους καταπολέμησης αυτών των κλιματικών αλλαγών, που συνδέονται έμμεσα με την ηλεκτροκίνηση.

### ❖ Πολιτικές του ΟΗΕ για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών

#### Σύμβαση- Πλαίσιο των ΗΕ για την κλιματική αλλαγή (1994)

Η Σύμβαση- Πλαίσιο των ΗΕ για την κλιματική αλλαγή υπεγράφη από 154 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση τον Ιούνιο του 1992 στο Ρίο, κατά τη διάρκεια της Συνόδου Κορυφής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη. Η Ελλάδα επικύρωσε την Σύμβαση με τον Ν. 2205/1994 (ΦΕΚ 60/Α/15-4-1994). Οι πιο σημαντικοί στόχοι της διεθνούς κοινότητας για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών αναγράφονται στη Σύμβαση- Πλαίσιο των ΗΕ για την κλιματική αλλαγή, όπου η κλιματική αλλαγή γίνεται για πρώτη φορά σε παγκόσμιο επίπεδο καίριο θέμα συζητήσεων στην επιστημονική και μη κοινότητα. Η Σύμβαση- Πλαίσιο των ΗΕ για την κλιματική αλλαγή έθεσε τις βάσεις για περαιτέρω δράση στο μέλλον, σε μια εποχή όπου επικρατούσαν πολλές αμφισβητήσεις για την επιστημονική ορθότητα των κλιματικών αλλαγών και τη μετέπειτα υιοθέτηση δεσμεύσεων από τα κράτη (United Nations, 1992). Γενικότερα η Σύμβαση αναγνωρίζει τις εξής κοινές, αλλά διαφοροποιημένες ανά κράτος προτεραιότητες:

- την ανάπτυξη, τακτική ενημέρωση και δημοσιοποίηση εθνικών απογραφών των ανθρωπογενών εκπομπών βάσει συγκρίσιμων μεθοδολογιών,
- τη δημοσίευση, αναθεώρηση και εφαρμογή εθνικών προγραμμάτων για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.

- την υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων με στόχο την επαναφορά των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του έτους 1990 μέχρι το 2000 (United Nations, 1992).

#### Πρωτόκολλο του Κιότο (2002)

Στην Τρίτη Σύνοδο των Συμβαλλομένων Μερών (Κιότο, Δεκέμβριος 1997) υιοθετήθηκε Πρωτόκολλο στη Σύμβαση, γνωστό ως Πρωτόκολλο του Κιότο. Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της ΕΕ και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και κύρωσαν το Πρωτόκολλο το Μάιο 2002. Η Ελλάδα το κύρωσε με το Ν. 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117). Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, η ΕΕ και τα κράτη μέλη της έχουν **υποχρέωση μείωσης των εκπομπών κατά 8% κατά τη περίοδο 2008-2012**, σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης (1990), ενώ τα ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύονται να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές κατά τουλάχιστον 5%, στόχοι οι οποίοι και υλοποιήθηκαν. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας αναφέρει τους βασικούς στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι οποίοι συνοψίζονται στους εξής:

- Οι στόχοι μείωσης των εκπομπών όλων των κρατών μελών πρέπει να επιτευχθούν την περίοδο 2008-2012.
- Δυνατότητα εκπλήρωσης των υποχρεώσεων από κοινού. Τα Κράτη δύνανται να δηλώσουν κοινή εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους, μέσω μιας συμφωνίας που θα συνάψουν, όπου θα καταγράφεται η υποχρέωση κάθε κράτους ως προς το επίπεδο των εκπομπών και η οποία πρέπει να κατατεθεί μαζί με το κείμενο επικύρωσης.
- Υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων. Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα Κράτη-Μέρη του σε εφαρμογή ή υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες κάθε κράτους. Περιλαμβάνει και ενδεικτικό κατάλογο συγκεκριμένων μέτρων που μπορούν να εφαρμοσθούν από τα Κράτη-Μέρη.
- Αυστηρό καθεστώς συμμόρφωσης. Το Πρωτόκολλο προβλέπει την εγκαθίδρυση ενός αυστηρού καθεστώτος συμμόρφωσης.
- Δεν υπάρχουν ποσοτικοί στόχοι για αναπτυσσόμενες χώρες (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Πρωτοκόλλο του Κυότο, n.d.).

### Συμφωνία του Παρισιού (2015, Διάσκεψη COP21 του ΟΗΕ)

Στις αρχές Δεκεμβρίου 2015 συγκεντρώθηκαν στο Παρίσι για να συμμετάσχουν στην κρίσιμη 21<sup>η</sup> Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention for Climate Change – UNFCCC), αντιπροσωπείες όλων των χωρών του ΟΗΕ - δηλαδή περίπου 195 κράτη, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα- που αποτελούν μέλη της Σύμβασης. Η κρισιμότητα της Διάσκεψης COP21 (21st Conference of Parties, 21ης Διάσκεψης των Μερών) έγκειται στο γεγονός ότι πλέον το Πρωτόκολλο του Κιότο περατώθηκε το 2012 και συνεπώς ήταν αναγκαίο τα Μέρη να συμφωνήσουν, ώστε να υιοθετηθεί μια νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα που θα τεθεί σε ισχύ μετά το 2020, ενώ τέθηκε σε εφαρμογή στις 4 Νοεμβρίου του 2016 και φέρει τις υπογραφές 195 χωρών. Αναλυτικότερα οι στόχοι που ετέθησαν στη Συμφωνία του Παρισιού συνοψίζονται ως εξής:

- Τα Κράτη- Μέρη της Συμβάσης έθεσαν ως όραμά της για τη νέα συμφωνία, τον στόχο **να περιορίσουν την αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας κάτω από τους 2°C** -σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή- προκειμένου να αποφευχθούν οι πλέον επικίνδυνες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να συνεχίσουν τις προσπάθειες να την περιορίσουν στον 1,5°C (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, n.d.).
- Επιπλέον στη Συμφωνία του Παρισιού οι ηγέτες των κρατών συμφώνησαν στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου **έως και 40% έως το 2030**, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 και ετέθη ο στόχος της **ανθεκτικότητας** των κρατών στις κλιματικές μεταβολές.

Γενικότερα, η Συμφωνία του Παρισιού αποτέλεσε μια νομικά δεσμευτική συμφωνία, που περιλαμβάνει όλα τα συμβαλλόμενα μέρη με βάση τις εξελισσόμενες παγκόσμιες οικονομικές και γεωπολιτικές συνθήκες. Στην Ελλάδα, η Συμφωνία κυρώθηκε με τον Ν. 4426/2016 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΣΚΕΨΗΣ COP21 ΤΟΥ ΟΗΕ, n.d.).

### Αποτελέσματα της πιο πρόσφατης Διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, COP25

Τον Δεκέμβριο του 2019, διεξήχθη στη Μαδρίτη, η 25<sup>η</sup> και πιο πρόσφατη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (COP25) του ΟΗΕ, υπό την αιγίδα της Χιλιανής κυβέρνησης και ύστερα από πολλές αλλαγές της προγραμματισμένης ημερομηνίας και της τοποθεσίας. Στη COP25, επικράτησε γενικά ένα κλίμα σύγχυσης, λόγω ελλιπούς οργάνωσης της και απουσίας πολλών χωρών, μιας και ενημερώθηκαν πολύ αργά για την αλλαγή τοποθεσίας (αρχικά ήταν η Βραζιλία), με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μία ανησυχία σε σχέση με την αδυναμία εξασφάλισης του αναγκαίου ποσοστού των 2/3 των κρατών για τη λήψη απόφασης (Gueugneau, 2019).

Τα αποτελέσματα της COP25 χαρακτηρίστηκαν απογοητευτικά τόσο από τα ίδια τα Ηνωμένα Έθνη, όσο και από διεθνείς επιστημονικούς και περιβαλλοντικούς οργανισμούς (Union of Concerned Scientists, Greenpeace), κάνοντας λόγο για πλήρως αντίθετη κατεύθυνση αναμεσά στο τι καταδεικνύει η επιστήμη και στο που κατέληξαν οι διαπραγματεύσεις για την προστασία του κλίματος, στα πλαίσια ουσιαστικής και άμεσης δράσης. Κατά συνέπεια, οι αποφάσεις σχετικά με τις αγορές άνθρακα και εκπομπών μετατέθηκαν για την επόμενη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών στη Γλασκόβη. Ειδικά η Greenpeace αντέδρασε έντονα στην δημιουργία τέτοιων αγορών ανταλλαγής ρύπων που επέτρεπε στις υπό ανάπτυξη χώρες να πωλούν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις ανεπτυγμένες χώρες και προβλεπόταν από τη Συμφωνία του Παρισιού (Άρθρο 6). Σύμφωνα με την Greenpeace, αυτή η αγορά εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για αποφυγή των πολυεθνικών και των κρατών στη μείωση των εκπομπών ρύπων (The Economic Times, 2019).

#### ❖ Κανονισμός Zero Emission Vehicle (ZEV) στις ΗΠΑ (1990-σήμερα)

Ο κανονισμός Zero Emission Vehicle (ZEV) αποτελεί μέρος της πολιτικής προώθησης καθαρών αυτοκινήτων Clean Clean Cars του Συμβουλίου της πολιτείας της Καλιφόρνια για του αέριους ρύπους (California Air Resources Board, CARB), με συντονισμένες ενέργειες που ελέγχουν τους ρύπους που προκαλούν επιβλαβή νέφη και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου των επιβατικών οχημάτων στην Καλιφόρνια. Το Συμβούλιο της πολιτείας της Καλιφόρνια για τους αέριους ρύπους υιοθέτησε για πρώτη φορά τον κανονισμό ZEV το 1990, ενώ τροποποιήθηκε το 2012, ώστε να αντικατοπτρίζει την σύγχρονη κατάσταση με τις νέες εξελίξεις της τεχνολογίας των μπαταριών (California Air Resources Board, n.d.).

Ο κανονισμός ZEV έχει σχεδιαστεί για να επιτύχει τους μακροπρόθεσμους στόχους μείωσης των εκπομπών της πολιτείας, απαιτώντας από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων να προσφέρουν προς πώληση συγκεκριμένο ποσοστό αυτοκινήτων με καθαρές τεχνολογίες. Αυτές οι τεχνολογίες οχημάτων περιλαμβάνουν τα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα αυτοκίνητα με κυψέλες καυσίμου υδρογόνου, και τα υβριδικά-ηλεκτρικά οχήματα.

Σύμφωνα με τον κανονισμό, οι μεγάλοι κατασκευαστές αυτοκινήτων, όπως η BMW, η Fiat Chrysler, η Ford, η General Motors, η Honda, η Hyundai, η Kia, η Mercedes, η Nissan, η Toyota και η Volkswagen, καθώς και μικρότεροι κατασκευαστές (Jaguar Land Rover, Mitsubishi, Mazda, Subaru and Volvo) υποχρεούνται να παράγουν κάθε χρόνο ορισμένα οχήματα μηδενικών εκπομπών ρύπων, καθώς και υβριδικά οχήματα, βάσει του συνολικού αριθμού των αυτοκινήτων που πωλούνται στην Καλιφόρνια από τον εκάστοτε κατασκευαστή. Οι κατασκευαστές με τις υψηλότερες συνολικές πωλήσεις οχημάτων υποχρεούνται να κατασκευάσουν περισσότερα οχήματα μηδενικών ρύπων. Οι απαιτήσεις αυτές μετρούνται σε όρους πιστωτικών μονάδων και κυμαίνονται από 4,5% το 2018 έως 22% μέχρι το 2025. Δηλαδή οι κατασκευαστές αυτοκινήτων πρόκειται να παράγουν οχήματα και κάθε όχημα λαμβάνει πιστωτικές μονάδες με βάση την αυτονομία του οχήματος (km που μπορεί να διανυθούν με μία φόρτιση). Όσο μεγαλύτερη είναι η αυτονομία ενός οχήματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η πίστωση που λαμβάνει. Οι πιστώσεις που υπερπληρούν τη συμμόρφωση σε ένα έτος, μπορούν να πιστωθούν για μελλοντική χρήση ή να πωληθούν σε άλλους κατασκευαστές. Η CARB δημοσιεύει ετήσια υπόλοιπα πιστωτικών τραπεζών κάθε χρόνο, καθώς και το συνολικό αριθμό των οχημάτων που παρήχθησαν για το συγκεκριμένο έτος μοντέλου. Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με τις πιστωτικές μονάδες των αυτοκινητοβιομηχανιών από το 1990 έως τον Αύγουστο του 2017:



Πίνακας 1. Πιστωτικές μονάδες ZEV California (1990- 2017)

Manufacturer	ZEV
BMW	8,768.00
BYD Motors Inc.	0.00
Fiat Chrysler	90,722.80
Ford	61,352.45
GM	29,240.20
Honda	24,422.82
Hyundai	2,075.00
Jaguar Land Rover	3,921.49
KIA	6,835.09
Mazda	0.00
Mercedes	26,776.79
Miles	0.00
Mitsubishi	148.50
Nissan	50,835.82
Polaris	0.00
Subaru Corporation	34,376.00
Tesla	29,556.00
Toyota	75,544.54
Vantage	0.00
Volkswagen	23,724.86
Volvo	0.00
Zenith	62.50
Zipcar	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>468,362.86</b>

Πηγή: <https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevcredits/2016zevcredits.htm>

Από το 2010, περισσότερα από 550.000 οχήματα με μηδενικές εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και υβριδικά οχήματα έχουν καταχωρηθεί στην Καλιφόρνια, καταδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης πολιτικής. Για αυτόν τον λόγο, εννέα πολιτείες έχουν υιοθετήσει τον κανονισμό ZEV της Καλιφόρνια, συγκεκριμένα το Κονέκτικατ, το Μέιν, το Μέριλαντ, η Μασαχουσέτη, η Νέα Υόρκη, το Νιου Τζέρσεϋ, το Όρεγκον, το Ρόουντ Άιλαντ και το Βερμόντ. Μαζί με την Καλιφόρνια, αυτές οι πολιτείες αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 30% των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (California Air Resources Board, n.d.).

## Ευρωπαϊκό πλαίσιο

### ❖ Οδηγία 2014/94/ΕΕ της ΕΕ για την προώθηση εναλλακτικών καυσίμων

Όπως τονίσθηκε και στις προηγούμενες παραγράφους, οι πολιτικές για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης και την περαιτέρω ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας μεταφορών προσδιορίζονται κατά κύριο λόγο, στην αναζήτηση τρόπων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η οδηγία 2014/94/ΕΕ για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων καθιστά ηχηρή, σε επίπεδο ενωμένων κρατών, την ανάγκη απαγκίστρωσης των μεταφορικών αναγκών μας από τα ορυκτά καύσιμα. Η συγκεκριμένη οδηγία αποτελεί ένα κοινό πλαίσιο μέτρων για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, ορίζοντας ελάχιστες προδιαγραφές για τη δημιουργία υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, περιλαμβανομένων των σημείων επαναφόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων και των σημείων ανεφοδιασμού φυσικού αερίου (LNG και CNG) και υδρογόνου, οι οποίες θα εφαρμοστούν μέσω των εθνικών πλαισίων πολιτικής των κρατών μελών.

Αναλυτικότερα, κάθε κράτος μέλος της ΕΕ είναι υποχρεωμένο να θεσπίσει ένα εθνικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της αγοράς εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές και συνεπώς των εναλλακτικών μέσων μεταφοράς. Η Ελλάδα ενσωμάτωσε τη συγκεκριμένη οδηγία της ΕΕ με τον Ν. 4439/16 και υλοποίησε την κοινοτική της υποχρέωση το Οκτώβριο του 2017, με την έκδοση Υ/Α 77226/1, όπου καθορίστηκαν για πρώτη φορά σε εθνικό επίπεδο, στόχοι και πολιτικές προώθησης των εναλλακτικών καυσίμων και των υποδομών ανεφοδιασμού των οχημάτων που τα χρησιμοποιούν στις μεταφορές, μια εκ των οποίων είναι κι ο ηλεκτρισμός.

## Εθνικό πλαίσιο

### ❖ Ν. 4439/16 (Ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία της Οδηγίας 2014/94/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων) - Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής για την ανάπτυξη της αγοράς υποδομών εναλλακτικών Καυσίμων στον τομέα των μεταφορών και την υλοποίηση των σχετικών υποδομών

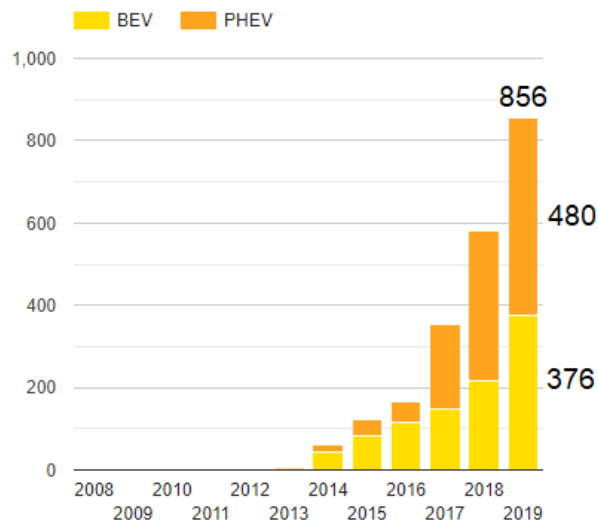
Αντικειμενικός στόχος της Οδηγίας 2014/94/ΕΕ της ΕΕ για την προώθηση εναλλακτικών καυσίμων και συνεπώς του Ν. 4439/16 αποτελεί η ελαχιστοποίηση της ενεργειακής εξάρτησης από το πετρέλαιο και κατ' επέκταση από τα υγρά συμβατικά καύσιμα στις μεταφορές, μέσω της ανάπτυξης υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, περιλαμβανομένων των σημείων επαναφόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων και των σημείων ανεφοδιασμού φυσικού αερίου (LNG και CNG) και υδρογόνου.

Για τη νομική κάλυψη της δημιουργίας και ανάπτυξης αυτών των υποδομών και την ανάπτυξη της αγοράς των εναλλακτικών καυσίμων θεσπίστηκε το 2017, το «Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής για την ανάπτυξη της αγοράς υποδομών εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών και την υλοποίηση των σχετικών υποδομών». Στο σχετικό πλαίσιο αναφέρονται οι βασικές κατευθύνσεις και οι στόχοι, μέτρα στήριξης, καθώς και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές. Σύμφωνα με τον Ν. 4439/16 διασφαλίζεται έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 η ύπαρξη ικανού αριθμού σημείων επαναφόρτισης για το κοινό, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να κυκλοφορούν τουλάχιστον σε αστικές/προαστιακές και σε άλλες πυκνοκατοικημένες περιοχές και κατά περίπτωση, εντός προκαθορισμένων δικτύων επαναφόρτισης. Ο αριθμός αυτών των σημείων επαναφόρτισης προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, τον αριθμό των ηλεκτρικών οχημάτων που εκτιμάται ότι θα είναι ταξινομημένα έως το τέλος του 2020 (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017).

Συγκεκριμένα, στο σχετικό Εθνικό Πλαίσιο τονίζεται πως η Ελλάδα βρίσκεται σε εμβρυϊκό στάδιο, σε ότι αφορά την ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές και φυσικά των σταθμών φόρτισης. Ωστόσο, εκτιμάται πως τα επόμενα χρόνια θα υπάρξει μεγάλη ανάπτυξη.

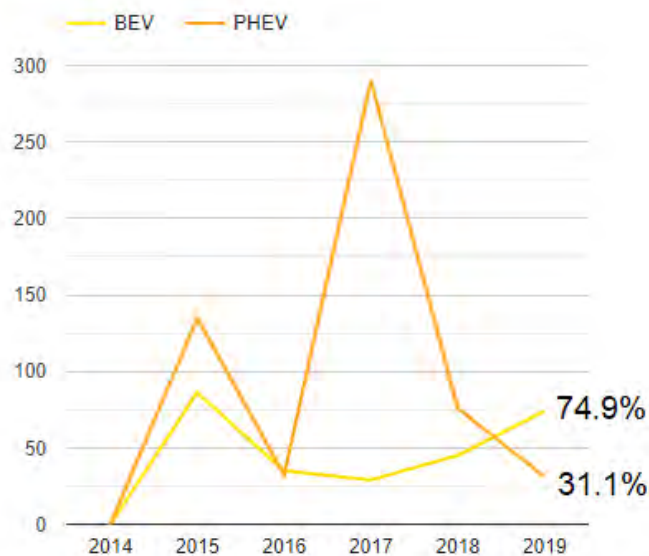
Στο Εθνικό Πλαίσιο υπολογίζεται πως το 2020 θα κυκλοφορούν 3.500 ηλεκτρικά οχήματα όλων των τύπων. Καταλήγει φυσικά άτοπη η συγκεκριμένη πρόβλεψη καθώς, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Εναλλακτικών Καυσίμων (European Alternative Fuels Observatory), το 2019 ο στόλος των κυκλοφορούντων ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στη χώρα, όλων των τύπων, δεν ξεπερνά τα 856 (EAFO, 2019). Παρ όλα αυτά, το 2019 το ποσοστό αύξησης των νέων ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων παραμένει σε υψηλά επίπεδα 74,9% και 31,1% αντίστοιχα, καταδεικνύοντας μια τάση για το ενδιαφέρον του αγοραστικού κοινού για αυτή τη νέα τεχνολογία μεταφορών.

Διάγραμμα 5. Στόλος ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα (2008-2019)



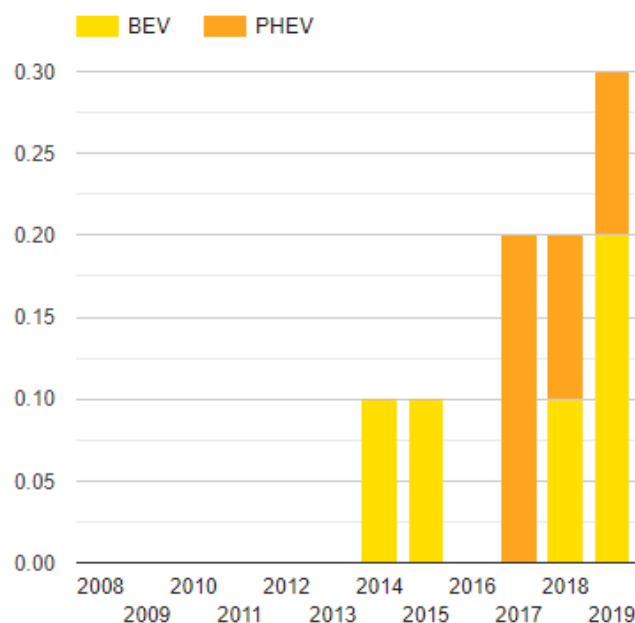
Πηγή: EAF0, 2019

Διάγραμμα 6. Ποσοστό αύξησης νέων ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα (2014-2019)



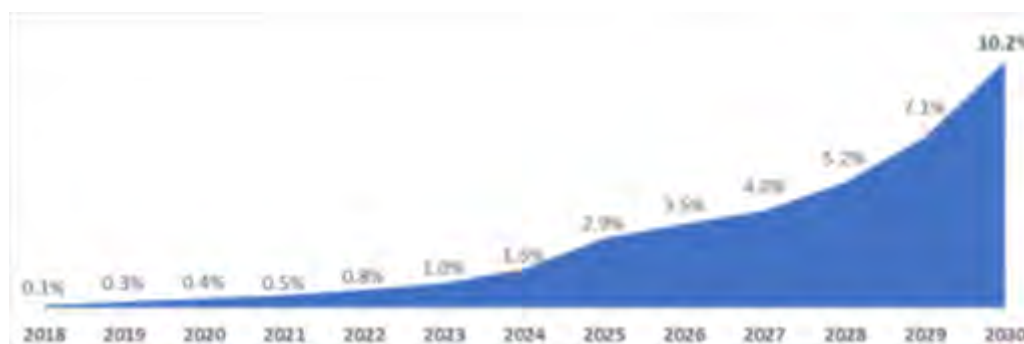
Πηγή: EAF0, 2019

Διάγραμμα 7. Μερίδιο αγοράς ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα (2008-2019)



Πηγή: EAF0, 2019

Διάγραμμα 8. Μερίδιο ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο σύνολο των επιβατικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα (2018-2030)



Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

Όπως παρατηρείται από τα παραπάνω διαγράμματα, τα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Παρατηρητήριου Εναλλακτικών Καυσίμων δείχνουν πως παρά την μεγάλη αύξηση των ηλεκτρικών οχημάτων, ιδιαίτερα την τελευταία πενταετία, το μερίδιο αγοράς παραμένει μικρό (0,3 %, ηλεκτρικά 0,2 % και υβριδικά 0,1 %). Ωστόσο, παρά τα μικρά ποσοστά μεριδίου αγοράς, το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα προβλέπει ότι η Ελλάδα θα έχει έως το 2030 μελλοντικό μερίδιο ηλεκτρικών οχημάτων ως προς το σύνολο των επιβατικών οχημάτων της τάξεως του 10,2 % (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018). Σύμφωνα με το πιο αισιόδοξο σενάριο ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης, το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών υποστηρίζει πως το 2020 θα κυκλοφορούν 3.500 ηλεκτρικά οχήματα όλων των τύπων, το 2025 θα κυκλοφορούν 8.000 οχήματα, το 2030 θα κυκλοφορούν 15.000 ηλεκτρικά οχήματα (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017).

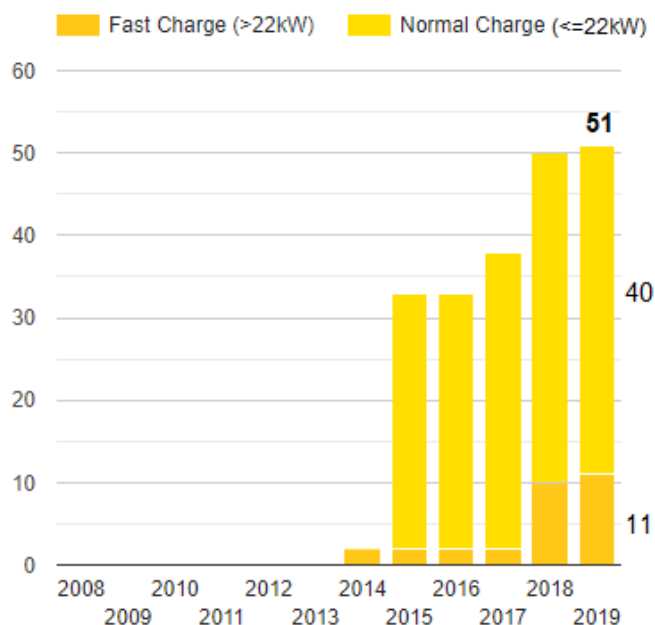
Πίνακας 2. Εκτιμώμενος αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα (2020-2030)

ΟΧΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	Εκτιμώμενος Αριθμός Οχημάτων		
	2020	2025	2030
Ηλεκτρικά Οχήματα	3.500	8.000	15.000
Λεωφορεία με ηλεκτρική ενέργεια	Δ/Υ	40	90

Πηγή: Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017

Παρόμοια κατάσταση εντοπίζεται και στην εκτίμηση του Εθνικού Πλαισίου Πλαίσιο Πολιτικής για την ανάπτυξη των Υποδομών Εναλλακτικών Καυσίμων στον τομέα των Μεταφορών σχετικά με τον αριθμό των υποδομών φόρτισης που προβλέπεται να λειτουργούν έως το 2020. Σύμφωνα με το Εθνικό Πλαίσιο υπολογίζεται πως, έως το 2020, ο αριθμός των σημείων επαναφόρτισης (δημόσιων και ιδιωτικών) δεν θα υπερβεί τα 2.000, τη στιγμή που το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Εναλλακτικών Καυσίμων αριθμεί συνολικά έως σήμερα μόλις 51 δημόσιους σταθμούς φόρτισης κανονικής ( $\leq 22$  kW) και υψηλής ισχύος ( $> 22$  kW), όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Ακόμη και ως άθροισμα με τους ιδιωτικούς σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, οι οποίοι ως επί το πλείστον είναι χαμηλής ισχύος ( $\leq 3,6$  kW), ο αριθμός το σταθμών επαναφόρτισης σήμερα στην Ελλάδα δεν ξεπερνά τους 84 (Ιδία επεξεργασία).

Διάγραμμα 9. Σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα (2008-2019)



Πηγή: EAFO, 2019

Συμπερασματικά, το Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής για την ανάπτυξη της αγοράς Υποδομών Εναλλακτικών Καυσίμων στον τομέα των Μεταφορών και την υλοποίηση των σχετικών υποδομών παρουσιάζει ένα αισιόδοξο κλίμα ως προς την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές, το οποίο ωστόσο

δεν συνάδει με την πραγματικότητα, καθώς τα κίνητρα που προσφέρονται την Ελλάδα για την ανάπτυξη των σχετικών υποδομών είναι ελάχιστα έως ανύπαρκτα. Τέλος, το Εθνικό Πλαίσιο κάνει λόγο για ακόμη μεγαλύτερο αριθμό σταθμών φόρτισης για το 2025 με εκτιμώμενο αριθμό σταθμών στους 12.000 (4.000 δημόσιους και 8.000 ιδιωτικούς) και το 2030 στους 25.000 σταθμούς (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017).

Πίνακας 3. Εκτιμώμενος αριθμός σημείων ηλεκτρικής φόρτισης στην Ελλάδα (2020-2030)

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	Σημεία Παροχής Ηλεκτρικής Ενέργειας		
	2020	2025	2030
Σημεία επαναφόρτισης (Δημόσια)	2.000	4.000	25.000
Σημεία επαναφόρτισης (Ιδιωτικά)		8.000	
Υποδομές για από ξηράς παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε θαλάσσιους και εσωτερικούς λιμένες (τερματικά)	7	27	42
Υποδομές για από ξηράς παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε μαρίνες και άλλους τουριστικούς λιμένες	72 τουριστικοί λιμένες	225 τουριστικοί λιμένες	Δ/Υ
Υποδομές ηλεκτρικού ανεφοδιασμού για σταθμευμένα αεροπλάνα	Δ/Υ	Δ/Υ	Δ/Υ

Πηγή: Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017

#### ❖ Στρατηγικό πλαίσιο επενδύσεων μεταφορών (ΣΠΕΜ) και Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ, 2014)

Το Στρατηγικό Πλαίσιο Επενδύσεων Μεταφορών 2014-2025 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2014), καθώς και η Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του σχεδίου, αποτελούν δύο κείμενα του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων, τα οποία δημοσιεύθηκαν το Νοέμβριο του 2014, στο πλαίσιο του Εταιρικού Συμφώνου για το Πλαίσιο Ανάπτυξης (ΕΣΠΑ) 2014-2020. Στόχος του ΣΠΕΜ αποτελεί η διαμόρφωση ενός Εθνικού Σχεδίου Μεταφορών, το οποίο και θα αποτελεί τη στρατηγική της χώρας όσον αφορά στις μεταφορές, με χρονικό ορίζοντα το έτος 2025. Αν και δεν περιλαμβάνει εκτεταμένη συλλογή στοιχείων και ερευνών, το ΣΠΕΜ αποτελεί το μόνο ίσως αναπτυξιακό κείμενο στη χώρα με χρονικό ορίζοντα δεκαετίας.

Αναλυτικότερα, το ΣΠΕΜ διαμορφώνει συγκεκριμένες προτεραιότητες με δράσεις και ενέργειες σε όλους τους μεταφορικούς τομείς της χώρας τους οποίους διακρίνει σε:

- α) σιδηροδρομικές μεταφορές
- β) οδικές μεταφορές,
- γ) θαλάσσιες μεταφορές,

δ) αερομεταφορές

ε) αστικές μεταφορές,

στ) κέντρα συνδυσασμένων μεταφορών και

ζ) οριζόντιες δράσεις σε επιμέρους πεδία.

Όσον αφορά στην ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές, οι οριζόντιες δράσεις του ΣΠΕΜ συμπεριλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, οι δράσεις που περιλαμβάνει το ΣΠΕΜ για τη επίτευξη αυτού του στόχου περιορίζονται στη γενική αναφορά για την:

- Προώθηση της χρήσης μεταφορικών μέσων φιλικών προς το περιβάλλον (π.χ. οχήματα με κινητήρες φυσικού αερίου και δίκτυα εφοδιασμού).
- Ενίσχυση υποδομών για υποστήριξη ηλεκτρικών οχημάτων και ηλεκτροκίνησης στις αστικές και υπεραστικές μεταφορές.
- Προώθηση ενεργειών προστασίας του περιβάλλοντος στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών (πλοία νέου τύπου, εναλλακτικά καύσιμα) (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2014).

Γενικότερα, το ΣΠΕΜ αποτελεί ένα αρκετά αναλυτικό κείμενο σε ότι αφορά τη διαμόρφωση στρατηγικών στόχων και εθνικών πολιτικών σε όλους τους μεταφορικούς τομείς της χώρας, καθώς και για την αξιολόγηση των υφιστάμενων μεταφορικών έργων σε ότι αφορά τις παραδοσιακούς μεταφορικούς τομείς, δίχως να γίνεται εκτενής ανάλυση στις μεταφορές με εναλλακτικά καύσιμα, όπως και στην ανάπτυξη σταθμών ανεφοδιασμού.

#### ❖ **Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ, 2018)**

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα δημοσιεύθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας το Νοέμβριο του 2018 και αποτελεί ένα μακρόπνοο σχέδιο σχετικά με την υφιστάμενη ενεργειακή πολιτική και τη θέσπιση στόχων και πολιτικών για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας για την επόμενη δεκαετία τουλάχιστον, υπό το πρίσμα της βιωσιμότητας τόσο της ενεργειακής παραγωγής και κατανάλωσης, όσο και της περιβαλλοντικής προστασίας (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018).

Σύμφωνα με τον Σταθάκη, οι βασικοί πυλώνες του ΕΣΕΚ συνοψίζονται στους εξής:

- απανθρακοποίηση του ενεργειακού μίγματος της χώρας και μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2030, με αύξηση συμμετοχής των ΑΠΕ στο 32% της συνολικής

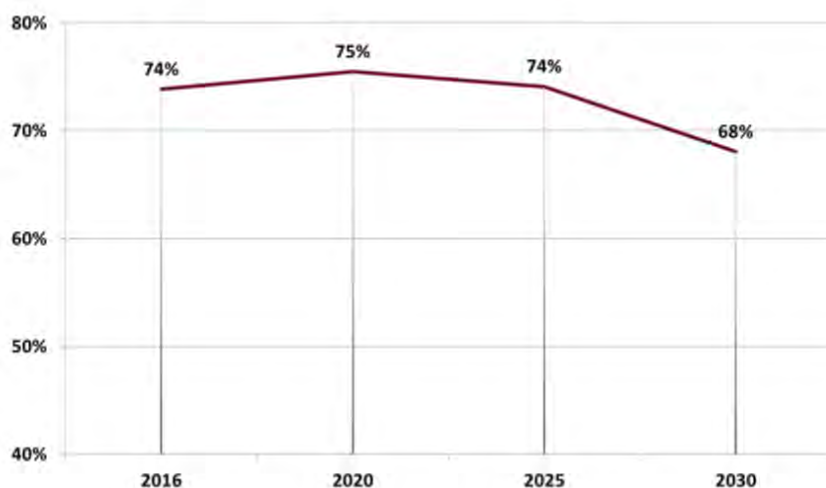


κατανάλωσης (που συνεπάγεται 57% στην παραγωγή ενέργειας από 29% σήμερα), σταδιακή απόσυρση των λιγνιτικών μονάδων έως το 2030 και αξιοποίηση του φυσικού αερίου,

- εξοικονόμηση ενέργειας σε σχεδόν όλους τους παραγωγικούς τομείς,
- μείωση της ενεργειακής ένδειας, έτσι ώστε όλα τα νοικοκυριά, ακόμη και τα ασθενέστερα να έχουν πρόσβαση στο αγαθό της ενέργειας (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ): Συνέντευξη Τύπου του ΥΠΕΝ, Γ. Σταθάκη, του Αναπληρωτή Υπουργού, Σ. Φάμελλου και του Προέδρου της Εθνικής Επιτροπής για την Ενέργεια και το Κλίμα, Μ. Βερροϊόπουλου., 2018).

Επιπρόσθετοι ποιοτικοί στόχοι του ΕΣΕΚ είναι η διασύνδεση όλων των νησιών με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας<sup>1</sup>, η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πηγών μέσω των ΑΠΕ, του εξηλεκτρισμού του ενεργειακού συστήματος και της ανάπτυξης έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων, προκειμένου να μειωθεί το ποσοστό της ενεργειακής εξάρτησης<sup>2</sup> της χώρας. Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα σχετικά με την ενεργειακή εξάρτηση της χώρας για τις ενεργειακές της ανάγκες, καθώς και τις προβλέψεις του ΥΠΕΝ, έως το 2030 (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018).

Διάγραμμα 10. Ενεργειακή εξάρτηση της χώρας (2016-2030)



Πηγή: ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018

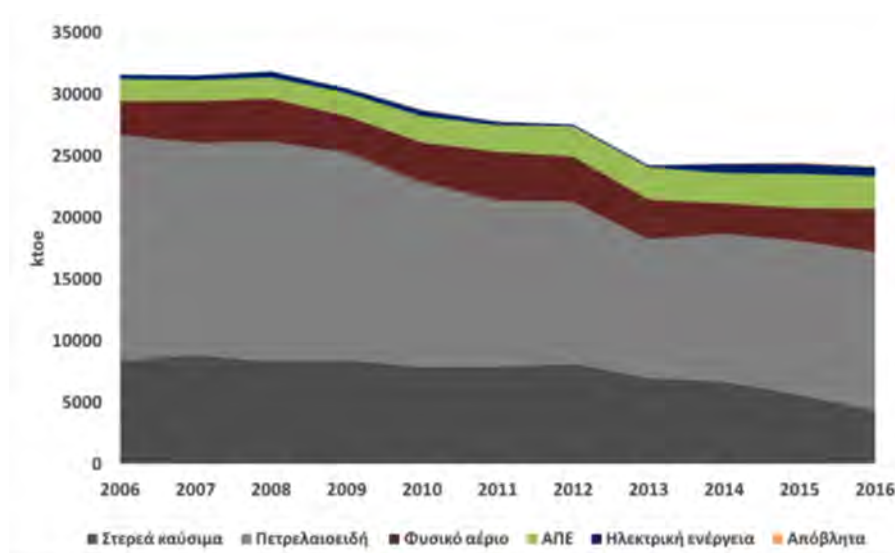
<sup>1</sup> Αξίζει σημειωθεί πως οι διασυνδέσεις που έχουν ήδη δρομολογηθεί είναι ενταγμένες σε εγκεκριμένο από τη ΡΑΕ δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης του ΑΔΜΗΕ και περιλαμβάνουν τη διασύνδεση των Κυκλάδων (η οποία υλοποιείται με την ολοκλήρωση της Α΄ Φάσης το 2018) και της Κρήτης (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018).

<sup>2</sup> Ποσοστό εισαγωγών στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας

Το ΕΣΕΚ τονίζει τη σημασία της ενεργειακής ανεξάρτησης ως στόχο ευρωπαϊκό και κατά επέκταση κρατικό, καθώς σχετίζεται άμεσα με θέματα ασφάλειας και ενεργειακού εφοδιασμού (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018). Γενικότερα, προβλέπεται η μείωση των εισαγωγών ενέργειας από χώρες εκτός της ΕΕ έως το 2030, λόγω των προοπτικών εκμετάλλευσης όλων των διαθέσιμων μορφών ΑΠΕ, αλλά και των εγχώριων κοιτασμάτων λιγνίτη.

Ως προς την κατανάλωση ενέργειας, το ΕΣΕΚ εντοπίζει τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που σημειώθηκε τη δεκαετία 2006- 2016, την οποία και αποδίδει κυρίως στην οικονομική ύφεση που αντιμετώπισε η χώρα την περίοδο αυτή, ενώ τα τελευταία τέσσερα έτη διαπιστώνεται σταθεροποίησή της στα επίπεδα των 24 Mtoe (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018).

Διάγραμμα 11. Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας (2006-2016)

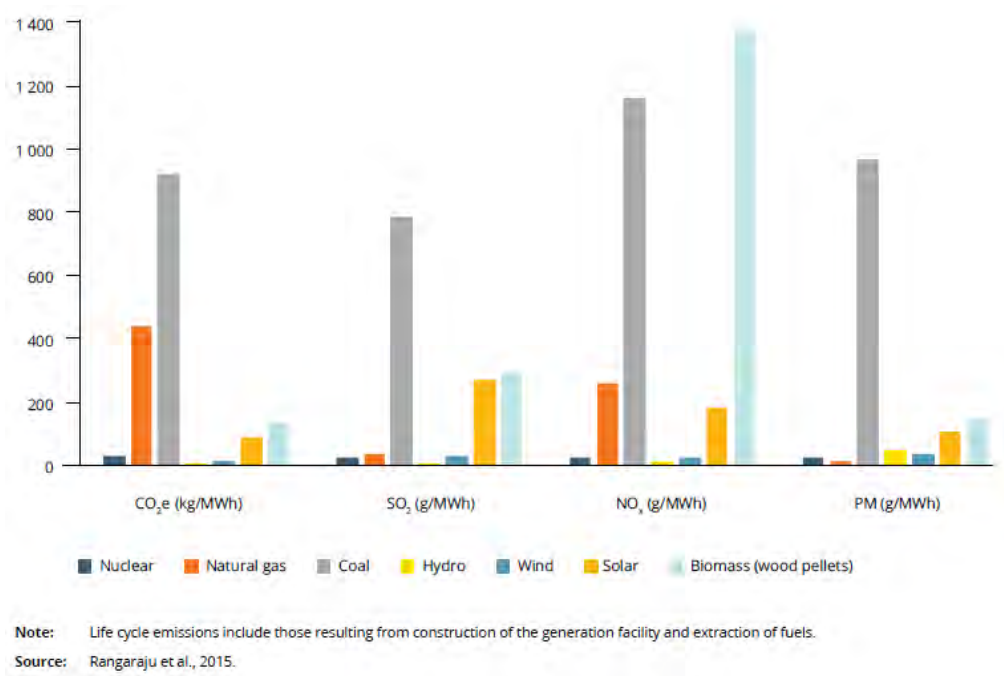


Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

Όντας σύγχρονο κείμενο που αφορά την ενέργεια, το ΕΣΕΚ αναλύει διεξοδικά τις επιπτώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και προτείνει τρόπους με τους οποίους αυτές μπορούν να μειωθούν σημαντικά, καθορίζοντας συγκεκριμένους ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς στόχους. Βασικό «όχημα» για τη επίτευξη αυτών των στόχων αποτελούν η εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) με τη δημιουργία περισσότερων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η ταυτόχρονη μείωση της εξάρτησης μας από τα ορυκτά καύσιμα, πλην του φυσικού αερίου,

όπου οι εκπομπές ρύπων κατά την κατανάλωσή του είναι σημαντικά μειωμένες, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ενέργειας .

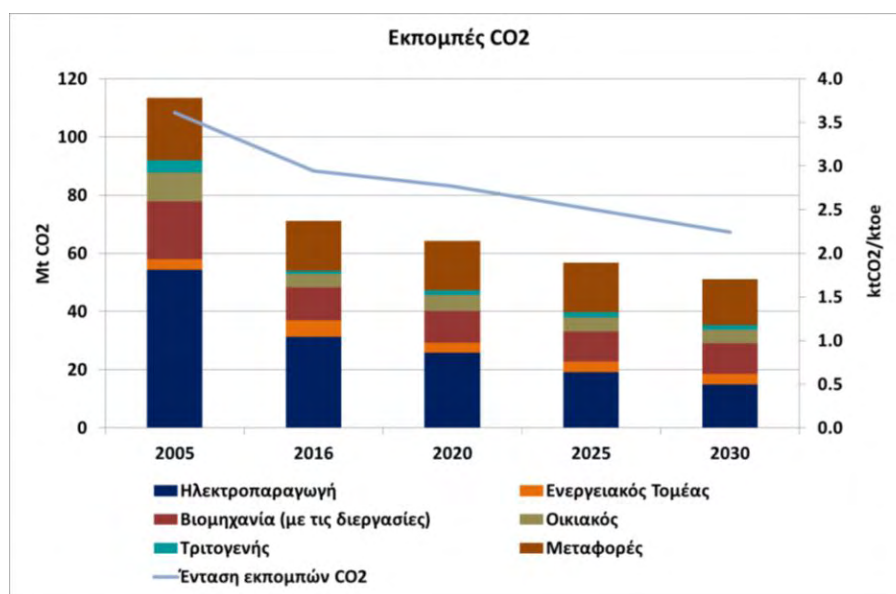
Διάγραμμα 12. Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ηλεκτρική ενέργεια από διάφορες πηγές στην ΕΕ (2015)



Πηγή: Rangaraju et al., 2015

Με την επίτευξη αυτών των στόχων, το ΕΣΕΚ παραθέτει την εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> στη χώρα έως το έτος 2030 ανά ενεργειακό τομέα, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

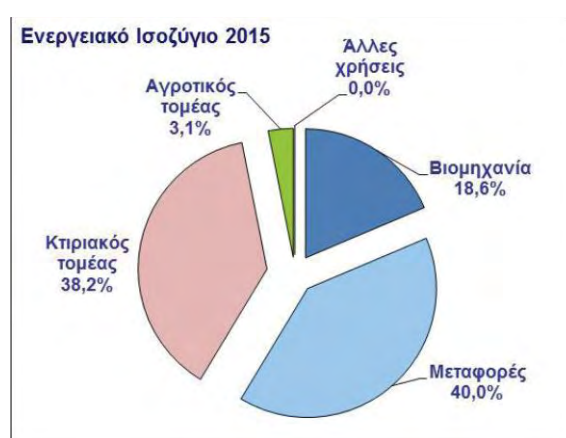
Διάγραμμα 13. Εξέλιξη εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά ενεργειακό τομέα στην Ελλάδα (2005-2030)



Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

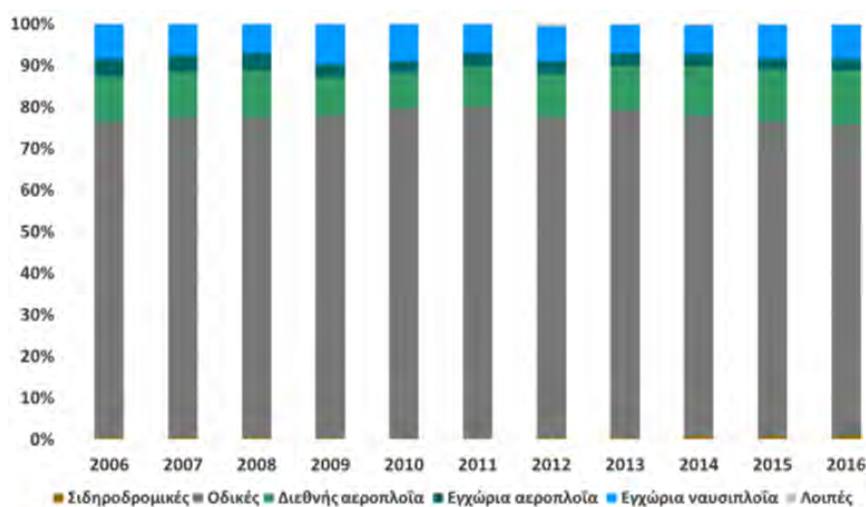
Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, γίνεται αντιληπτό πως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι μεταφορές αποτελούν τομείς προτεραιότητας της εθνικής ενεργειακής πολιτικής για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, καθώς είναι οι τομείς που παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες CO<sub>2</sub>, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως φαίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα, οι μεταφορές είναι αυτές συμμετέχουν στο μεγαλύτερο ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης στη χώρα με ποσοστό 40%, ενώ οι οδικές μεταφορές αποτελούν το 75% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα των μεταφορών (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017; ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018).

Διάγραμμα 14. Ενεργειακό Ισοζύγιο της χώρας για το 2015



Πηγή: Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017

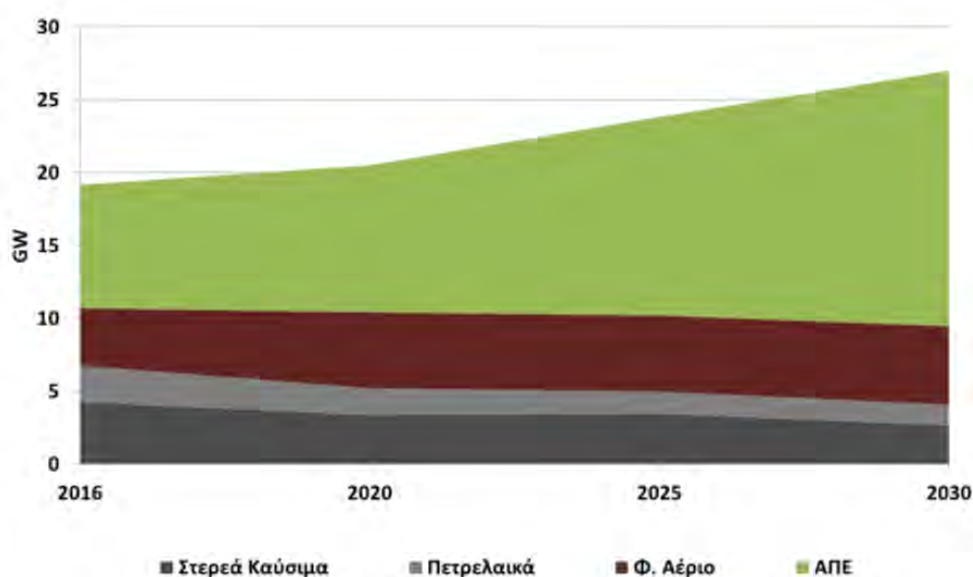
Διάγραμμα 15. Μεριδία καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών στην Ελλάδα (2006-2016)



Πηγή: ΥΠΕΝ, 2018

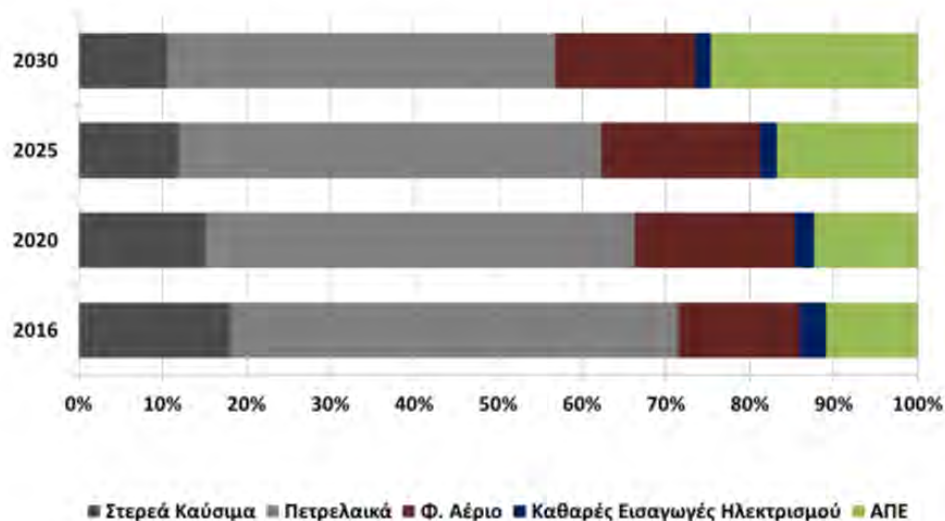
Αναλυτικότερα, το ΕΣΕΚ τονίζει την αναγκαιότητα της στροφής της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, τόσο για λογούς βιωσιμότητας του ενεργειακού συστήματος και υιοθέτησης των διεθνών κανόνων για ένα μέλλον χωρίς άνθρακα, όσο και για λόγους ενεργειακής απεξάρτησης από τρίτες χώρες. Συγκεκριμένα, το ΕΣΕΚ προβλέπει πως μέχρι το 2030 θα υλοποιηθούν σωρευτικές επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ στην Ελλάδα, με τη συνολική ισχύ να φτάνει τα 17,7 GW εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ (κυρίως αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων και Υ/Η σταθμών), συνολικού ύψους επενδύσεων 8,5 εκ. €. Βασικό χρηματοδοτικό εργαλείο για την υλοποίηση αυτών των επενδύσεων θα αποτελέσει το επερχόμενο Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης της προγραμματικής περιόδου 2021- 2027 (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018). Με την εξέλιξη αυτή οι ΑΠΕ θα δύνανται να καλύψουν το 65% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και να συμμετέχουν στο 30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από εγκαταστάσεις ΑΠΕ, με ταυτόχρονη σταδιακή μείωση του λιγνίτη και πετρελαίου (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018)

Διάγραμμα 16. Πρόβλεψη εγκατεστημένης ισχύος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά τύπο πηγής στην Ελλάδα (2016-2030)



Πηγή: ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018

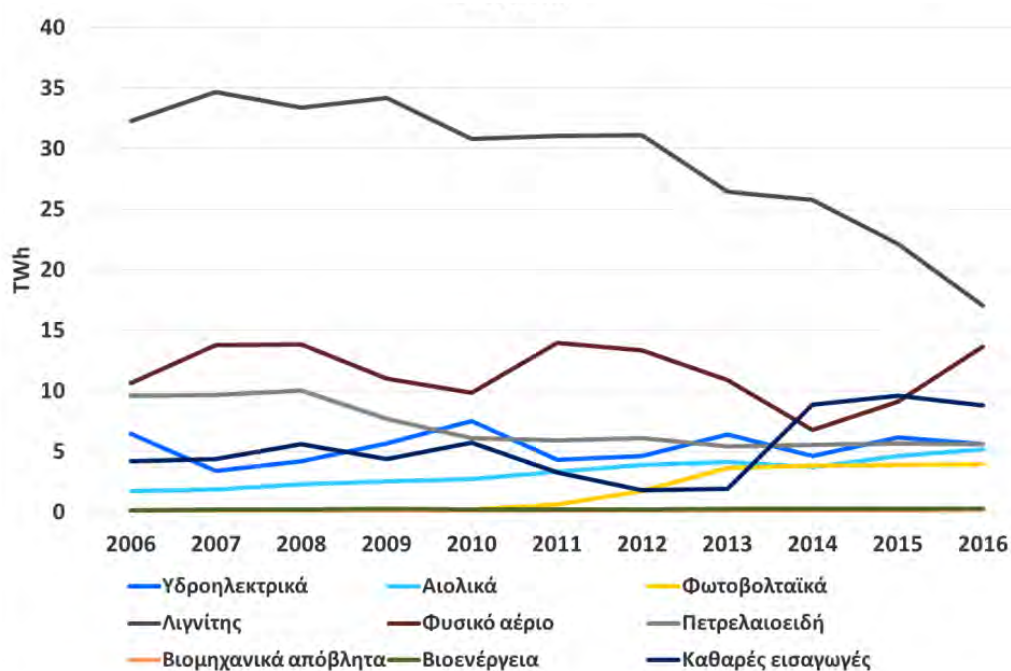
Διάγραμμα 17. Πρόβλεψη μεριδίων καυσίμων στην εγχώρια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας



Πηγή: ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018

Έτσι, βελτιώνοντας το ενεργειακό μείγμα της χώρας, με την σημαντική αναμενόμενη συμβολή των ΑΠΕ στην παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενισχύεται και η ηλεκτροκίνηση καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα θα δύνανται να λαμβάνουν την απαιτούμενη ενέργεια για την κίνησή τους με μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, ως προς την προέλευση της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα είναι, ως επί το πλείστον, απαλλαγμένη από το λιγνίτη.

Διάγραμμα 18. Συνεισφορά καυσίμων στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα (2006-2016)



Πηγή: ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018







Στο πλαίσιο του εξηλεκτρισμού των μεταφορών με στόχο τη μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου, το ΕΣΕΚ θέτει την ηλεκτροκίνηση των επιβατικών οχημάτων στη χώρα ως βασικό στόχο πολιτικής, ο οποίος προϋποθέτει την ανάπτυξη των απαραίτητων ενεργειακών υποδομών και τη θέσπιση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου που θα υποστηρίζει την χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων, μέσω φορολογικών και οικονομικών κινήτρων. Τίθεται μάλιστα και ένας σχετικός ποσοτικός στόχος διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων έως 10% ως προς το σύνολο των επιβατικών οχημάτων μέχρι το 2030, τη στιγμή που το σημερινό αντίστοιχο ποσοστό δεν ξεπερνά το 0,3%. Τέλος, το ΕΣΕΚ αναφέρει πως η προώθηση της ηλεκτροκίνησης και των σχετικών δράσεων που αφορούν στα έξυπνα δίκτυα θα συμβάλει θετικά και στην ανάπτυξη του τομέα αποθήκευσης ενέργειας (ΥΠΕΝ, Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2018).

## 1.4. Παγκόσμια εμπειρία στον τομέα της ηλεκτροκίνησης

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θεωρείται σκόπιμο να εξετασθεί η παγκόσμια εμπειρία στον τομέα τόσο σε χώρες όπου η ηλεκτροκίνηση γνωρίζει ιδιαίτερη ανάπτυξη, όπως στην Κίνα, τις ΗΠΑ, τη Νορβηγία και την Γερμανία, όσο και σε χώρες παρόμοιου βεληνεκούς ανάπτυξης του τομέα με την Ελλάδα, όπως η Κροατία, η Σλοβακία και η Ουγγαρία, όπου η ηλεκτροκίνηση έχει κάνει λιγότερο έντονη την παρουσία της, ωστόσο, με αρκετά μεγάλη επιτυχία καθώς υλοποιούνται σημαντικές επενδύσεις στον τομέα. Βασικός στόχος της ανάλυσης των παραπάνω κρατών στον τομέα της ηλεκτροκίνησης αποτελεί η διαμόρφωση σφαιρικής άποψης επί του θέματος. Επιπλέον, τα παραδείγματα των χωρών με μικρότερα ποσοστά διείσδυσης στην ηλεκτροκίνηση μπορούν να αποτελέσουν παράδειγμα για την κατεύθυνση ανάπτυξης του τομέα στην Ελλάδα.

Γενικότερα, παρατηρείται πως η ηλεκτροκίνηση έχει διεισδύσει σημαντικά «σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κατά κύριο λόγο σε χώρες της βόρειας και κεντρικής Ευρώπης, τις ΗΠΑ και την Κίνα. Αυτό οφείλεται στη χορήγηση οικονομικών και φορολογικών κινήτρων για την δημιουργία σημείων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και στην ισχυρή προώθηση και προσφορά οχημάτων χαμηλών εκπομπών ρύπων σε αυτές τις χώρες» (Spöttle, et al., 2018).

Πίνακας 4. Κίνητρα επιδότησης ΗΟ σε χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης (2017)

	Επιδότηση αγοράς (εφ' άπαξ)	Φόρος κατοχής	Φόρος εταιρικού αυτοκινήτου
 Βέλγιο	€4.000 επιδότηση	Απαλλαγή πλήρης	120% έκπτωση δαπάνης
 Γαλλία	Έως €10.000 επιδότηση	50% ή 100% έκπτωση	Απαλλαγή πλήρης
 Αγγλία	£4.500 επιδότηση	Απαλλαγή πλήρης	9% αντί για 17%
 Γερμανία	€4.000 επιδότηση	Απαλλαγή πλήρης	Έως €8.000 έκπτωση
 Νορβηγία	Απαλλαγή ΦΠΑ κατά την αγορά	85% έκπτωση	50% έκπτωση
 Ολλανδία	Απαλλαγή φόρων/τελών κατά την αγορά	Απαλλαγή πλήρης	4% αντί για 22%

Πηγή: Zhou V., 2017

Στις επόμενες παραγράφους δίνεται έμφαση στην ανάλυση των κινήτρων, των υποδομών και των πολιτικών και στόχων των εξεταζόμενων χωρών.

### Κίνα

Η Κίνα αποτελεί τη μεγαλύτερη αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων διεθνώς, κατέχοντας το 45% του μεριδίου αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και τις περισσότερες πωλήσεις (1,1 εκ. το 2018), ενώ

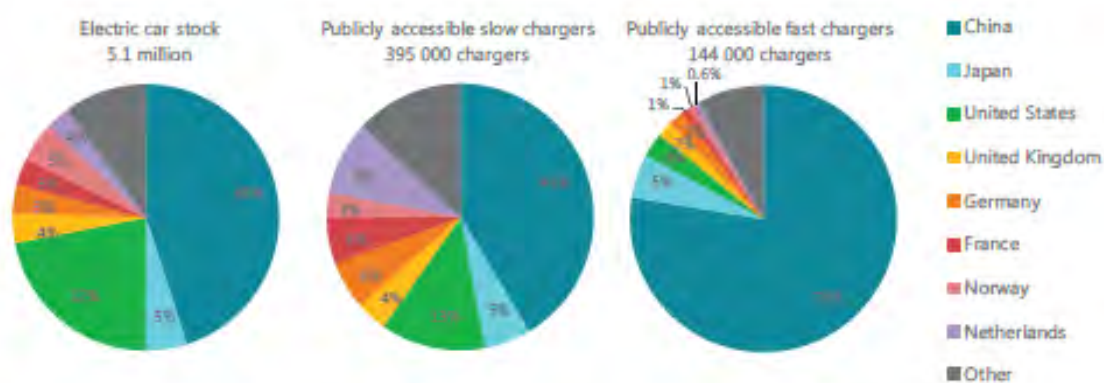


προβλέπεται πως αυτό το ποσοστό θα αυξηθεί την επόμενη δεκαετία στο 57% (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Σχετικά με την προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων, η Κίνα έχει θεσπίσει από το 2018 έναν κανονισμό πιστωτικών μονάδων (ανάλογο με τον κανονισμό ZEV των ΗΠΑ), επιβάλλοντας ελάχιστη υποχρεωτική παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων από τις αυτοκινητοβιομηχανίες (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Όσον αφορά τις υποδομές φόρτισης, η Κίνα αποτελεί τη χώρα με τους περισσότερους δημόσια προσβάσιμους σταθμούς φόρτισης, σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα, καταδεικνύοντας το μέγεθος ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης στη χώρα. Έως το τέλος του 2020 προβλέπεται πως ο αριθμός των δημόσια προσβάσιμων υποδομών φόρτισης θα φτάσει τους 150.000 (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Διάγραμμα 19. Δημόσια προσβάσιμες υποδομές φόρτισης ανά χώρα (2018)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

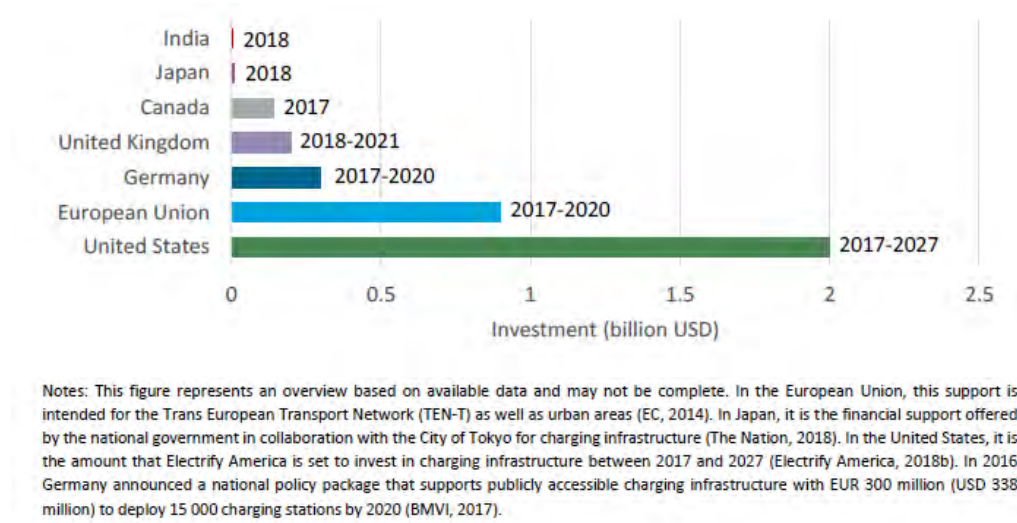
Τέλος, οι πολιτικές ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης στην Κίνα περιλαμβάνουν τον περιορισμό επενδύσεων σε νέα εργοστάσια παραγωγής συμβατικών οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης από τον Ιανουάριο του 2019 και την προώθηση κατασκευαστών συσσωρευτών ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Αξίζει να σημειωθεί πως η Κίνα είναι η πρώτη χώρα με θέσπιση ειδικού προτύπου (προαιρετικού προς το παρόν) για τον περιορισμό των ποσοστών ενεργειακής κατανάλωσης ηλεκτρικών οχημάτων (Government of China, 2019).

## ΗΠΑ

Οι ΗΠΑ είναι η χώρα με τις μεγαλύτερες επενδύσεις στον τομέα των υποδομών των ηλεκτρικών οχημάτων, με τις συνολικές επενδύσεις να φτάνουν τα 2 δις \$ (Electrify America) έως το 2027 (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Επιπρόσθετα, οι ΗΠΑ αυξάνουν τους σταθμούς φόρτισης στους αυτοκινητοδρόμους της, ενώ προβλέπεται η κυκλοφορία 5 εκ. ΗΟ έως το 2030. Αξιοσημείωτο είναι πως, παρά το γεγονός της κυβερνητικής απόφασης του «παγώματος» της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την περίοδο 2022- 2025, 20 πολιτείες των ΗΠΑ, με πρωτοβουλία της Καλιφόρνιας, εξέφρασαν την αντίθεσή τους σε αυτή την απόφαση, χαρακτηρίζοντάς την μη νόμιμη, καταδεικνύοντας τη σημασία της ανελλιπούς καταπολέμησης του φαινομένου (Shepardson, 2019).

Διάγραμμα 20. Προγραμματισμένες επενδύσεις στις υποδομές φόρτισης διεθνώς (2018)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Όσον αφορά στη μείωση του κόστους των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, οι ΗΠΑ, μέσω του Τμήματος Ενέργειας της χώρας, προσβλέπουν στη μείωση του κόστους των συσσωρευτών των ΗΟ κάτω των 100 \$/kWh με μελλοντικό στόχο τα 80 \$/ kWh, σε συνδυασμό με την αύξηση της αυτονομίας και τη μείωση της φόρτισης στα 15 λεπτά (US Government, 2019).

### **Νορβηγία**

Η Νορβηγία αποτελεί τη χώρα με το υψηλότερο εγχώριο μερίδιο αγοράς αμιγώς ηλεκτρικών οχημάτων (29% το 2018), καθώς και υβριδικών οχημάτων (17% το 2018), ενώ το 2016 η χώρα ξεπέρασε τον αριθμό των 100.000 εγγεγραμμένων ηλεκτρικών οχημάτων (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019). Γενικότερα, η Νορβηγία αποτελεί την πιο φιλόδοξη χώρα σχετικά με την επίτευξη της απανθρακοποίησης του μεταφορικού τομέα, καθώς το νορβηγικό κοινοβούλιο θέσπισε το στόχο μηδενικών εκπομπών ρύπων του συνόλου των επιβατικών και επαγγελματικών οχημάτων, έως το 2025 (Spröttle, et al., 2018).

Τα κίνητρα προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων στη Νορβηγία περιλαμβάνουν εξαίρεση των ΗΟ από φόρο προστιθέμενης αξίας και το τέλος ταξινόμησής και μειωμένα τέλη κυκλοφορίας.

Δευτερεύοντα κίνητρα προώθησης αποτελούν η δωρεάν χρήση δρόμων με διόδους, η δωρεάν φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης, η ελεύθερη πρόσβαση σε λεωφορειολωρίδες και το μειωμένο εισιτήριο σε πλοία (Spöttle, et al., 2018).

Όσο αναφορά τις υποδομές φόρτισης, η Νορβηγία στρέφεται σε επενδύσεις σταθμών ταχείας φόρτισης σε πολλές πόλεις. Συγκεκριμένα, στο Όσλο έχουν χρηματοδοτηθεί 2.000 σταθμοί φόρτισης κόστους 2 εκ. €. Επιπλέον, η κυβέρνηση της Νορβηγίας σκοπεύει να χρηματοδοτήσει ένα πρόγραμμα σχετικά με την κατανομή τουλάχιστον 2 σταθμών φόρτισης ανά 50 km (Spöttle, et al., 2018).

### **Γερμανία**

Η Γερμανία, αν και φαίνεται πως δε θα επιτύχει το στόχο του 1 εκ. εγγεγραμμένων ηλεκτρικών οχημάτων έως το 2020, μιας και μέχρι το 2018 είναι εγγεγραμμένα 124.000 ΗΟ, ενισχύει σημαντικά την ανάπτυξη νέων υποδομών φόρτισης, ενώ προσφέρει διάφορα κίνητρα για την αγορά ΗΟ, όπως μειωμένη φορολογία, χορηγήσεις 2.000 € για αμιγώς ΗΟ και 1.500 € για υβριδικά ΗΟ (για αυτοκίνητα αξίας έως 60.000 €), εξαίρεση καταβολής τελών κυκλοφορίας, καθώς και τοπικά κίνητρα<sup>3</sup> (Spöttle, et al., 2018).

### **Κροατία**

Η Κροατία αποτελεί μια χώρα με σχετικά χαμηλά ποσοστά διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων. Ωστόσο η κυβέρνηση δίνει όλο και μεγαλύτερη σημασία στην ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης μέσω χορήγησης επιδοτήσεων αγοράς ΗΟ του περιβαλλοντικού φορέα Environmental Protection and Energy Efficiency Fund (EPEEF), που φτάνουν τα 10.800 € για αμιγώς ΗΟ και τα 5.400 € για υβριδικά οχήματα (Macdonald, 2015).

Σήμερα, στην Κροατία τρέχουν 2 προγράμματα ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης, το Renovatio – Telekom Croatia partnership project και το NEXT-E project, τα οποία χρηματοδοτούνται από τα ευρωπαϊκά ταμεία και πρόκειται να εγκαταστήσουν 58 σημεία φόρτισης ΗΟ στη χώρα μέχρι το 2020. Τα συγκεκριμένα προγράμματα περιλαμβάνουν και τις γειτονικές χώρες της Ρουμανίας, Σλοβενίας, Σλοβακίας, Τσεχίας και Ουγγαρίας (Balkan Green Energy News, 2018).

---

<sup>3</sup> Σε ορισμένες πόλεις της Γερμανίας, επιτρέπεται σε οχήματα χαμηλών εκπομπών ρύπων (<50 g CO<sub>2</sub>/km) ελεύθερη στάθμευση στα κέντρα των πόλεων, πρόσβαση σε λεωφορειολωρίδες και ελεύθερη είσοδο σε ζώνες περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων (Spöttle, et al., 2018).

Χάρτης 2. Συμμετέχουσες χώρες στο NEXT-E Project και προβλεπόμενα σημεία ταχείας φόρτισης (2018-2020)<sup>4</sup>



Πηγή: <https://next-e.eu/about.html>

### **Σλοβακία**

Στη Σλοβακία κυκλοφορούν περίπου 1.000 ηλεκτρικά οχήματα αποτελώντας μόνο το 0,4% του μεριδίου αγοράς αυτοκινήτων στη χώρα, κυρίως εξ αιτίας του μεγάλου αρχικού κόστους αγοράς. Γι' αυτόν τον λόγο, η κυβέρνηση της Σλοβακίας προσφέρει οικονομικά κίνητρα μέσω κρατικών επιχορηγήσεων ύψους 5.000 € για αμιγώς ΗΟ και 3.000 € για υβριδικά. Επιπλέον, τα ΗΟ απαλλάσσονται από τα τέλη κυκλοφορίας, ενώ τα υβριδικά καταβάλλουν μειωμένα τέλη κατά 50% (Central Europe Energy Partners, 2017).

Σχετικά με την ανάπτυξη σταθμών φόρτισης στη χώρα, ο Σλοβάκικος Οργανισμός Ηλεκτρικών Οχημάτων (Slovak Electric Vehicle Association) έχει επενδύσει 800 εκ. € για την ανάπτυξη δικτύου σταθμών φόρτισης σε όλη τη χώρα και ακόμη 200 εκ. € για την έρευνα και κατασκευή συσσωρευτών (Central Europe Energy Partners, 2017).

### **Ουγγαρία**

Στόχος της Ουγγρικής κυβέρνησης αποτελεί η αύξηση των ηλεκτρικών οχημάτων σε 10.000 έως το 2020, με παράλληλες επενδύσεις στα δίκτυα φόρτισης ΗΟ. Επιπλέον, από το 2016, τα ηλεκτρικά

<sup>4</sup> Άλλα προγράμματα ανάπτυξης σταθμών ταχείας φόρτισης, χρηματοδοτούμενα από τα ευρωπαϊκά ταμεία είναι τα ULTRA-E, EAST-E, FAST-E και το Connecting Europe Facility (CEF) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

οχήματα έχουν τη δυνατότητα να σταθμεύουν δωρεάν στο κέντρο της Βουδαπέστης, ενώ προσφέρεται από τη κυβέρνηση επιδότηση ύψους 4.700 € για την αγορά ΗΟ (Budapest Business Journal, 2017).

### **Ελλάδα**

Στην Ελλάδα, τα μοναδικά οφέλη που προσφέρει η αγορά ΗΟ περιορίζονται στην εξαίρεση των ΗΟ από το ειδικό τέλος ταξινόμησης και τα τέλη κυκλοφορίας για τα αμιγώς ΗΟ και τα υβριδικά με κυβισμό μηχανής μέχρι 1.929 cc. Τα υβριδικά οχήματα με μεγαλύτερο κυβισμό πληρώνουν το 50% των προβλεπόμενων τελών. Τέλος, τα ΗΟ απαλλάσσονται και από το φόρο πολυτελείας (ΦΕΚ (2040 Β/04.06.19)).

Γενικότερα, μέχρι σήμερα δεν υφίσταται συγκροτημένη πολιτική για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στη χώρα, ωστόσο υπάρχει πρόθεση της σημερινής κυβέρνησης για ανάπτυξη σχεδίου προώθησης της ηλεκτροκίνησης με χορήγηση οικονομικών κινήτρων και δημιουργία σταθμών φόρτισης σε αστικές περιοχές και εθνικές οδούς<sup>5</sup>.

### **Στόχοι των χωρών και αυτοκινητοβιομηχανιών για την περίοδο 2020-30**

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, οι στόχοι όλων των ανεπτυγμένων χωρών για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην τρέχουσα δεκαετία συνοψίζονται στην ενίσχυση των πωλήσεων των ηλεκτρικών οχημάτων, τον περιορισμό των αυτοκινήτων με ΜΕΚ και τη γενικότερη απανθρακοποίηση του μεταφορικού τομέα.

Στο πλαίσιο συμμόρφωσης με τις παγκόσμιες πολιτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης, οι αυτοκινητοβιομηχανίες (νέες και παραδοσιακές) στοχεύουν στην προσφορά νέων μοντέλων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην αγορά θέτοντας στόχους πωλήσεων ΗΟ που αγγίζουν το 50% ως προς τις συνολικές πωλήσεις έως το 2025 (Volvo). Σχεδόν όλες οι παραδοσιακές αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν ανακοινώσει ηλεκτροκίνητα μοντέλα τα οποία προβλέπεται να βγουν στην αγορά στις αρχές της δεκαετίας του 2020, τη στιγμή που αναδυόμενες κινέζικες αυτοκινητοβιομηχανίες ηλεκτρικών οχημάτων με εμπειρία της προηγούμενης δεκαετίας ασκούν ισχυρό ανταγωνισμό στα ηλεκτρικά μοντέλα των παραδοσιακών βιομηχανιών (BYD, BAIC) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

---

<sup>5</sup> Αξίζει να σημειωθεί πως το Ινστιτούτο Βιώσιμης Κινητικότητας & Δικτύων Μεταφορών (I.MET.) του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) έχει υλοποιήσει για τον ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας) μια πλήρη μελέτη χωροθέτησης σταθμών φόρτισης σε όλους τους εθνικούς άξονες για κάθε 40 km, η οποία θα είναι έτοιμη τον Ιούνιο του 2020 (ypodomos.com, 2020).

Πίνακας 5. Στόχοι κρατών για τη δεκαετία 2020- 2030

Country or region	EV 30@30 <sup>1</sup>	2020-30 EV target or objective	Source
Canada	✓	-	
China	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 million EVs by 2020, including 4.6 million PLDVs, 0.2 million buses and 0.2 million trucks.</li> <li>• New energy vehicle (NEV)<sup>2</sup> mandate: 12% NEV credit sales of passenger cars by 2020.<sup>3</sup></li> <li>• NEV sales share: 7-10% by 2020, 15-20% by 2025 and 40-50% by 2030.</li> </ul>	EVI (2016a); MIIT (2017); Marklines (2017); State Council (2012)
European Union		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Post 2020 proposed CO<sub>2</sub> targets for cars and vans include benchmarks: 15% EV sales by 2025 and 30% by 2030 (exceeding these benchmarks allows for less stringent specific emissions targets to be met by OEMs).</li> </ul>	EC (2018b)
Finland	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 000 EVs by 2030.</li> </ul>	MEAEF (2017)
France	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectives under revision.</li> </ul>	EVI (2018)
India	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% electric car sales by 2030.</li> <li>• 100% BEV sales for urban buses by 2030.</li> </ul>	Government of India (2018c); SIAM (2017)
Ireland		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 500 000 EVs and 100% EV sales by 2030.</li> </ul>	DPER (2018)
Japan	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-30% electric car sales by 2030.</li> </ul>	METI (2014)
Mexico	✓	-	
Netherlands	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% electric car market share by 2020.</li> <li>• 100% EV sales in PLDVs by 2030.</li> <li>• 100% electric public bus sales by 2025 and 100% electric public bus stock by 2030.</li> </ul>	EVI (2016b); IPO (2016); Rijksoverheid (2017)
New Zealand		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 64 000 EVs by 2021.</li> </ul>	Ministry of Transport (2018)
Norway	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% EV sales in PLDVs, LCVs and urban buses by 2025.</li> <li>• 75% EV sales in long-distance buses and 50% in trucks by 2030.</li> </ul>	National Transport Plan (2016)
Korea		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200 000 EVs in PLDVs by 2020.</li> </ul>	MOTIE (2015)
Slovenia		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% electric car sales by 2030.</li> </ul>	Novak (2017)
Sweden	✓	-	
United Kingdom		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 396 000 to 431 000 electric cars by 2020.</li> </ul>	EC (2017a)
United States (selected states)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 300 000 EVs in eight states combined by 2025.<sup>4</sup></li> <li>• ZEV<sup>5</sup> mandate in ten states<sup>6</sup>: 22% ZEV credit sales in passenger cars and light-duty trucks by 2025.<sup>7</sup></li> <li>• California: 1.5 million ZEVs and 15% of effective sales by 2025, and 5 million ZEVs by 2030.</li> </ul>	CARB (2016); State of California (2018; 2016a); ZEV PITF (2014)
Other European Union <sup>8</sup>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 450 000 to 760 000 electric cars by 2020.</li> <li>• 5.42 million to 6.27 million electric cars by 2030</li> </ul>	EC (2017b)

Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Πίνακας 6. Στόχοι αυτοκινητοβιομηχανιών για την δεκαετία 2020-30

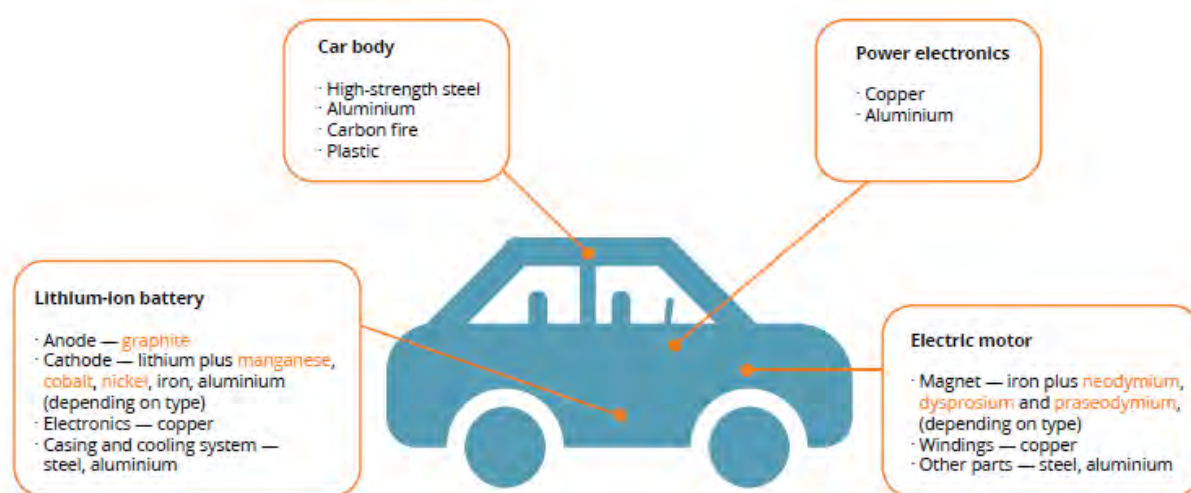
Original equipment manufacturer	Announcement
BMW	15-25% of the BMW Group's sales in 2025 and 25 new EV models by 2025.
BJEV-BAIC	0.5 million electric car sales in 2020 and <b>1.3 million electric car sales in 2025</b> .
BYD	0.6 million electric car sales in 2020.
Chonqing Changan	<b>21 new BEV models and 12 new PHEV models by 2025, 1.7 million sales by 2025 (100% of group's sales)</b> .
Dongfeng Motor CO	6 new EV models by 2020 and 30% electric sales share in 2022.
FCA	<b>28 new EV models by 2022</b> .
Ford	40 new EV models by 2022.
Geely	1 million sales and 90% of sales in 2020.
GM	20 new EV models by 2023.
Honda	15% electric vehicle sale share in 2030 (part of two-thirds of electrified vehicles by 2030, globally and by 2025 in Europe).
Hyundai-Kia	12 new EV models by 2020.
Mahindra & Mahindra	0.036 million electric car sales in 2020.
Mazda	One new EV model in 2020 and 5% of Mazda sales to be fully electric by 2030.
Mercedes-Benz	0.1 million sales in 2020, <b>10 new EV models by 2022 and 25% of the group's sales in 2025</b> .
Other Chinese OEMs	7 million sales in 2020.
PSA	0.9 million sales in 2022.
Renault-Nissan-Mitsubishi	12 new EV models by 2022. Renault plans 20% of the group's sales in 2022 to be fully electric. Infiniti plans to have all models electric by 2021.
Maruti Suzuki	A new EV models in 2020, <b>35 000 electric car sales in 2021 up to 1.5 million in 2030</b> .
Tesla	Around 0.5 million sales in 2019 and a new EV model in 2030.
Toyota	<b>More than ten new models by the early 2020s and 1 million BEV and FCEV sales around 2030</b> .
Volkswagen	0.4 million electric car sales in 2020, up to <b>3 million electric car sales in 2025</b> , 25% of the group's sales in 2025, 80 new EV models by 2025 and <b>22 million cumulative sales by 2030</b> .
Volvo	50% of group's sales to be fully electric by 2025.

Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

## 1.5. Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Τα βασικά μέρη ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου αποτελούν το κύριο σώμα του αυτοκινήτου (σασί), τα ηλεκτρονικά μέρη και ο ηλεκτροχημικός συσσωρευτής ιόντων λιθίου ο οποίος τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια τον ένα τουλάχιστον ηλεκτροκινητήρα του αυτοκινήτου, που παράγει την κίνηση (European Environment Agency, 2018).

Εικόνα 1. Βασικά μέρη ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου



Πηγή: European Environment Agency, 2018

### 1.5.1. Ιστορική εξέλιξη των ηλεκτρικών οχημάτων

Η τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων δεν είναι τόσο νέα, όσο το ευρύ κοινό πιστεύει. Κατέχουν ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα στην ιστορία της αυτοκίνησης, εμφανιζόμενα για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης (1800-1850), αρχικά ως εφευρέσεις- πατέντες διαφόρων ανθρώπων ανεξαρτήτως επαγγέλματος και εκπαίδευσης και στη συνέχεια ως οχήματα μαζικής παραγωγής τόσο στις ΗΠΑ, όσο και στην Ευρώπη. Στην πραγματικότητα, τα συμβατικά και τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν ένα κοινό ξεκίνημα στην ιστορία της εκμηχάνισης των μεταφορών από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αι., με τις ηλεκτρικές μηχανές να εμφανίζουν διακριτά πλεονεκτήματα, αρχικά, έναντι των μηχανών εσωτερικής καύσης και των ατμομηχανών. Πολλά από αυτά τα πλεονεκτήματα αποτελούν και τον κύριο λόγο ανάδειξής τους στη σύγχρονη εποχή. Στην προσπάθεια περιγραφής της διαχρονικής εξέλιξης των ηλεκτρικών οχημάτων παγκοσμίως, επιλέχθηκε ο διαχωρισμός των «εποχών» των ηλεκτρικών οχημάτων σε 3 βασικές περιόδους ακμής και παρακμής τους, οι οποίες αναλύονται περαιτέρω στη συνέχεια του κεφαλαίου.

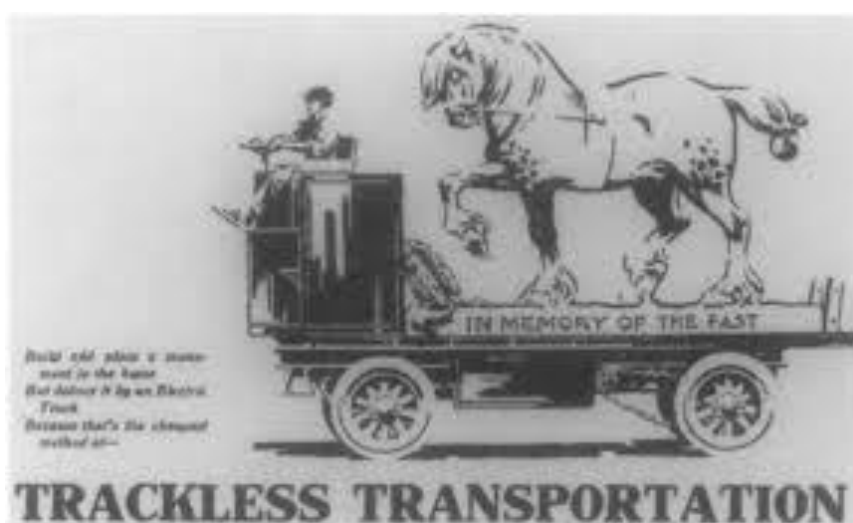


### **1<sup>η</sup> περίοδος: Εφεύρεση ΗΟ – 1<sup>η</sup> περίοδος ακμής (19<sup>ος</sup> αι. έως 1930)**

Γενικά, δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη ημερομηνία ή «εφεύρεση» του ηλεκτρικού οχήματος, ούτε συγκεκριμένος εφευρέτης-μηχανικός. Αντιθέτως παρατηρείται μια σειρά επιτευγμάτων και ανακαλύψεων που μας οδήγησε από την μπαταρία και την εκμετάλλευση του ηλεκτρισμού, στην ηλεκτρική μηχανή. Εφευρέτες από την Ουγγαρία (Anyos Jedlik, 1828), την Ολλανδία (Pr. Sibrandus Stratingh, 1834), τις ΗΠΑ (Thomas Davenport, 1834) και το Ηνωμένο Βασίλειο (Robert Davidson, 1837) άρχισαν να ενασχολούνται με την ανάπτυξη ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος που θα λειτουργεί με μπαταρία (αρχικά μη επαναφορτιζόμενη) και δημιούργησαν τα πρώτα μικρά ηλεκτρικά οχήματα, αρχικά μικρής ταχύτητας και αυτονομίας (Guarnieri, 2012).

Η κύρια ανάγκη δημιουργίας των ηλεκτρικών οχημάτων εκείνη την εποχή έγκειται, πρωτίστως, στην ίδια ανάγκη των ανθρώπων να μετακινούνται πιο εύκολα και γρήγορα, εκτός, αλλά κυρίως εντός πόλεων και τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούσαν μια υποσχόμενη τεχνολογία ή οποία ανταγωνιζόταν επάξια τις υφιστάμενες τεχνολογίες των οχημάτων με μηχανές εσωτερικής καύσης και των ατμοκίνητων οχημάτων. Ένας ακόμη σημαντικός λόγος ανάπτυξης των ΗΟ αποτέλεσε η αντικατάσταση των αλόγων στις εμπορευματικές και αστικές μεταφορές των ΗΠΑ με τροχοφόρα ηλεκτροκίνητα οχήματα (Τύμπας, Τ. & Μεργούπη- Σαβαΐδου, Ε., 2013), παρουσιάζοντας σημαντικά πλεονεκτήματα στη χρήση του οχήματος, όπως η εξάλειψη των υποχρεωτικών στάσεων για ξεκούραση των αλόγων, τα φθηνότερα λειτουργικά κόστη των ΗΟ και η δυνατότητα οικιακής φόρτισης κατά τη διάρκεια της νύχτας, μιας και η πρόσβαση των νοικοκυριών στον ηλεκτρισμό γινόταν όλο και πιο εύκολη.

Εικόνα 2. Διαφήμιση που προωθεί τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων έναντι των αλόγων (Electrical World, 1911)



Πηγή: Technologies in Tension: Horses, Electric Trucks, and the Motorization of American Cities, 1900-1925

Η επικράτηση των ηλεκτρικών οχημάτων, τότε και σήμερα, οφειλόταν βασικά στην ευκολότερη εκκίνηση τους, πατώντας απλά ένα διακόπτη, έναντι των ατμοκίνητων και βενζινοκίνητων οχημάτων, όπου η εκκίνηση απαιτούσε προετοιμασία του οχήματος, η οποία έφταναν και τα 3 τέταρτα της ώρας στα ατμοκίνητα οχήματα (σε ιδιαίτερα κρύες μέρες), ενώ η εκκίνηση των βενζινοκίνητων οχημάτων υλοποιούνταν χειροκίνητα γυρνώντας το στρόφαλο της μηχανής (με τη μανιβέλα). Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων είχαν να κάνουν επίσης με την εξάλειψη των θορύβων, δονήσεων και φυσικά των καυσαερίων και σε συνδυασμό με τη σχετικά χαμηλή αυτονομία τους σε χιλιόμετρα (50-70 km) ήταν ιδανικά για τις μεταφορές μέσα στην πόλη. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως, στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αι., στις ΗΠΑ, κινούνται σε ποσοστό 40% ατμοκίνητα οχήματα, 38% ηλεκτρικά και 22% βενζινοκίνητα. Επιπλέον, ζωτικής σημασίας θεωρείται και η εμφάνιση εταιρειών ηλεκτρικών ταξί στο Λονδίνο (Walter C. Bersey) και το Άμστερνταμ (Amsterdamsche Taxameter Automobielen, ATAX). Συγκεκριμένα, η τελευταία αποτελούσε τη σημαντικότερη εταιρία ταξί με άλογα στην ολλανδική πρωτεύουσα, ενώ ταυτόχρονα διαχειριζόταν περίπου 80 ηλεκτρικά ταξί από το 1909 έως το 1926. Μάλιστα ο στόλος των ταξί θεωρούταν υπόδειγμα αξιοπιστίας και αποδοτικότητας (Τύμπας, Τ. & Μεργούπη- Σαβαΐδου, Ε., 2013).

Εικόνα 3. Ηλεκτρικό όχημα κατά τη διάρκεια φόρτισης των μπαταριών του



Πηγή: Cress-Dale Photo Co., 1919 Aug 25. [hdl.loc.gov/loc.pnp/cph.3b16781](https://hdl.loc.gov/loc.pnp/cph.3b16781)

Παρόλο που τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούσαν σημαντικό μέρος στην αγορά αυτοκινήτων, τόσο για εμπορική, όσο και για ιδιωτική χρήση, δεν παρουσίαζαν μόνο πλεονεκτήματα. Η μικρή αυτονομία του σε χιλιόμετρα αποτελούσε το βασικότερο μειονέκτημά τους και μάλιστα ήταν ο πρωταρχικός λόγος της μετέπειτα επικράτησης των οχημάτων με μηχανή εσωτερικής καύσης. Ένα δεύτερο σημαντικό μειονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων αποτέλεσε η τεχνολογία των μπαταριών, η οποία

ανέβαζε αισθητά το κόστος του αυτοκινήτου καθώς επίσης και το βάρος του. Πολλοί εφευρέτες της εποχής προσπάθησαν να βελτιώσουν αυτή την τεχνολογία. Για παράδειγμα, ο Ferdinand Porsche, ο ιδρυτής της ομώνυμης αυτοκινητοβιομηχανίας, το 1889 δημιούργησε το πρώτο υβριδικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο, μειώνοντας αισθητά το βάρος και τον όγκο της μπαταρίας αυτοκινήτου, καθώς αφαίρεσε ένα μεγάλο τμήμα της και πρόσθεσε μια επιπλέον μηχανή εσωτερικής καύσης που τροφοδοτούνταν με βενζίνη. Στη συνέχεια ο Thomas Edison, ένας από τους υποσχόμενους εφευρέτες της εποχής και μετέπειτα, πίστευε πως η τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων ήταν περισσότερο υποσχόμενη και δημιούργησε ένα βελτιωμένο ηλεκτρικό όχημα με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, **το Ward special**, του οποίου, ωστόσο, οι δυνατότητες ήταν περιορισμένες. Ακόμη και ο Henry Ford, συνεργάστηκε μαζί του για τη δημιουργία ενός οικονομικού ηλεκτρικού οχήματος το 1914 (Charles, 1915).

Εικόνα 4. Ο Thomas Edison και το ηλεκτρικό του αυτοκίνητο (1913)



Πηγή: [http://americanhistory.si.edu/edison/ed\\_d22.htm](http://americanhistory.si.edu/edison/ed_d22.htm)

Ωστόσο, ο Henry Ford με την επανάσταση που έφερε στη γραμμή παραγωγής, μέσω του μαζικά παραγόμενου Model T, κατάφερε να υπερνικήσει το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, φέρνοντας ταυτόχρονα μια σημαντική επανάσταση στον τρόπο παραγωγής των προϊόντων, μέσω του assembly line. Το 1908 λοιπόν, ο Ford εισάγει στην αγορά, για πρώτη φορά, ένα όχημα που λειτουργεί αποκλειστικά με μηχανή εσωτερικής καύσης και μέχρι το 1912 κόστιζε μόνο 650 δολάρια. Η εκκίνησή του πραγματοποιείται πλέον με τη βοήθεια ηλεκτρικής μπαταρίας και όχι με χειροκίνητο στρόφαλο. Την ίδια χρονική περίοδο ένα οικονομικό ηλεκτρικό όχημα κόστιζε περίπου στα 1750 δολάρια (McMahon, 2009).

## **2<sup>η</sup> περίοδος: Η παρακμή των ΗΟ (1930 έως 1990)**

Οι συνεχόμενες βελτιώσεις των μηχανών εσωτερικής καύσης μέχρι τα τέλη της δεκαετία του 1920, η επικράτησή τους ως βασική τεχνολογία κίνησης κατά στον Μεγάλο Πόλεμο, καθώς επίσης και η βελτίωση των υποδομών των ΗΠΑ μετά το Μεγάλο Πόλεμο, οδήγησε στην καθολική επικράτηση των βενζινοκίνητων οχημάτων έναντι των ηλεκτρικών. Σημαντικό παράγοντα αποτέλεσε και η ανακάλυψη σημαντικών κοιτασμάτων πετρελαίου στο Texas, με αποτέλεσμα την πτώση της τιμής της βενζίνης και την ταχύτατη δημιουργία πρατηρίων σε όλη τη χώρα (Τύμπας, Τ. & Μεργούπη- Σαβαΐδου, Ε., 2013).

Μέχρι τη δεκαετία του 1960, τα ηλεκτρικά οχήματα είχαν εξαλειφθεί εντελώς από την αγορά και η τεχνολογία έμεινε στάσιμη για όλα αυτά τα χρόνια. Η «φθηνή» βενζίνη και οι συνεχείς βελτιώσεις στις μηχανές εσωτερικής καύσης εξάλειψαν τη ζήτηση για εναλλακτικά καύσιμα στις μεταφορές. Πρώτες απόπειρες επανένταξης των ηλεκτρικών οχημάτων εντοπίζονται τη δεκαετία 1970, λόγω και της πετρελαϊκής κρίσης που αντιμετώπιζαν οι ΗΠΑ. Σε αυτή την περίοδο, πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες επανάφεραν την ιδέα των ηλεκτρικών οχημάτων στο προσκήνιο. Αρχικά, η General Motors ανέπτυξε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο για αστική χρήση. Εντούτοις, ηλεκτρικά οχήματα του '70 και '80 παρουσίαζαν πάλι σημαντικά μειονεκτήματα έναντι των βενζινοκίνητων οχημάτων, τα οποία έγκεινται ξανά στη χαμηλή μέγιστη ταχύτητα των ηλεκτρικών οχημάτων (80-90 km/h) , καθώς και στη μικρή τους αυτονομία, έως 60-70 km μέχρι να χρειαστούν φόρτιση και φυσικά στο μεγάλο κόστος αγοράς τους, λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής των μασταριών (Matulka, 2014).

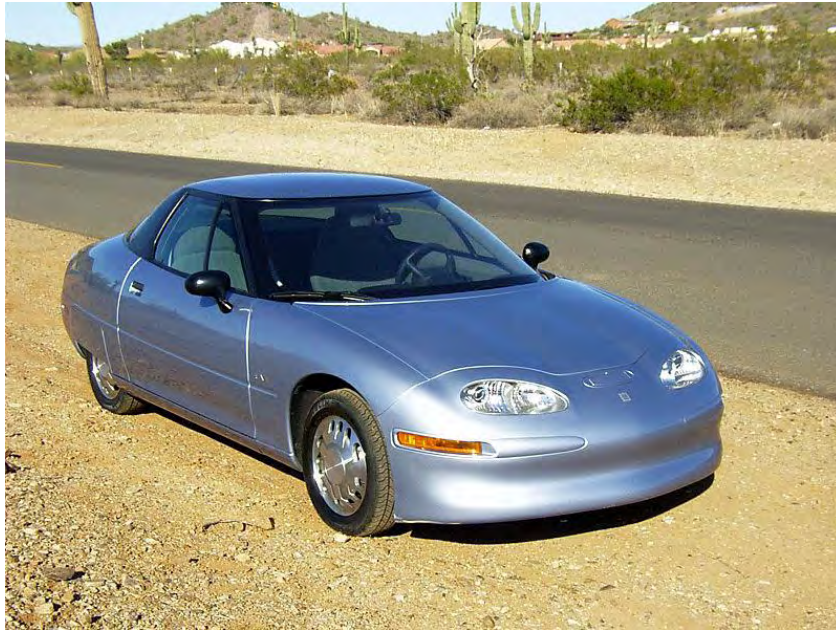
Μετά και από αυτήν την αποτυχημένη προσπάθεια εισόδου των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά, τη δεκαετία του 1990 τα ηλεκτρικά οχήματα επανέρχονται ξανά στο προσκήνιο, αυτή τη φορά λόγω της περιβαλλοντικής ευαισθησίας πολλών κρατών, καθώς το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής άρχισε να γίνεται έντονο. Οι υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που κάνουν ιδιαίτερα αποπνικτική την ατμόσφαιρα των πόλεων και η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη δημιουργούν τις πρώτες έντονες αντιδράσεις της επιστημονικής κοινότητας και των κρατών, θέτοντας συγκεκριμένους στόχους για την αντιμετώπιση των παραγόντων που δημιουργούν αυτές τις έντονες αλλαγές στον πλανήτη (δημιουργία νέφους στις μεγάλες πόλεις, λιώσιμο πάγων στους πόλους, φαινόμενο του θερμοκηπίου κλπ.). Η Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, που υπογράφηκε στο Ρίο της Βραζιλίας το 1992 από 154 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς επίσης και ορισμένοι κανονισμοί για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις μεταφορές στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ (California Air Resources Board) οδήγησαν στην αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για οχήματα φιλικά προς το περιβάλλον, με τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων (Matulka, 2014).

### **3<sup>η</sup> περίοδος: Αναγέννηση των ΗΟ- Περιβαλλοντικές ανησυχίες (1990 έως σήμερα)**

Από τη δεκαετία του '90 κι έπειτα, οι κατασκευαστές αυτοκινήτων είτε μετέτρεπαν μερικά από τα πιο διάσημα μοντέλα τους, από βενζινοκίνητα σε ηλεκτροκίνητα (πρακτική η οποία αποτέλεσε τελικά οικονομικά ασύμφορη), είτε δημιουργούσαν νέα μοντέλα ηλεκτρικών/υβριδικών οχημάτων, τα οποία ήταν πλέον αναβαθμισμένα, τόσο μέσω της αύξησης της μέγιστης ταχύτητάς τους, όσο και από την αύξηση της αυτονομίας και τη βελτίωση της τεχνολογίας των μπαταριών τους (Matulka, 2014). Πολλά ηλεκτρικά οχήματα της εποχής έφταναν μέχρι και τα 100 km αυτονομίας. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες μολυβδου/οξέος αντικαταστάθηκαν από τις πιο αποδοτικές μπαταρίες καδμίου/μετάλλου και στη συνέχεια από τις πιο σύγχρονες μπαταρίες λιθίου ιόντων/πολυμερών.

Αξίζει να τονιστεί σε αυτό το σημείο, ότι ένα από τα πιο γνωστά ηλεκτρικά οχήματα εκείνης της εποχής ήταν το EV1 της General Motors. Το αμιγώς αυτό ηλεκτρικό αυτοκίνητο, η παραγωγή του οποίου διήρκεσε από το 1998 έως το 2003, αποτέλεσε το πρώτο πλήρως ηλεκτρικό όχημα το οποίο ελαχιστοποίησε όλα τα βασικά μειονεκτήματα των ηλεκτρικών: τελικό κόστος, ταχύτητα, αυτονομία. Αν και η General Motors δεν έδωσε ποτέ τη δυνατότητα αγοράς αυτού του αυτοκινήτου και το παραχωρούσε στους χρήστες μόνο μέσω leasing, οι ενδιαφερόμενοι ήταν πολλοί, καταδεικνύοντας την πραγματική ζήτηση του αυτοκινήτου από την αγορά και τη γενικευμένη ευαισθητοποίηση του κοινού για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων, μη ρυπογόνων για το περιβάλλον. Επιπλέον, το EV1 είχε αυτονομία περίπου 260 Km μέχρι την επόμενη φόρτισή του, τελική ταχύτητα στα 130 km/h και επιτάχυνση από 0-100 Km/h σε μόλις 7 δευτερόλεπτα. Το παράξενο της υπόθεσης είναι πως το EV1 της GM έγινε παγκοσμίως γνωστό μέσω του σκανδάλου της απότομης διακοπής της παραγωγής του, το 2003 και της υποχρεωτικής επιστροφής του οχήματος από τους ενοικιαστές του στην εταιρεία κατασκευής. Το γεγονός αυτό, όπως είναι αναμενόμενο, δεν έμεινε ανεξερεύνητο από τους οπαδούς του ηλεκτρικού οχήματος και μέσα από αναζητήσεις και στις έρευνες των αποκαλύφθηκαν οι λόγοι. Αν και η αυτοκινητοβιομηχανία πρόβαλε ως αιτία της διακοπής της παραγωγής του EV1 το υψηλό κόστος παραγωγής, η κίνηση θεωρήθηκε ακραία από τους οπαδούς του EV1 και οι πραγματικές αιτίες διακοπής της παραγωγής του θεωρήθηκαν οι πιέσεις των μεγάλων πετρελαϊκών βιομηχανιών, λόγω επικίνδυνου ανταγωνισμού που έθιγε τα συμφέροντά τους με τις αυτοκινητοβιομηχανίες. Περισσότερες πληροφορίες για τη διακοπή παραγωγής του EV1 μπορεί κανείς να αντλήσει από το ντοκιμαντέρ «Who Killed The Electric Car?» της Sony Pictures (Paine, 2006).

Εικόνα 5. Το EV1 της General Motors (Rick Rowen, 2002)



Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/rightbrainphotography/2224121408/in/set-72157603803274612/>

Παρά ταύτα, από τις αρχές του 2000 οι μεγαλύτερες αυτοκινητοβιομηχανίες είχαν ήδη αρχίσει να επενδύουν στον τομέα της ηλεκτροκίνησης και της χρήσης εναλλακτικού καυσίμου για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με στόχο φυσικά να έχουν την ίδια σχεδόν απόδοση σε ταχύτητα, αυτονομία και κόστος με τα βενζινοκίνητα οχήματα. Η πρώτη αξιόλογη αναφορά είναι δόκιμο να γίνει στο Toyota Prius, ένα υβριδικό όχημα που εισήγαγε στην αγορά το 1997 η Toyota και πωλήθηκε παγκοσμίως. Το Toyota Prius χρησιμοποιούσε μπαταρία σιδήρου υδριδίου μετάλλου, μια σχετικά νέα τεχνολογία στην αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας με υψηλή απόδοση και θεωρήθηκε best-selling hybrid car για την δεκαετία του '90 (Matulka, 2014).

Εικόνα 6. Toyota Prius του 2003



Πηγή: <https://en.wheelsage.org/toyota/prius/ii/87896/pictures/kft8ax/>

Το σημαντικότερο όμως γεγονός, που άλλαξε τα δεδομένα για τα ηλεκτρικά οχήματα και την ανάπτυξή τους, αποτέλεσε η εμφάνιση της Tesla Motors, μιας αρχικά startup εταιρείας στη Silicon Valley. Η Tesla Motors άρχισε να παράγει πολυτελή ηλεκτρικά οχήματα με αυτονομία μεγαλύτερη των 320 Km, ένα αρκετά ικανοποιητικό και ανταγωνιστικό ποσό αυτονομίας σε σχέση με τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα (Shahan, 2015). Το 2010, η Tesla έλαβε \$465 εκ. ως δάνειο από το Τμήμα Ενέργειας των ΗΠΑ για την ολοκλήρωση των εγκαταστάσεων παραγωγής των ηλεκτρικών αυτοκινήτων της στην Καλιφόρνια. Το 2004, η Tesla Motors ξεκίνησε το project του Tesla Roadster, του πρώτου αμιγώς ηλεκτρικού οχήματος μαζικής παραγωγής, με μπαταρίες τεχνολογίας ιόντων λιθίου και αυτονομίας μεγαλύτερης των 320 km, ανά φόρτιση. Το 2008, το Tesla Roadster πωλείται για πρώτη φορά με μεγάλη επιτυχία. Συγκεκριμένα πωλήθηκαν 2.450 οχήματα μέχρι το τελικό έτος παραγωγής τους το 2012, κάνοντάς το ιδιαίτερα επιτυχημένο στην αγορά των ΗΠΑ και 29 ακόμη χωρών με βασική τιμή πώλησης 109.000 \$ ή 99.000 €. Το επόμενο μοντέλο της Tesla αποτέλεσε το Model S, το οποίο βγήκε στους δρόμους των ΗΠΑ για πρώτη φορά το 2012 (βασική τιμή πώλησης 70.000 \$) και στη συνέχεια το Model X (132.000-144.000 \$) το 2015, ύστερα από καθυστερήσεις στη γραμμή παράγωγής του τελευταίου. Τα δυο τελευταία οχήματα αποτέλεσαν τα πρώτα ηλεκτρικά οχήματα με τόσο μεγάλη αυτονομία χιλιομέτρων ανά φόρτιση, καθώς και υψηλές πωλήσεις (Blanco, 2014).

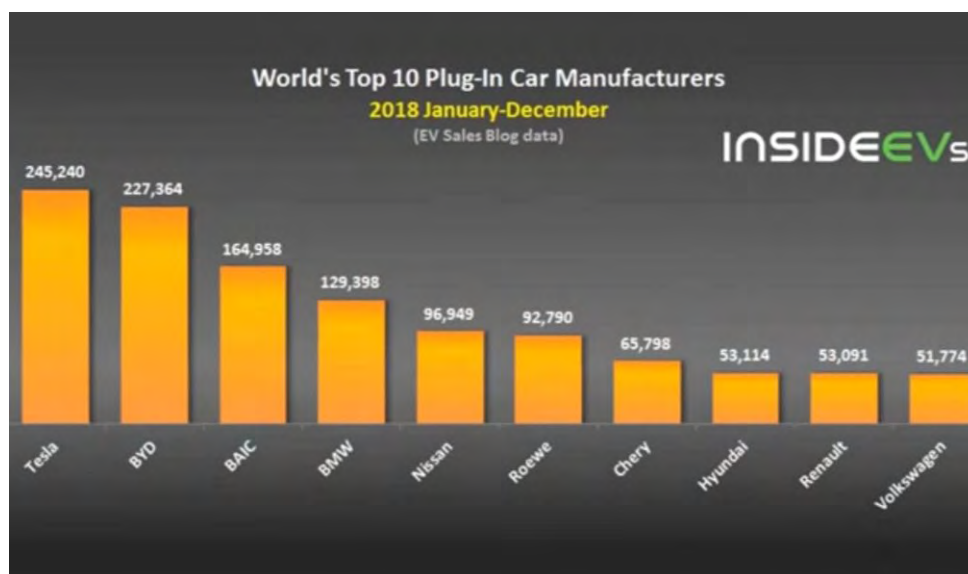
Εικόνα 7. Tesla Roadster του 2010 (Thomas Doerfer, 2010)



Πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tesla\\_Roadster\\_AMI.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tesla_Roadster_AMI.JPG)

Πλέον η Tesla Motors θεωρείται η σημαντικότερη βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικών οχημάτων στην Καλιφόρνια και με τις περισσότερες πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων παγκοσμίως, ωθώντας παράλληλα μεγάλες εταιρείες της αυτοκινητοβιομηχανίας όπως η BMW, η VW, η Nissan, η Mercedes κ.α. να ανακοινώσουν κι αυτές τη μελλοντική κυκλοφορία ηλεκτρικών οχημάτων με την επωνυμία τους.

Διάγραμμα 21. Πωλήσεις των 10 καλύτερων κατασκευαστών ΗΟ παγκοσμίως (2018)



Πηγή: InsideEVs, 2018

Έτσι, το 2009 ξεκινά η κυκλοφορία του PHEV Mitsubishi i-MiEV στην Ιαπωνία και το 2010 επεκτείνεται σε Αυστραλία και Ευρώπη. Η τιμή του ανέρχεται στα 30.000 \$ με απόσταση αυτονομίας 160 km και



σχετικά καλά ύψη πωλήσεων, περίπου 38.000 οχήματα έως το 2016. Το 2010 κυκλοφορεί το υβριδικό Chevrolet Volt και το ηλεκτρικό Nissan LEAF. Το πρώτο αποτελεί το πρώτο εμπορικό υβριδικό plug-in hybrid όχημα, το οποίο μπορεί να συνδεθεί απ' ευθείας στο δίκτυο φόρτισης, ή να λειτουργήσει με βενζίνη όταν η μπαταρία είναι σε χαμηλά επίπεδα. Από την άλλη, το Nissan LEAF αποτελεί ένα αμιγώς ηλεκτρικό όχημα που λειτουργεί αποκλειστικά με ηλεκτρική ενέργεια, η οποία του παρέχεται μέσα από τη μπαταρία ιόντων λιθίου. Μάλιστα, το 2014, το Nissan LEAF έκανε τις περισσότερες πωλήσεις παγκοσμίως στα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα, με 61.507 πωλήσεις (Cobb, 2015).

Εικόνα 8. Nissan Leaf του 2018 (Vauxford, 2018)



Πηγή: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=66139847>

Εν συνεχεία, η General Motors ακολουθώντας το ρεύμα της ηλεκτροκίνησης εισήγαγε στην αγορά το αμιγώς ηλεκτρικό μοντέλο της, το Chevrolet Bolt, το 2016-2017, στην τιμή των 37.500 \$ και με αυτονομία χιλιομέτρων στα 320 km. Άλλα σημαντικά μοντέλα που εισήχθησαν στην αγορά εκείνη την περίοδο αποτέλεσαν το Renault Zoe και το BMW i3 με αρκετά σημαντικές πωλήσεις. Ωστόσο, τη διαφορά έκανε και πάλι η Tesla το 2017, με την κυκλοφορία του νέου της μοντέλου Tesla Model 3. Η ειδοποιός διαφορά του Model 3 με τα προηγούμενα ηλεκτρικά οχήματα έγκειται αρχικά στην αύξηση της αυτονομίας στα 345 km, καθώς και στη ταυτόχρονη μείωση της τιμής πώλησης σε 35.000 \$ (αρχική τιμή πώλησης). Όπως ήταν φυσικό, οι παραγγελίες των επίδοξων αγοραστών για το Model 3 της Tesla έφτασαν τις 325.000, καθώς επρόκειτο για το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο με την πιο προσιτή τιμή πώλησης και ταυτόχρονα μεγάλης αυτονομίας.

Εικόνα 9. Tesla Model 3 (2018)



Πηγή: <https://commons.wikimedia.org/>

Τέλος, ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι ιδιοκτήτες των ΗΟ έχει να κάνει με τους σταθμούς φόρτισης, θέμα που θα αναλυθεί εκτενέστερα στην συνέχεια της εργασίας. Ιστορικά στις ΗΠΑ, έχουν επενδυθεί πολλά κεφάλαια, όχι μόνο από ιδιωτικές εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και από το κράτος, για τη δημιουργία δημόσιων εγκαταστάσεων σταθμών φόρτισης ΗΟ (Matulka, 2014). Αναλυτικότερα, περισσότεροι από 120.000 δημόσιοι σταθμοί φόρτισης, αργής, μέσης και ταχείας φόρτισης, είναι εγκατεστημένοι πλέον στις ΗΠΑ και την ίδια στιγμή πολλές επενδύσεις γίνονται στη βελτίωση της τεχνολογίας των επαναφορτιζόμενων μπαταριών των ΗΟ, έτσι ώστε να γίνουν φθηνότερες και τα βελτιωθεί η πυκνότητα της ενέργειας ως προς το βάρος και τον όγκο τους (IEA, 2018).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, η ποικιλία επιλογών για την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια και προβλέπεται να συνεχισθεί η βελτίωση στην τεχνολογία αυτή, καθώς η ζήτηση για ΗΟ αυξάνεται συνεχώς (IEA, 2018). Φυσικά, είναι επίφοβο να θεωρήσει κανείς βέβαια την ανάπτυξη των ΗΟ στα επόμενα χρόνια, ωστόσο η αναζωπύρωση του θέματος στη ηλεκτροκίνηση, σίγουρα, αποτελεί θετική εξέλιξη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η συνεχής ανάπτυξη, η έρευνα και οι επενδύσεις στη ηλεκτροκίνηση αποτελούν, εμμέσως, σημαντικούς παράγοντες βελτίωσης της ποιότητας ζωής των ανθρώπων, αλλά και του πλανήτη που τον κατοικούν.

### 1.5.2. Είδη ηλεκτρικών οχημάτων

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (EEA, European Environmental Agency, 2016), τα ηλεκτρικά οχήματα διακρίνονται σε 5 βασικές κατηγορίες:

- ❖ Τα ηλεκτρικά οχήματα με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές ηλεκτρικής ενέργειας (Battery Electric Vehicles, BEV), τα οποία κινούνται αποκλειστικά με τουλάχιστον ένα ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος λαμβάνει την ηλεκτρική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές του οχήματος. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ηλεκτρικών οχημάτων με επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές αποτελούν τα αυτοκίνητα της Tesla, το Renault ZOE, το Audi e-tron, το Volkswagen e-golf κ.α.
- ❖ Τα επαναφορτιζόμενα ηλεκτρικά οχήματα (Plug in Hybrid Electric Vehicles, PHEV), τα οποία διαθέτουν έναν ηλεκτροκινητήρα και έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης, οι οποίοι λειτουργούν μαζί ή ξεχωριστά για την κίνηση του οχήματος. Εκτός από τον εφοδιασμό τους με το συμβατικό καύσιμο του θερμικού τους κινητήρα, έχουν επιπρόσθετα τη δυνατότητα να φορτίζουν τους συσσωρευτές τους με ηλεκτρική ενέργεια απευθείας από το δίκτυο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα επαναφορτιζόμενων υβριδικών οχημάτων αποτελούν το Toyota Prius Plug-in Hybrid, το Mitsubishi Outlander P-HEV, το BMW i8 κ.α.
- ❖ Τα ηλεκτρικά οχήματα με μονάδα επέκτασης της αυτονομίας (Range Extended Electric Vehicles, REEV). Πρόκειται για BEVs, τα οποία είναι εφοδιασμένα με μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την οποία τροφοδοτούν τους συσσωρευτές τους (η/και τους ηλεκτροκινητήρες τους) όταν αυτοί εκφορτιστούν. Γενικά δεν χρησιμοποιούνται αρκετά από τους χρήστες και την αγορά.
- ❖ Τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (Hybrid electric vehicles, HEV), τα οποία συνδυάζουν μια μηχανή εσωτερικής καύσης (MEK) και έναν ηλεκτρικό κινητήρα, ο οποίος κινείται από τη συμβατική MEK με σκοπό τη φόρτιση των συσσωρευτών ή την απευθείας κίνηση του οχήματος. Σε αρκετά μοντέλα οχημάτων τα υβριδικά οχήματα αποτέλεσαν την πρώτη γενιά η οποία αντικαταστάθηκε από τα PHEVs, όπως το Toyota Prius.
- ❖ Τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου (Fuel Cells Electric Vehicles, FCEV), τα οποία κινούνται αποκλειστικά από έναν ηλεκτροκινητήρα, οποίος λαμβάνει την ηλεκτρική ενέργεια από μια συστοιχία κυψελών καυσίμου, που χρησιμοποιεί υδρογόνο από το ντεπόζιτο, σε συνδυασμό με οξυγόνο από την ατμόσφαιρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα ηλεκτρικών οχημάτων κυψελών καυσίμου αποτελούν το Toyota Mirai (2015), το Honda Clarity Fuel Cell (2017) και Hyundai Nexo (2018). Η συγκεκριμένη τεχνολογία βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο, παρουσιάζοντας ωστόσο σημαντικές βελτιώσεις και εφαρμογές σε όλα τα μεταφορικά μέσα (λεωφορεία, φορτηγά, τρένα, αεροπλάνα) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

### 1.5.3. Τεχνολογίες φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Σύμφωνα με την Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (International Electrotechnical Commission), η σύνδεση των οχημάτων στους σταθμούς φόρτισης δύναται να κατηγοριοποιηθεί στις παρακάτω περιγραφόμενες κατηγορίες:

#### ➤ Επαγωγική (ασύρματη) σύνδεση

Η σύνδεση της παροχής ενέργειας με το όχημα πραγματοποιείται μέσω επαγωγών και όχι με αγωγούς απευθείας. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται μέσω μαγνητικού πεδίου. Αυτό σημαίνει πως το μεγαλύτερο μέρος του απαραίτητου εξοπλισμού βρίσκεται εκτός του οχήματος.

Εικόνα 10. Επαγωγικός φορτιστής της BMW



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

#### ➤ Ενσύρματη σύνδεση

Η σύνδεση του οχήματος πραγματοποιείται μέσω ηλεκτροφόρων αγωγών. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης είναι ο πιο διαδεδομένος στους σημερινούς σταθμούς φόρτισης παγκοσμίως και είναι αυτός που

προτείνεται στους σταθμούς φόρτισης στο ελληνικό εθνικό οδικό δίκτυο, όπως θα δούμε και σε επόμενο κεφάλαιο.

Εικόνα 11. Ενσύρματη φόρτιση



Πηγή: <https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2019/04/30/how-states-can-overcome-the-looming-ev-charging-infrastructure-gap-new-york-maryland-michigan/#2bca868d10f2>

➤ Αντικατάσταση μπαταρίας (battery swapping)

Στα συγκεκριμένα σημεία αντικατάστασης, η αποφορτισμένη μπαταρία του ηλεκτρικού οχήματος αντικαθίσταται με μια νέα πλήρως φορτισμένη μπαταρία, χωρίς να απαιτείται παραπάνω χρόνος για την επιτόπου φόρτιση όπως στις δύο παραπάνω περιπτώσεις. Σήμερα δεν εφαρμόζεται σε κάποια χώρα αυτή η μέθοδος ανεφοδιασμού<sup>6</sup>. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η Κίνα στην οποία λειτουργούν σταθμοί αντικατάστασης συσσωρευτών για ηλεκτρικά δίκυκλα (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

---

<sup>6</sup> Σύμφωνα με τον Chau, η αντικατάσταση μπαταριών σε ειδικούς σταθμούς με τον απαραίτητο μηχανολογικό εξοπλισμό θεωρούταν αποδεκτή λύση για τη μείωση της αναμονής φόρτισης (Chau, 2014). Μάλιστα το 2010, η ισραηλινή εταιρεία Better Place ανέπτυξε ισχυρό ενδιαφέρον για τη δημιουργία ενός δικτύου σταθμών αντικατάστασης μπαταριών στο Ισραήλ, ενώ ταυτόχρονα η Tesla Motors έδειξε και αυτή ενδιαφέρον σε αυτόν τον τρόπο αντικατάστασης μπαταριών το 2012, με την ανακοίνωση του Tesla Model S, ωστόσο δίχως να έχει αναπτύξει κάποιο σταθμό αντικατάστασης μπαταριών μέχρι σήμερα. Σύμφωνα με τη Navigant Consulting (2018), η Better Place απέτυχε να αναπτύξει ένα δίκτυο σταθμών αντικατάστασης μπαταριών, λόγω του μεγάλου επενδυτικού κόστους (850 εκ. δολάρια) (Ravens, 2018). Γενικότερα εντοπίζονται πολλά εμπόδια για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων αντικατάστασης μπαταριών, κυρίως λόγω του μεγάλου κόστους του μηχανολογικού εξοπλισμού, ο οποίος περιλαμβάνει ρομποτικά συστήματα και μπαταρίες οι οποίες θα πρέπει να φορτίζονται γρήγορα. Ένα άλλο πρόβλημα στην υιοθέτηση αυτού του τρόπου ανεφοδιασμού των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ο χώρος αποθήκευσης των μπαταριών στις συγκεκριμένες εγκαταστάσεις, καθώς οι μπαταρίες των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ογκώδεις και βαριές. Συνεπώς η δημιουργία σταθμών φόρτισης κρίνεται πιο λογική και οικονομική ως λύση ανεφοδιασμού (Chau, 2014).

Εικόνα 12. Σταθμός αντικατάστασης μπαταρίας



Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Charging\\_station#/media/File:Better\\_Place\\_Charging\\_Station\\_IMG\\_6670.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Charging_station#/media/File:Better_Place_Charging_Station_IMG_6670.jpg)

➤ Electrified roads

Σε χώρες όπου τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν κάνει την εμφάνισή τους εδώ και μια δεκαετία περίπου (Νορβηγία, Σουηδία Αγγλία), έχει προταθεί από ορισμένες εταιρείες ανάπτυξης υποδομών ανεφοδιασμού ηλεκτρικών οχημάτων, η φόρτιση των συσσωρευτών κατά την κίνηση του οχήματος, ενσύρματα ή ασύρματα. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος τρόπος φόρτισης παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα ως προς την αποτελεσματικότητα της φόρτισης, καθώς σημειώνονται μεγάλες απώλειες ενέργειας, ιδιαίτερα κατά την ασύρματη φόρτιση. Η εγκατάστασή τους πραγματοποιείται σε περιφερειακές οδούς, εθνικές οδούς και αυτοκινητοδρόμους και σε μικρά τμήματα των οδών αυτών, καθώς ο συγκεκριμένος τρόπος ανεφοδιασμού βρίσκεται σε δοκιμαστικό στάδιο (The Guardian, 2018).

Εικόνα 13. Φόρτιση κατά την κίνηση του οχήματος



Πηγή: <https://newatlas.com/eroadarlanda-sweden-electric-highway/54197/>

#### 1.5.4. Επίπεδα, μέθοδοι και τύποι φόρτισης

Οι σταθμοί φόρτισης ενσύρματης σύνδεσης κατηγοριοποιούνται βάσει των κριτηρίων του επιπέδου φόρτισης, της μεθόδου φόρτισης και του τύπου του ρευματολήπτη:

α) Το **επίπεδο φόρτισης (charging level)**. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας κατηγοριοποιεί τη φόρτιση των ΗΟ ως προς το επίπεδο φόρτισης, το οποίο αναφέρεται στο επίπεδο ισχύος του σταθμού φόρτισης ή του ρευματοδότη (charging outlet).

Υπάρχουν σταθμοί φόρτισης που παρέχουν είτε AC σύνδεση (μονοφασική ή τριφασική) αλλά και σταθμοί φόρτισης με DC σύνδεση. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA, 2018) καθορίζονται 3 επίπεδα φόρτισης (levels):

- Το **επίπεδο 1 (Level 1)**, το οποίο πρόκειται ουσιαστικά για την οικιακή φόρτιση που πραγματοποιείται με συμβατικούς ρευματολήπτες, όπου η φόρτιση προσφέρεται από μονοφασική AC παροχή και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
  - 230 V AC/16 A- 3,7 kW, 8- 15 ώρες για πλήρη φόρτιση
- Το **επίπεδο 2 (Level 2)**, όπου φόρτιση δύναται να παρέχεται από **μονοφασική AC παροχή** και από **τριφασική AC παροχή** και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

---

<sup>7</sup> Οι ώρες φόρτισης που αναφέρονται είναι ενδεικτικές, καθώς υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα φόρτισης ενός ηλεκτρικού συσσωρευτή, όπως η χωρητικότητά του, η κατάσταση αποφόρτισης, το μέγιστο ποσό ισχύος φόρτισης που αντέχει, το είδος φορτιστή, περιβαλλοντικοί παράγοντες (θερμοκρασία) κ.α. (PodPoint, n.d.).

- 230 V AC/32 A - 7,4 kW, 4- 6 ώρες για πλήρη φόρτιση
- 400 V AC/16 A - 11 kW, 2- 4 ώρες για πλήρη φόρτιση
- 400 V AC/32 A - 22 kW, 1- 2 ώρες για πλήρη φόρτιση

➤ **Το επίπεδο 3 (Level 3)**, όπου η φόρτιση παρέχεται από **τριφασική AC παροχή** και από **DC παροχή συνεχούς τάσης ρεύματος** και αποτελεί το πιο γρήγορα επίπεδο φόρτισης. Έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 400 V AC/63 A - 43 kW, 30 λεπτά - 1 ώρα για πλήρη φόρτιση
- 480 V DC/125 A - 50 kW, 20 - 50 λεπτά για πλήρη φόρτιση
- Tesla Supercharger v2 : 400 V DC/300 A – 120 kW, 15 – 40 λεπτά για πλήρη φόρτιση

Πίνακας 7. Επίπεδα, τύποι και πρότυπα φόρτισης ΗΟ

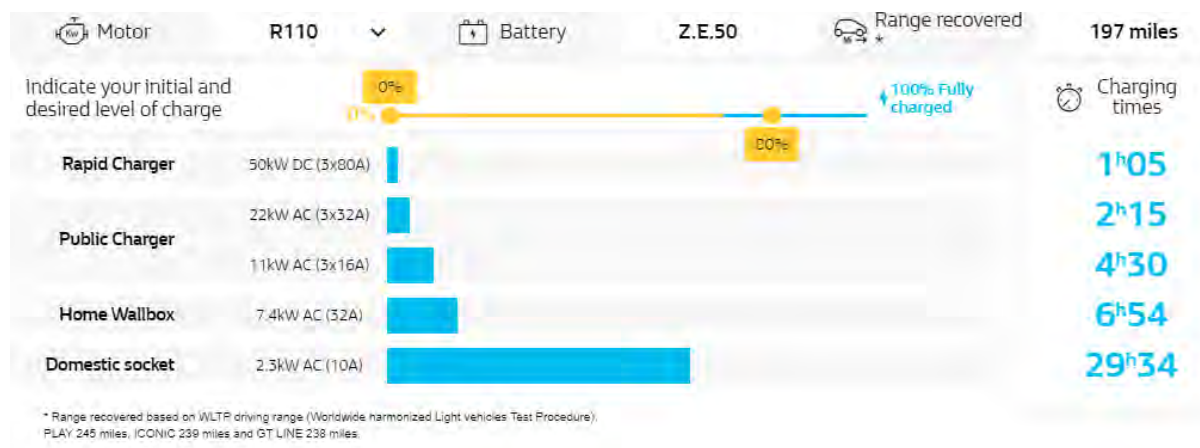
	Conventional plugs	Slow chargers		Fast chargers			
Level	Level 1	Level 2		Level 3			
Current	AC	AC		AC, triphase	DC		
Power	≤ 3.7 kW	> 3.7 kW and ≤ 22 kW	≤ 22 kW	> 22 kW and ≤ 43.5 kW	Currently < 200 kW		
Type	China	Type I	GB/T 20234 AC		GB/T 20234 DC	Tesla and CHAdeMO (IEC 62196-3 Type 4)	
	Japan	Type B	SAE J1772 Type 1	Tesla	Accepts all IEC 62196-3 standards		
	Europe	Type C/F/G	IEC 62196-2 Type 2		IEC 62196-2 Type 2		CCS Combo 2 (IEC 62196-3)
	North America	Type B; SAE J1772 Type 1	SAE J1772 Type 1	Tesla	(Under development) SAE J3068		CCS Combo 1 (SAE J1772 & IEC 62196-3)
	Australia	Type 1	IEC 62196-2 Type 2				Accepts all IEC 62196-3 standards
	Korea	Type A/C	IEC 62196-2 Type 2				CCS Combo 1 (IEC 62196-3)
	India	Type C/D/M	(Draft) IEC 60309 industrial socket (two wheelers) and IEC 62196-2 Type 2 (other vehicles)		(Draft) IEC 62196-2 Type 2		(Draft) GB/T 20234 DC (< 20 kW) and CCS Combo 2 (IEC 62196-3) (≥ 20 kW)

Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019



Χαρακτηριστικό παράδειγμα σχετικά με τις πραγματικές ώρες φόρτισης ενός αμιγώς ηλεκτρικού οχήματος, αποτελεί το παρακάτω διάγραμμα, στο οποίο απεικονίζονται η διάρκεια φόρτισης ως προς το είδος φορτιστή που χρησιμοποιείται για τη φόρτιση του 80% της μπαταρίας ενός Renault ZOE (best selling ηλεκτρικό στην Ευρώπη το 2015 και 2016) (Automotive Industry Data, 2017).

Διάγραμμα 22. Διάρκεια φόρτισης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου Renault ZOE, σε όλα επίπεδα φόρτισης (2018)



Πηγή: <https://www.renault.co.uk/electric-vehicles/zoe/battery.html>

Εικόνα 14. Renault ZOE (2019)



Πηγή: <https://traction.gr/neo-renault-zoe-me-aftonomia-390-chilometron/>

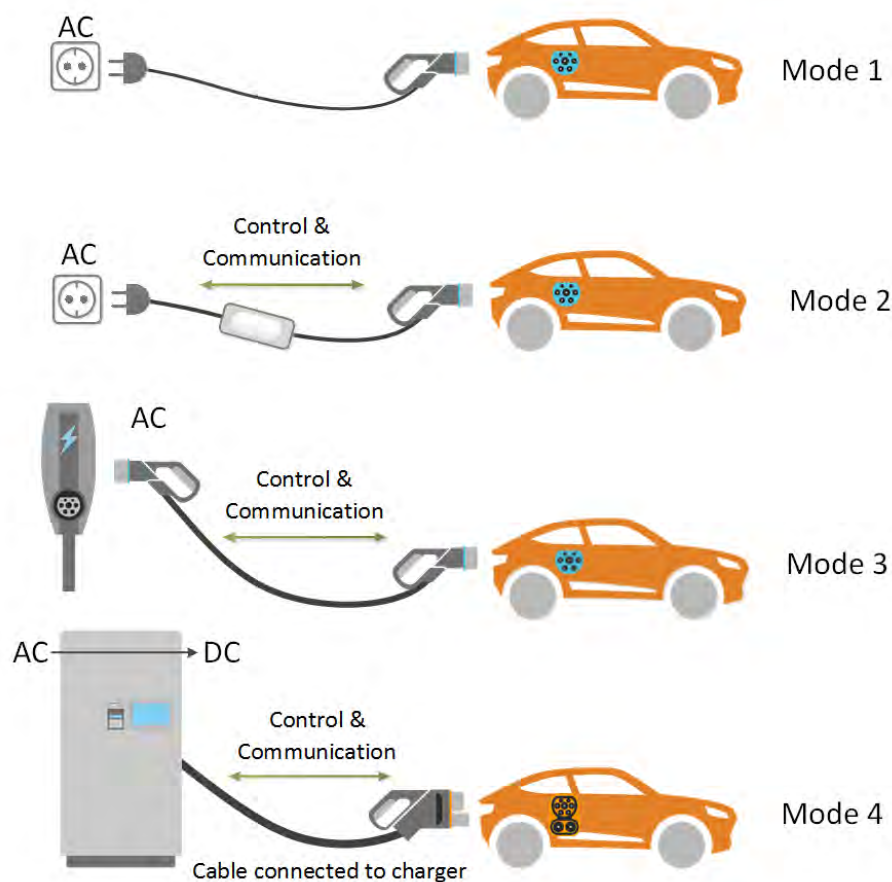
β) Η **μέθοδος φόρτισης (charging mode)**, που αναφέρεται στον τρόπο διασύνδεσης του ηλεκτρικού οχήματος με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και το επίπεδο ασφάλειας, προστασίας και επικοινωνίας μεταξύ οχήματος και σταθμού φόρτισης (Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων, 2011).

- **Μέθοδος 1 (Mode 1):** Πρόκειται για την οικιακή αργή φόρτιση με συνηθισμένο, οικιακού τύπου ρευματοδότη και το κόστος φόρτισης είναι πολύ μικρό (οικιακό τιμολόγιο). Ο

φορτιστής βρίσκεται ενσωματωμένος στο όχημα και η ισχύς δεν ξεπερνά τα 11 kW. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος δεν χρησιμοποιείται πια από τους κατασκευαστές λόγω αρκετά αργής φόρτισης και ελλιπούς προστασίας του οχήματος, ενώ σε αρκετές χώρες αυτή η μέθοδος φόρτισης θεωρείται επικίνδυνη και παράνομη λόγω ελλιπούς προστασίας του οχήματος κατά τη φόρτιση (TU Delft, n.d.).

- **Μέθοδος 2 (Mode 2):** Πρόκειται πάλι για αργή φόρτιση, όπου το ηλεκτρικό αυτοκίνητο συνδέεται σε παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος, με χρήση συνήθους οικιακού τύπου ρευματοδότη προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής μαζί με έναν αγωγό μεταβίβασης σημάτων επικοινωνίας, από το ηλεκτρικό αυτοκίνητο προς τη συσκευή ελέγχου της φόρτισης, η οποία βρίσκεται σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο του καλωδίου φόρτισης. Η ισχύς φόρτισης δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 22 kW.
- **Μέθοδος 3 (Mode 3):** Πρόκειται για φόρτιση μέσης ισχύος (επιπέδου 2), όπου το ηλεκτρικό αυτοκίνητο συνδέεται σε παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος με αξιοποίηση ειδικής μόνιμης ηλεκτρικής παροχής, όπου συνδέεται ο αγωγός σημάτων επικοινωνίας. Η ισχύς της φόρτισης δεν ξεπερνά τα 43,5 kW.
- **Μέθοδος 4 (Mode 4):** Πρόκειται για ταχεία και υπερταχεία φόρτιση με συνεχές ρεύμα και άμεση σύνδεση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου με το δίκτυο ηλεκτρικής παροχής, δια μέσου συσκευής φορτιστή ο οποίος δεν είναι τοποθετημένος επί του αυτοκινήτου, αλλά βρίσκεται εκτός αυτού και είναι μόνιμα συνδεδεμένος με το δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων, 2011). Η ισχύς φόρτισης ξεπερνά τα 40 kW και δύναται να φτάσει τα 400 kW (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Εικόνα 15. Μέθοδοι φόρτισης ΗΟ



Πηγή: TU Delft, n.d.

γ) Ο τύπος του σταθμού φόρτισης ή του ρευματολήπτη του οχήματος (type of a charging station or vehicle inlet), που περιγράφει το φικς (plug) που χρησιμοποιείται (Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων, 2011). Στην ουσία πρόκειται για μια κατηγοριοποίηση ανάλογα με το πρότυπο φόρτισης που χρησιμοποιεί η εκάστοτε γεωγραφική περιοχή (ΗΠΑ, Ευρώπη, Κίνα) και είναι οι εξής:

- **Ο Τύπος 1 (Yazaki, SAE J1772-2009)**, ο οποίος αντιστοιχεί στο πρότυπο **SAE J1772** διαθέτει 5 ακροδέκτες και χρησιμοποιείται προς την πλευρά του αυτοκινήτου για αγωγή φόρτιση εναλλασσόμενου ρεύματος, μονοφασική μέχρι 240 Βολτ με ένταση μέχρι 32 Αμπέρ και χρησιμοποιείται κυρίως στη Βόρεια Αμερική.
- **Ο Τύπος 2 (Mennekes, IEC 62196-2)**, ο οποίος αντιστοιχεί πρότυπο **IEC 62196-2**, διαθέτει 7 ακροδέκτες και χρησιμοποιείται τόσο προς την πλευρά του αυτοκινήτου όσο και προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής για αγωγή φόρτιση εναλλασσόμενου ρεύματος μονοφασική μέχρι 240 Βολτ, όπως και για τριφασική 380 – 480 Βολτ.
















- **Ο Τύπος 3 (EV Plug Alliance)**, ο οποίος επέτρεπε την αργή φόρτιση σε Ιταλία και Γαλλία. Δεν χρησιμοποιείται από το 2012.
- **Ο Τύπος 4 (Chademo)**, ο οποίος επιτρέπει τη γρήγορη φόρτισή συνεχούς ρεύματος σε Ιαπωνία και Ευρώπη.
- **Ο Τύπος CCS (Combined Charging System, Combo 1 και Combo 2)**, ο οποίος αποτελεί τύπο ρευματολήπτη της Βόρειας Αμερικής (Combo 1) και της Ευρώπης (Combo 2) και επεκτείνει τον Τύπο 1 και Τύπο 2 με ενισχυμένο φως 2 ακροδεκτών συνεχούς ρεύματος, γρήγορης φόρτισης.
- **Ο Tesla Charger**, ο οποίος παρέχει διεθνώς αργή και κανονική φόρτιση για τα οχήματα της Tesla.
- **Ο Tesla Supercharger**, ο οποίος παρέχει γρήγορη φόρτιση για τα οχήματα της Tesla διεθνώς.
- **Ο Τύπος GB/T**, ο οποίος αποτελεί τύπο ρευματολήπτη ο οποίος χρησιμοποιείται στην Κίνα για αργή και κανονική φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, σύμφωνα με το πρότυπο **GB/T 20234 AC** και για γρήγορη φόρτιση, σύμφωνα με το πρότυπο **GB/T 20234 DC** (Spöttle, et al., 2018; Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων, 2011; International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Εικόνα 16. Τύποι υποδοχέων ρευματοληπτών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων



Πηγή: <https://evcharging.enelx.com/eu/about/news/blog/552-ev-charging-connector-types>

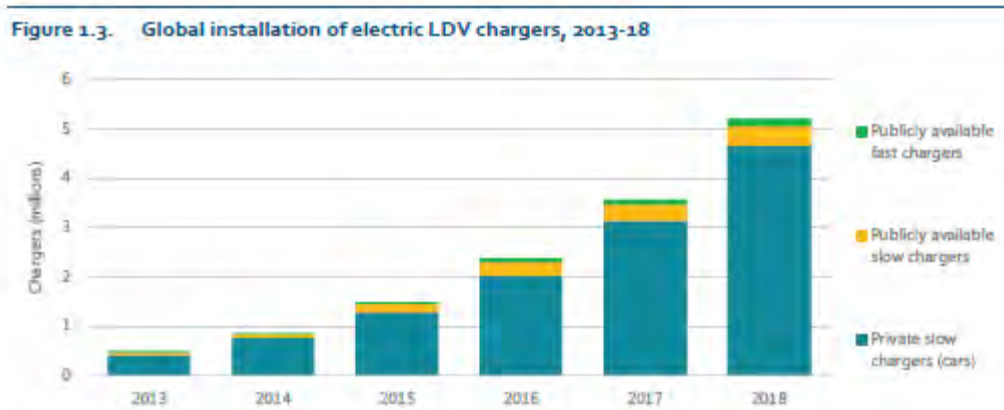
Εικόνα 17. Τύποι και μέθοδοι φόρτισης ΗΟ σε ΗΠΑ, Ιαπωνία, Ευρώπη και Κίνα

			
Charging mode	Type 1	Type 2	GB/T Standard
<b>AC charging</b>			
Mode 2			
Mode 3 case b			
Mode 3 case c			
<b>DC charging</b>			
Mode 4			

Πηγή: <https://hackaday.io/project/166859-prism/log/166424-ev-charging-basics>

Αξίζει να σημειωθεί πως περίπου 5,2 εκ. σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων είναι εγκατεστημένοι στον κόσμο, με την πλειονότητα αυτών να αποτελούν ιδιωτικούς σταθμούς φόρτισης χαμηλής ισχύος (οικιακοί φορτιστές) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Διάγραμμα 23. Σταθμοί φόρτισης ΗΟ διεθνώς (2013-2018)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

### **Ανταγωνισμός στα είδη DC ταχυφορτιστών CCS Combo 2 (CCS2)- Chademo- Tesla supercharger**

Είναι σημαντικό να διατυπωθεί πως ένα από τα πιο ιδιαίτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι χρήστες ηλεκτρικών οχημάτων, αποτελεί η εύρεση φορτιστή με τον κατάλληλο ρευματολήπτη, ώστε να μπορέσουν να φορτίσουν γρήγορα το όχημά τους. Η ύπαρξη πολλών προτύπων γρήγορης φόρτισης αποτελεί πρόβλημα τόσο για τον χρήστη, όσο και για την εταιρεία εγκατάστασης του σταθμού, έχοντας ως αποτέλεσμα να εγκαθίστανται σταθμοί φόρτισης με 2 τουλάχιστον διαφορετικούς ρευματολήπτες, οι οποίοι προφέρουν ίσες τιμές ισχύος (CCS2 50 kW, Chademo 50kW). Για αυτόν τον λόγο, στη φόρτιση με συνεχές ρεύμα (ταχεία φόρτιση) προωθείται ο ρευματολήπτης CCS2, ο οποίος προβλέπεται να γίνει ο μοναδικός ρευματολήπτης ταχείας φόρτισης, αντικαθιστώντας το ρευματολήπτη συνεχούς ρεύματος Chademo, καθώς ο CCS2 προωθείται από τη αγορά της Αμερικής. Συγκεκριμένα, η Tesla προσφέρει τα ηλεκτρικά της οχήματα στην Ευρώπη με υποδοχέα ρευματολήπτη Τύπου 2, συνεχούς φόρτισης, στα πλαίσια συμμόρφωσης με τη νομοθεσία της ΕΕ για ενιαίο φως φόρτισης (European Commission, EU launches clean fuel strategy , 2013). Παρ' όλα αυτά, ο ανταγωνισμός του CCS2 και της Tesla από τα πρότυπα Chademo και GB/T της Ασίας συνεχίζεται από αυτές τις αγορές, κυρίως εξ αιτίας του ίδιου ανταγωνισμού των αυτοκινητοβιομηχανιών που υποστηρίζουν τα εκάστοτε πρότυπα. Συγκεκριμένα, το πρότυπο CCS2 υποστηρίζεται από αυτοκινητοβιομηχανίες των ΗΠΑ και της Γερμανίας όπως η General Motors, η Ford, η Volkswagen/Audi, η BMW και η Daimler, ενώ το πρότυπο Chademo υποστηρίζεται από Ιαπωνικές και Γαλλικές αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η Nissan, η Mitsubishi, η Honda και η Peugeot (Spöttle, et al., 2018).

Εικόνα 18. Ρευματολήπτες Chademo (πάνω) και CCS Combo 2 (κάτω)



Πηγή: [https://www.greencarreports.com/news/1124639\\_chademo-fast-charging-stations-still-outnumber-ccs-ones](https://www.greencarreports.com/news/1124639_chademo-fast-charging-stations-still-outnumber-ccs-ones)

Έτσι, η Tesla, αν και παρέχει το δικό της δίκτυο φόρτισης με αποκλειστικά δικούς της ρευματολήπτες στη Βόρεια Αμερική, στην Ευρώπη έχει υιοθετήσει το πρότυπο IEC 62496-2, χρησιμοποιώντας ένα ρευματολήπτη συνεχούς ρεύματος Τύπου 2 για τη φόρτιση των Model S/X και ρευματολήπτη CCS2 για τη φόρτιση του Model 3.

Εικόνα 19. Ρευματολήπτης ταχείας φόρτισης Tesla Model S/X και Tesla Model 3 στην ΕΕ (αριστερή εικόνα) και ρευματολήπτης Tesla Model S/X στην ΕΕ και στη Βόρεια Αμερική (δεξιά εικόνα)



Πηγή: Paul Sladen, 2019

Επιπρόσθετα, στο πλαίσιο της διασυνδεσιμότητας των ρευματοληπτών, τα αυτοκίνητα της Tesla δύνανται να φορτίζουν σύμφωνα με τα υπόλοιπα πρότυπα συνεχούς φόρτισης με τη βοήθεια ενός αντάπτορα από Chademo, CCS ή type 2 σε ρευματολήπτη Tesla. Η ταχυφόρτιση δεν υπερβαίνει τα 50 kW κι έτσι τα αυτοκίνητα της Tesla μπορούν να φορτίζονται από φορτιστές προτύπων Chademo και CCS, φυσικά με περισσότερη αναμονή για φόρτιση. Ωστόσο, οι ταχυφορτιστές Tesla (Superchargers) δεν επιτρέπεται και δεν μπορούν να φορτίσουν αυτοκίνητα άλλων αυτοκινητοβιομηχανιών, καθώς η

πολύ μεγαλύτερη ισχύς των φορτιστών Tesla ενδέχεται να μειώσει την απόδοση ή και να δημιουργήσει προβλήματα στην εκάστοτε μπαταρία του ΗΟ, ακόμη και στους κύκλους φόρτισης (ChargeHub, 2019).

Εικόνα 20. Αντάπτορας Chademo σε Tesla (αριστερά)/αντάπτορας CCS2 σε Type 2 (Tesla) (δεξιά)



Πηγή: <https://shop.tesla.com/product/chademo-adapter>



Πηγή: <https://www.electrek.co/2019/05/07/tesla-ccs-adapter-model-s-x-retrofits/#>

Αξίζει αν σημειωθεί πως δεν υπάρχει αντάπτορας CCS σε Chademo (ή το αντίστροφο), καταδεικνύοντας τον ανταγωνισμό των δύο προτύπων ταχυφόρτισης. Παρ' όλα αυτά, κρίνεται απαραίτητη η συνεργασία των δύο εταιρειών για τη δημιουργία κοινού βύσματος ταχυφόρτισης ή τουλάχιστον της επικράτησης του ενός, καθώς η ύπαρξη πολλών τύπων βυσμάτων μόνο σύγχυση προκαλεί στους χρήστες και τη βιομηχανία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα (προς αποφυγή) αποτελεί η προ 10ετίας ύπαρξη υπερβολικά πολλών διαφορετικών βυσμάτων φορτιστών κινητών τηλεφώνων, όπου κάθε εταιρεία παρείχε φορτιστές με διαφορετικό βύσμα για την εκάστοτε εταιρεία κινητού τηλεφώνου. Η ως άνω σύγχυση καταδεικνύει επίσης και τα πρώιμα προβλήματα που καλούνται να λύσουν οι αυτοκινητοβιομηχανίες σε συνεργασία με τα διάφορα πρότυπα ταχείας και υπερταχείας φόρτισης ΗΟ που επικρατούν ανά χώρα, έχοντας ως προσωρινή λύση την κατασκευή ηλεκτρικών αυτοκινήτων με 2 διαφορετικές υποδοχές φόρτισης (Gaton, 2018).



Εικόνα 21. Υποδοχείς φόρτισης Chademo και Type 2 σε Nissan Leaf (2018)

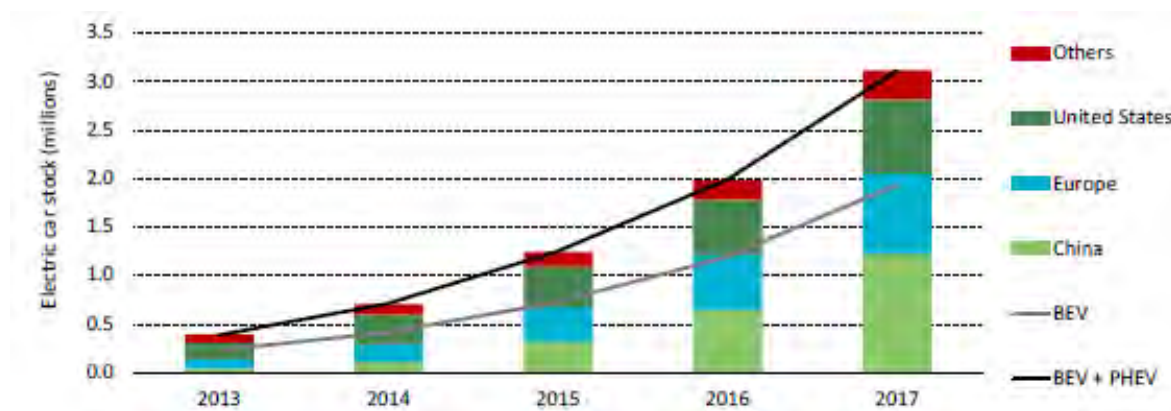


Πηγή: Gatton, 2018

## 1.6. Εξελίξεις στην ηλεκτροκίνηση

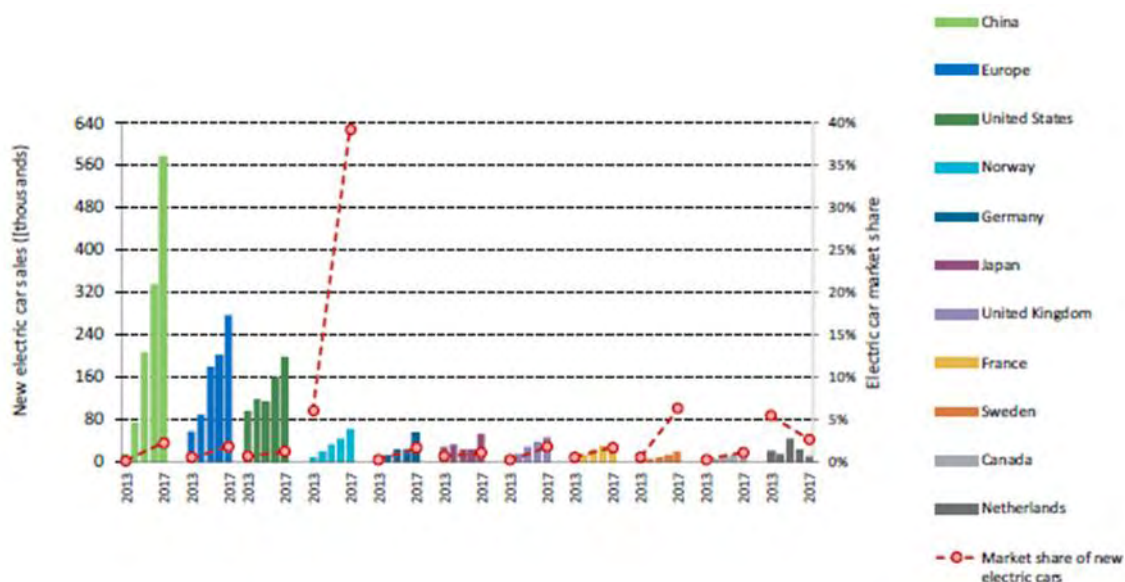
Λαμβάνοντας υπόψιν και τις παγκόσμιες τάσεις της αυτοκίνησης στην προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων, εύκολα παρατηρεί κανείς πως η διείσδυσή τους στην παγκόσμια αγορά είναι ραγδαία, ειδικά τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα οι πωλήσεις νέων ηλεκτρικών οχημάτων αυξήθηκαν κατακόρυφα την τετραετία 2013-2017 σε παγκόσμια κλίμακα, με τις περισσότερες πωλήσεις να εντοπίζονται στην Κίνα (περί τις 570.000 πωλήσεις), ενώ στη Νορβηγία το μερίδιο αγοράς νέων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στα επιβατικά οχήματα εκτινάχθηκε στο 39% το 2017, παρουσιάζοντας αύξηση της τάξεως 33%, σε σύγκριση με το αντίστοιχο μερίδιο αγοράς το 2013 (6%). Φυσικό αποτέλεσμα αυτών των εξελίξεων αποτελεί η αύξηση των κυκλοφορούντων ηλεκτρικών αυτοκινήτων διεθνώς, σε 2 εκατομμύρια, ενώ μαζί με τα υβριδικά οχήματα, ο αριθμός ξεπερνά τα 3 εκατομμύρια ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων σε παγκόσμια κλίμακα (IEA, 2018).

Διάγραμμα 24. Παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων (2013-2017)



Πηγή: Global EV Outlook, 2018

Διάγραμμα 25. Παγκόσμιες πωλήσεις και μερίδιο αγοράς των ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων (2013-2017)



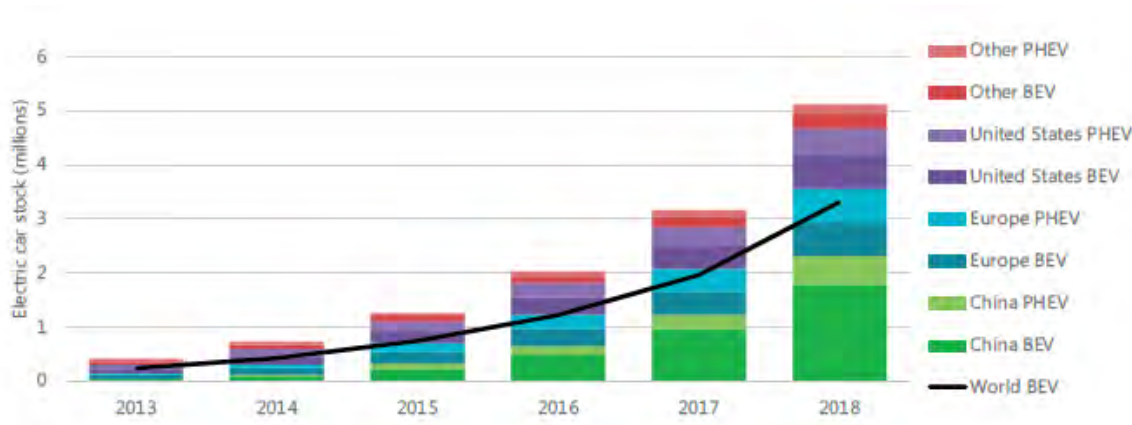
Πηγή: Global EV Outlook, 2018

Στην πιο πρόσφατη μελέτη του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας, ο συνολικός αριθμός ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων παγκοσμίως ξεπερνά τα 5,1 εκ. το 2018, με ποσοστό αύξησης 63% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Η Κίνα κατέχει το 45% των ηλεκτρικών οχημάτων διεθνώς, ενώ η Νορβηγία<sup>8</sup> συνεχίζει να αποτελεί τη μεγαλύτερη αναδυόμενη αγορά ηλεκτρικών οχημάτων στον κόσμο, κατέχοντας το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς νέων ηλεκτρικών οχημάτων (46%) και το μεγαλύτερο

<sup>8</sup> Τόσο στο μερίδιο πωλήσεων, όσο και στο απόθεμα των ηλεκτρικών οχημάτων στη Νορβηγία, δε λαμβάνονται υπόψιν τα μεταχειρισμένα εισαγόμενα ηλεκτρικά οχήματα (20% των πωλήσεων), καθώς παρουσιάζονται δυσκολίες στην καταγραφή των οχημάτων. Γενικά, η Νορβηγία αποτελεί πρόκληση για τους κατασκευαστές ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων, προκειμένου να καλύψουν την υψηλή ζήτηση (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

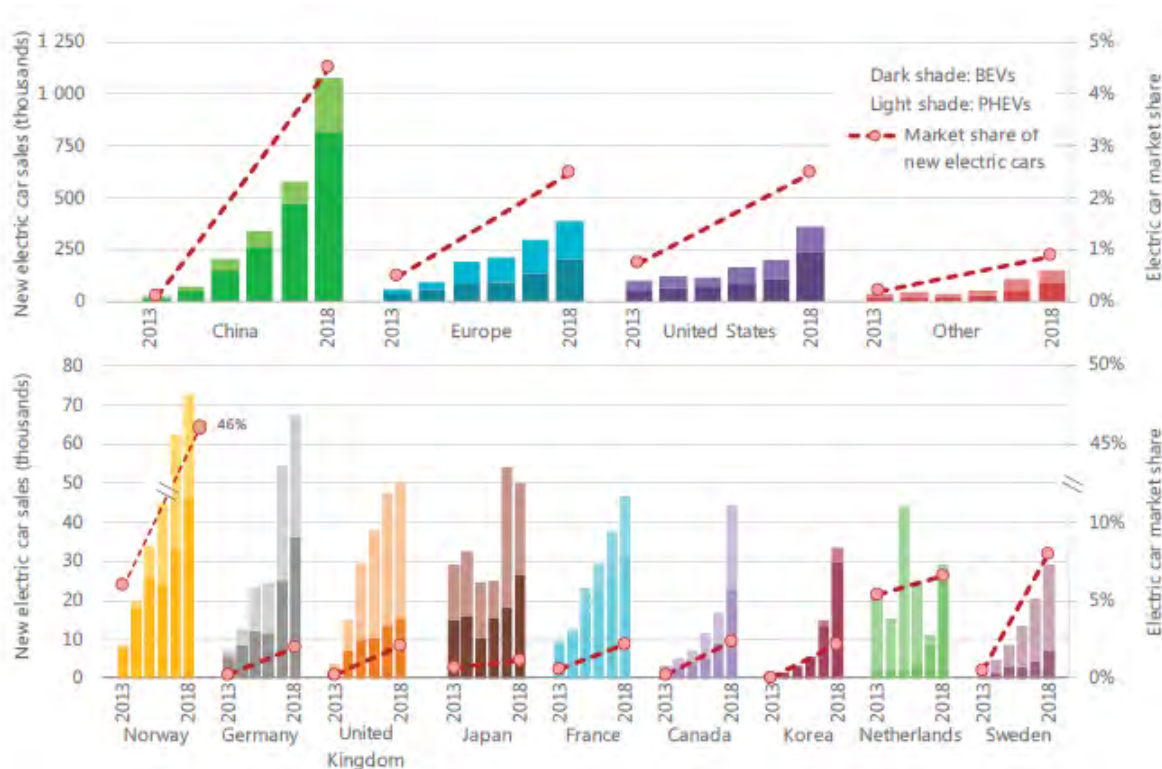
μερίδιο κυκλοφορούντων ηλεκτρικών οχημάτων στη χώρα (10%) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Διάγραμμα 26. Παγκόσμιο απόθεμα ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων (2013- 2018)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

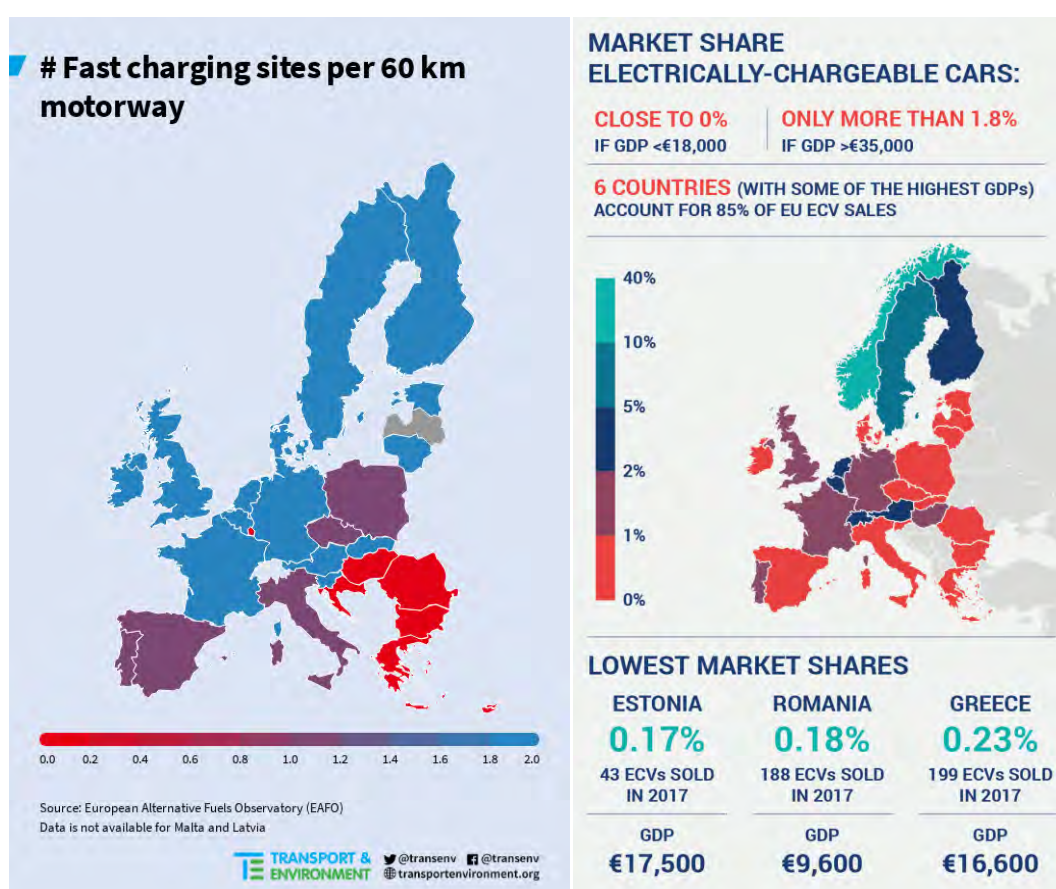
Διάγραμμα 27. Πωλήσεις ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων και μερίδια πωλήσεων νέων οχημάτων διεθνώς (2013-2018)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Όσον αφορά στην Ευρώπη, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος και τους χάρτες που ακολουθούν, παρατηρείται το έντονο χάσμα της ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης μεταξύ των χωρών της βόρειας-κεντρικής Ευρώπης και των χωρών των Βαλκανίων. Συγκεκριμένα, εντοπίζεται για το 2017 πως ο αριθμός των σημείων φόρτισης σε αυτοκινητοδρόμους ανά 60 Km δεν ξεπερνούσε τους 0,2 στα Βαλκάνια. Στην ίδια περίοδο, τα μεγαλύτερα ποσοστά διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά εντοπίζονταν στις σκανδιναβικές χώρες και στις χώρες της βόρειας Ευρώπης, ενώ τα μικρότερα ποσοστά εντοπίζονταν στις χώρες της Ελλάδας, της Ρουμανίας και της Εσθονίας (European Environment Agency, 2018).

Χάρτης 3. Σημεία ταχείας φόρτισης ΗΟ στους αυτοκινητοδρόμους της Ευρώπης ανά 60 km και μερίδιο αγοράς ΗΟ ανά χώρα (2017)



Πηγή: Transport & Environment, 2018

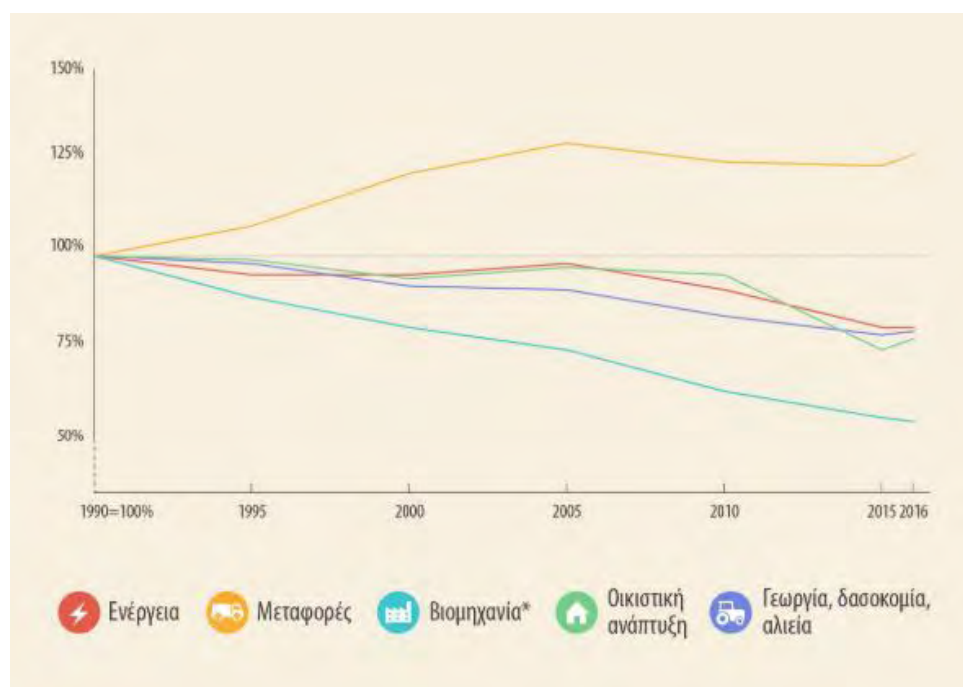
Στην Ελλάδα, οι σταθμοί ταχείας φόρτισης στους αυτοκινητοδρόμους έκαναν την πρώτη τους εμφάνιση το 2018. Αναλυτικότερα, η σουηδική εταιρεία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού ABB σε συνεργασία με τις εταιρείες εμπορίας καυσίμων AVIN, Coral & EKO και τους ΣΕΑ Εθνικών Οδών, εγκατέστησε σε όλους τους ΣΕΑ της Ιόνιας Οδού καθώς και στους ΣΕΑ Ψαθόπυργου στην Ολύμπια Οδό φορτιστές Terra 54 CJG, οι οποίοι δύνανται να φορτίζουν με όλα τα πρωτόκολλα φόρτισης (Chademo, CCS και AC) έως 50 kW, διαθέτοντας τρεις ρευματολήπτες με δυνατότητα παράλληλης

φόρτισης (ABB, 2018). Από τότε δεν έχουν ανακοινωθεί ή εγκατασταθεί νέοι σταθμοί ταχείας φόρτισης στη χώρα<sup>9</sup>.

Ένας από τους βασικότερους λόγους αυτής της προώθησης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αποτελεί η μεγάλη ποσότητα εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων και συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, που προκαλεί η χρήση των ορυκτών καυσίμων στις οδικές μεταφορές (21% εκ των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ΕΕ) (European Commission, Road transport: Reducing CO<sub>2</sub> emissions from vehicles, 2016)

Ταυτόχρονα, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα, οι μεταφορές αποτελούν τον μοναδικό τομέα, του οποίου οι εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι αισθητά αυξημένες (+31%) σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 και σε σύγκριση με του υπολοίπους βασικούς τομείς παραγωγής CO<sub>2</sub>, οι οποίοι έχουν μειώσει αυτά τα ποσοστά, με πρωτοπόρο τη βιομηχανία (-42%) (EEA, European Environmental Agency, 2016).

Διάγραμμα 28. Εξέλιξη εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά τομέα στην ΕΕ (1990- 2016)

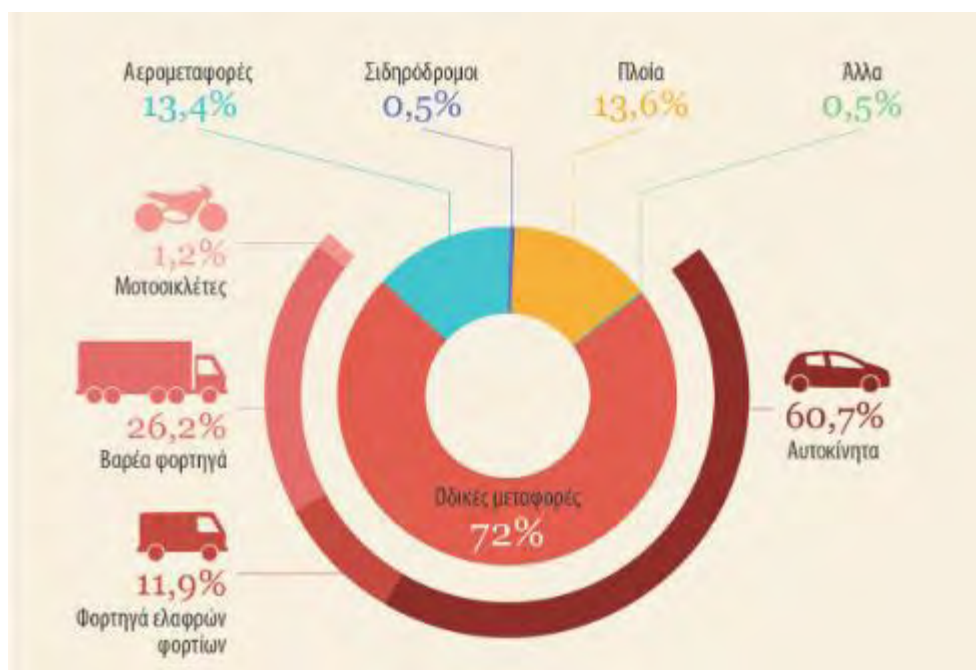


Πηγή: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12>

<sup>9</sup> Η Tesla έχει προτείνει πέντε σημεία ταχείας φόρτισης (superchargers) στις πόλεις των Ιωαννίνων, Θεσσαλονίκης, Λαμίας, Αθήνας και Σπάρτης, δίχως ωστόσο να υπάρχει συγκεκριμένος προγραμματισμός (Tesla, 2019).

Ειδικότερα, οι οδικές μεταφορές ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών CO<sub>2</sub> στις μεταφορές με ποσοστό 72% στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ακολουθούν οι αερομεταφορές με ποσοστό 13,4% και οι ακτοπλοϊκές μεταφορές στο 13,6% (ΕΕΑ, European Environmental Agency, 2016).

Διάγραμμα 29. Κατανομή εκπομπών CO<sub>2</sub> στις μεταφορές στην ΕΕ (2016)



Πηγή: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12>

Υπό το πρίσμα αυτό κρίνεται ζωτικής σημασίας η ανάπτυξη ενός δικτύου φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο εθνικό οδικό δίκτυο και η γενικότερη εισαγωγή της ελληνικής πραγματικότητας στην ηλεκτροκίνηση, σε αυτήν την εναλλακτική τεχνολογία μετακινήσεων ανθρώπων, αγαθών και υπηρεσιών, πάρα τη σχεδόν μηδαμινή, μέχρι στιγμής, υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης στη χώρα. Εν έτει 2019 και εν μέσω των διαρκώς μεταβαλλόμενων τεχνολογικών εξελίξεων και της ραγδαίας αύξησης της κινητικότητας μέσω οχημάτων ιδιωτικής και δημόσιας χρήσης, που επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα ζωής όλων των ανθρώπων σε πολλούς τομείς, όπως το ενεργειακό κόστος και την ρύπανση του αέρα, καθίσταται δόκιμη η προσαρμογή όλων των χωρών σε αυτές τις εξελίξεις, σε όποιο βαθμό αυτή είναι δυνατή, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βιωσιμότητα στις μεταφορές.

## 1.7. Οικονομική προσέγγιση (Total cost of ownership)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην εισαγωγή, το κόστος αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος θεωρείται ακόμη ιδιαίτερα υψηλό, αν και οι τιμές παρουσιάζουν βαθμιαία πτωτική πορεία με την ολοένα και εντονότερη παρουσία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην αγορά. Αν εξαιρέσει κανείς αυτό το γεγονός, θα παρατηρήσει πως τα λειτουργικά κόστη και τα κόστη συντήρησης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι μηδαμικά σε σχέση με αυτά των αυτοκινήτων με ΜΕΚ, καθώς τα κινητά μέρη ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι σημαντικά λιγότερα και συνεπώς δεν υπάρχουν τριβές, οπότε δεν απαιτείται πολυδάπανη συντήρηση, ενώ το κόστος ανεφοδιασμού/φόρτισης είναι σημαντικά μικρότερο σε σύγκριση με αυτό των ορυκτών καυσίμων<sup>10</sup> (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019). Εντούτοις, το υψηλό κόστος αγοράς αποτελεί τροχοπέδη για την ανάπτυξη της αγοράς ΗΟ, ενώ συνδέεται άμεσα με το κόστος των συσσωρευτών των ΗΟ, καθώς, όπως θα δούμε και παρακάτω, ο ηλεκτροχημικός συσσωρευτής κοστίζει σχεδόν το μισό του συνολικού κόστους ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας και με την εφαρμογή συγκεκριμένων παραδοχών<sup>11</sup>, η αγορά ενός μικρού ηλεκτρικού αυτοκινήτου δύναται να συμφέρει οικονομικά το χρήστη, υπό την προϋπόθεσή πως το κόστος του συσσωρευτή δε θα υπερβεί τα 150 \$/kWh. Όσον αφορά σε ένα μεγάλο (SUV) ηλεκτρικό αυτοκίνητο, το κόστος ιδιοκτησίας ανά χιλιόμετρο είναι μικρότερο από όλα τα είδη ΗΟ, μόνο υπό την προϋπόθεση ότι το κόστος της μπαταρίας δεν ξεπερνά τα 110 \$/kWh. Η διαφορά της τιμής οφείλεται στο γεγονός ότι οι, μικρής χωρητικότητας, συσσωρευτές έχουν μεγαλύτερά σταθερά κόστη σε σχέση με τους μεγάλης χωρητικότητας συσσωρευτές (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

---

<sup>10</sup> Με μέση κατανάλωση 20 kWh/100 km και χρέωση φόρτισης 0,25 €/λεπτό και 2,5 €/ φόρτιση το κόστος ανεφοδιασμού του 80% (1 ώρα περίπου) της μπαταρίας ενός ΗΟ Renault Zoe (110 kW) σε σταθμό ταχείας φόρτισης στην Ελλάδα είναι 17,5 € για αυτονομία 320 km, ενώ το κόστος για ενός συμβατικού βενζινοκίνητου οχήματος Renault Megane (120 kW/165 hp) είναι 64 € (ντεπόζιτο 40 l ή 80% των 50 l\*1,6 €/l κόστος βενζίνης) για αυτονομία 550 km (Automotive Industry Data, 2017; Renault, 2017).

<sup>11</sup> Τα συμπεράσματα αυτά προέκυψαν με την εφαρμογή των εξής παραδοχών:

Περίοδος χρήσης αυτοκινήτου: 4 έτη

Ετήσια χιλιομετρική κίνηση: 12.000 km

Κατανάλωση καυσίμου αυτοκινήτου ΜΕΚ: 6,8 l/100 km

Κατανάλωση καυσίμου υβριδικού αυτοκινήτου: 5,1 l/100 km

Κατανάλωση καυσίμου μικρού ηλεκτρικού αυτοκινήτου: 19 kWh/100 km (ή 1,9 l/100 km)

Κατανάλωση καυσίμου μεγάλου (SUV) ηλεκτρικού αυτοκινήτου: 20 kWh/100 km (ή 2 l/100 km)

Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 0,13 \$/kWh (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019)

Διάγραμμα 30. Σύγκριση συνολικού κόστους ιδιοκτησίας συμβατικού, υβριδικού και ηλεκτρικού οχήματος (2019)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα, καταδεικνύεται πως η σταδιακή μείωση του κόστους των συσσωρευτών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων πρόκειται να μειώσει σημαντικά το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας ενός ΗΟ, ενώ ταυτόχρονα οι τιμές των ορυκτών καύσιμων αυξάνονται συνεχώς, αυξάνοντας το κόστος ιδιοκτησίας των συμβατικών αυτοκινήτων. Επιπλέον, όπως θα δούμε και στη συνέχεια του κεφαλαίου, οι συνολικές επενδύσεις των κατασκευαστών ηλεκτροχημικών συσσωρευτών σε νέα εργοστάσια θα συμβάλλουν δραστικά στη μείωση του τελικού κόστους των συσσωρευτών και συνεπώς του ηλεκτρικού οχήματος, καθώς θα επιτευχθούν οικονομίες κλίμακας (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).



## 1.8. Περιβαλλοντική προσέγγιση (Well to wheel analysis)

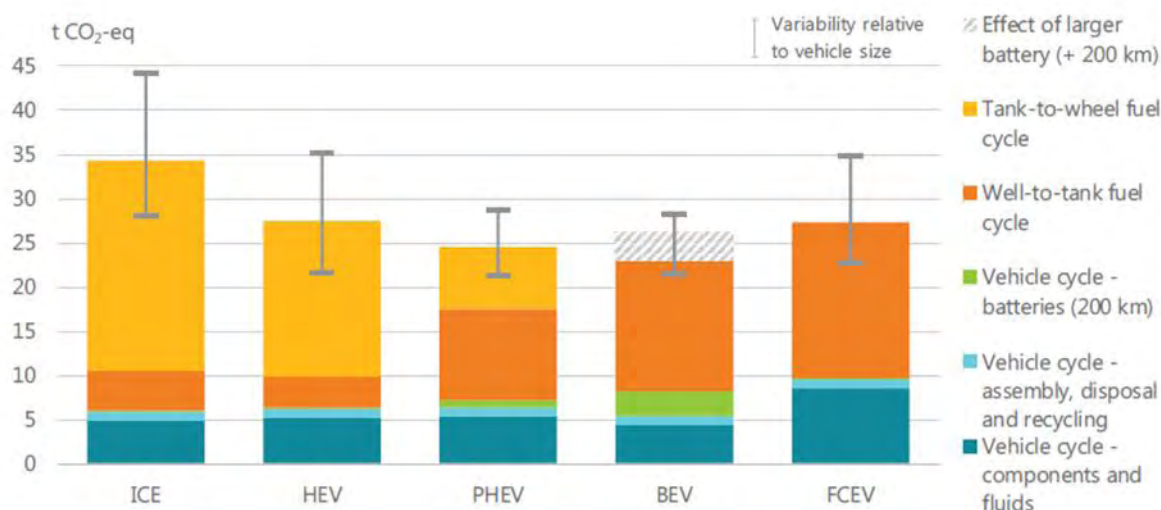
Παρά το γεγονός πως τα ΗΟ ανήκουν στα πράσινα μέσα μεταφοράς, καθώς δεν παράγουν αέριους ρύπους κατά την κίνησή τους, η παραγωγή αυτών δεν συντελείται απαραίτητα από πράσινες μορφές ενέργειας. Για αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό να εξετάσουμε τις εκπομπές CO<sub>2</sub> ενός ηλεκτρικού οχήματος σε σύγκριση με ένα συμβατικό, στη βάση κύκλου ζωής του οχήματος, ως προς την έκλυση εκπομπών CO<sub>2</sub> σε όλα τα στάδια, από την παραγωγή του οχήματος και του καυσίμου που καταναλώνει, μέχρι την κατανάλωση του καυσίμου, την παραγωγή των συσσωρευτών και τη διαδικασία ανακύκλωσης του οχήματος.

Μια ανάλυση του κύκλου ζωής των οχημάτων που χρησιμοποιείται ευρέως για τη σύγκριση εκπομπών CO<sub>2</sub> μεταξύ ηλεκτροκίνητων και συμβατικών οχημάτων αποτελεί η Well to wheel analysis.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας διακρίνεται σε 4 βασικά τμήματα:

- Well-to-Tank (WTT): πρόκειται για τις εκπομπές που εκλύονται κατά την παραγωγή του καυσίμου ή του ηλεκτρισμού,
- Tank-to-Wheel (TTW): πρόκειται για τις εκπομπές που εκλύονται κατά την κίνηση του οχήματος από την καύση του καυσίμου,
- Τις εκπομπές από τη διαδικασία συναρμολόγησης και ανακύκλωσης του οχήματος,
- Τις εκπομπές από τη διαδικασία παραγωγής της μπαταρίας, του κινητήρα και των λοιπών ηλεκτρονικών συστημάτων (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Διάγραμμα 31. Σύγκριση κύκλου ζωής εκπομπών CO<sub>2</sub> των ηλεκτρικών οχημάτων με οχήματα MEK (2018)<sup>12</sup>



IEA 2019. All rights reserved.

Notes: This figure portrays mid-size vehicles having similar performance with the exception of driving range. The BEV refers to a vehicle with 200 km range, the addition of the shaded area refers to a vehicle with 400 km range. The ranges suggested by the sensitivity bars represent the case of small cars (lower bound) and of large cars (upper bound) – for BEVs, the lower bound of the sensitivity bar represents a small car with a 200 km range, and the upper bound represents a large car with a 400 km range. The carbon intensity of the electricity mix is assumed equal to the global average (518 g CO<sub>2</sub>/kWh). FCEVs are assumed to rely entirely on hydrogen produced from steam methane reforming. Other assumptions used to develop this figure are outlined in the Chapter 4 of the *Global EV Outlook 2019*, focused on life-cycle GHG emissions.

Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

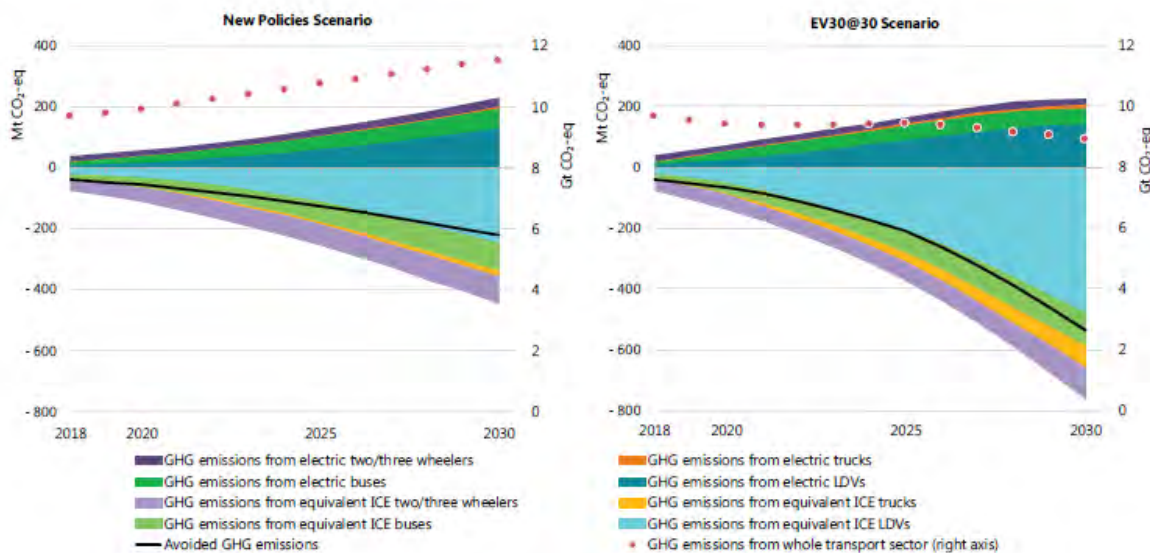
Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, οι περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> για τα οχήματα με MEK παράγονται κατά το στάδιο TTW, ενώ για τα ηλεκτρικά οχήματα και τα οχήματα κυψελών καυσίμου οι περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> παράγονται κατά το στάδιο WTT (εκπομπές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και υδρογόνου αντίστοιχα). Τέλος, παρατηρείται πως τα ηλεκτρικά οχήματα όλων των ειδών εκλύουν συνολικά λιγότερες ποσότητες CO<sub>2</sub>, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα οχήματα διαφορετικού καυσίμου, με το αμιγώς ηλεκτρικό όχημα να εκλύει μόλις 23 t CO<sub>2</sub>, ενώ το όχημα με MEK εκλύει τις περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα (34 t CO<sub>2</sub> ή 32% περισσότερες εκπομπές από το ηλεκτρικό όχημα) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

<sup>12</sup> Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας εφάρμοσε την παραπάνω συγκριτική ανάλυση κύκλου ζωής με τη εφαρμογή των εξής παραδοχών:

- Ισχύς κινητήρα: 110 kW
- Μέγεθος μπαταρίας: 38 kWh (αυτονομία 200 km)
- Χημεία μπαταρίας: NMC111
- Ετήσια χιλιομετρική κίνηση: 15.000 Km
- Περίοδος χρήσης αυτοκινήτου: 10 έτη ζωής
- Κατανάλωση καυσίμου αυτοκινήτου MEK: 6,8 l/100 km, υβριδικό 5,1 l/100 km, ηλεκτρικό 20 kWh/100 km (ή 2 l/100 km)
- Εκπομπές CO<sub>2</sub> για την παραγωγή καυσίμου 518 g CO<sub>2</sub>/kWh (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

## Προβλέψεις WTW εκπομπών CO<sub>2</sub> ηλεκτρικών οχημάτων για σενάρια ήπιας και ισχυρής ανάπτυξης

Διάγραμμα 32. Εκπομπές CO<sub>2</sub> που θα αποφευχθούν με τη χρήση ΗΟ στο μεταφορικό τομέα, σε ανάλυση Well-to-wheel (2019)



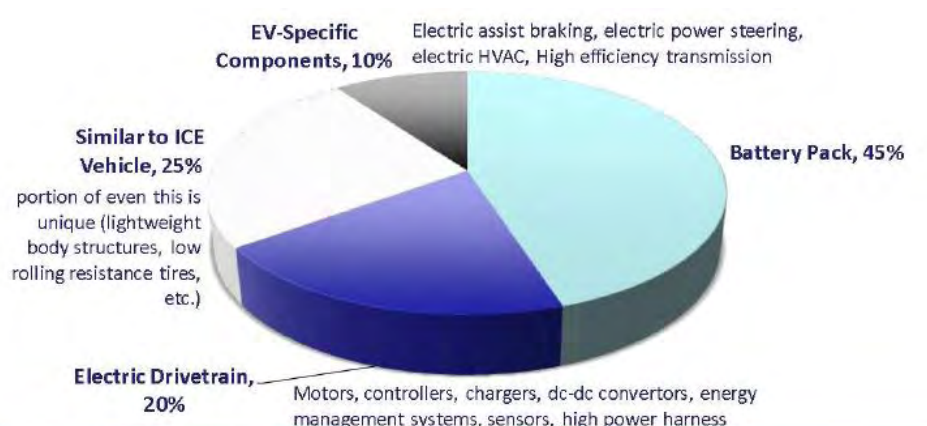
Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας προβλέπει πως οι εκπομπές CO<sub>2</sub> που θα αποφευχθούν με την ενισχυμένη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, που προβλέπεται για τρέχουσα δεκαετία, κυμαίνονται από 200 Mt CO<sub>2</sub> (ήπιο σενάριο ανάπτυξης ηλεκτρικών οχημάτων), έως και πάνω από 500 Mt CO<sub>2</sub> (ισχυρή ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων) για το 2030, ως προς τη αντίστοιχη χρήση οχημάτων με ΜΕΚ (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

## 1.9. Ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές

Οι ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές ή μπαταρίες αποτελούν το πιο σημαντικό και ταυτόχρονα το πιο ακριβό μέρος ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, καθώς είναι αυτό που τροφοδοτεί το ηλεκτρικό αυτοκίνητο με ηλεκτρική ενέργεια έτσι ώστε να κινηθεί. Το κόστος του συσσωρευτή αγγίζει το 45% ως προς το συνολικό κόστος ενός ΗΟ (ΥΠΕΚΑ, 2012). Οι συσσωρευτές είναι ιδιαίτερα ογκώδεις και βαριοί και τοποθετούνται κάτω από το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, καθιστώντας έτσι και τα ηλεκτρικά οχήματα πιο βαριά από τα συμβατικά.

Διάγραμμα 33. Κατασκευαστικό κόστος ηλεκτρικού αυτοκινήτου (2012)

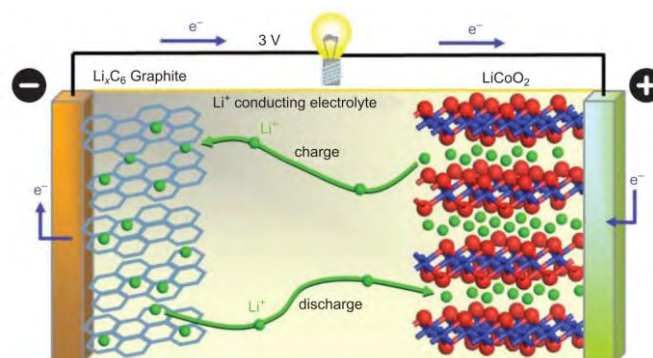


Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012

### Χαρακτηριστικά συσσωρευτών

Ένας ηλεκτροχημικός συσσωρευτής αποτελείται από τα δύο ηλεκτρόδια, ένα αρνητικό και ένα θετικό (άνοδος και κάθοδος αντίστοιχα), τον ηλεκτρολύτη (συνήθως υγρής μορφής), μέσα από τον οποίο κινούνται τα ιόντα των ηλεκτροδίων, και το διαχωριστικό, το οποίο απομονώνει τα ηλεκτρόδια (Electropaedia, n.d.).

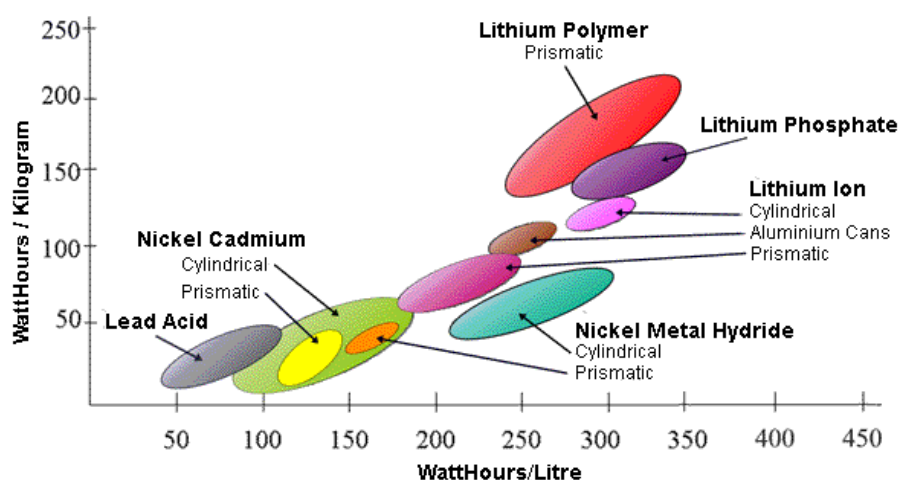
Εικόνα 22. Λειτουργία ενός τυπικού κελιού ιόντων λιθίου



Πηγή: Energy Technologies Institute, 2016

Σήμερα, η πλειονότητα των ηλεκτρικών οχημάτων χρησιμοποιούν συσσωρευτές ιόντων λιθίου, διότι παρουσιάζουν υψηλή ενεργειακή πυκνότητα (Wh/L και Wh/kg) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη τεχνολογιών συσσωρευτών (Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων, 2011). Επιπλέον, η επιλογή του συγκεκριμένου υλικού έγκειται στις καλές επιδόσεις του σε υψηλές και σε χαμηλές θερμοκρασίες, και στην χαμηλή αυτοεκφόρτίσή του (US Department of Energy, Batteries for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles, n.d.).

Διάγραμμα 34. Ενεργειακή πυκνότητα διαφόρων ειδών συσσωρευτών (2011)



Πηγή: Electropaedia – Battery and Energy Technologies, HEV Battery Types

Οι συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται στα νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελούνται από συστοιχία κελιών τα οποία περιλαμβάνουν την άνοδο (συνήθως γραφίτης), τον ηλεκτρολύτη και την κάθοδο, η οποία καθορίζει την τεχνολογία του συσσωρευτή και συναντάται σε τρία είδη:

- φωσφορικού σιδήρου λιθίου (LFP),
- οξειδίου κοβαλτίου νικελίου μαγγανίου κοβαλτίου λιθίου (NMC) και
- οξειδίου νικελίου κοβαλτίου αργιλίου λιθίου (NCA) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Οι συσσωρευτές τεχνολογίας NMC111<sup>13</sup> είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται συνήθως σήμερα στα ηλεκτρικά οχήματα, παρά το σχετικά υψηλό κόστος (175 \$/kWh στα τέλη του 2018)<sup>14</sup>, διότι η ενεργειακή τους πυκνότητα είναι αρκετά υψηλή, με μεγάλο αριθμό κύκλων φόρτισης-εκφόρτισης (Goldie-Scot, 2019)

<sup>13</sup> Ο δείκτης 111 (ή 422,532,622,811) αναφέρεται στην ποσότητα των στοιχείων νικελίου, μαγγανίου και κοβαλτίου στην κάθοδο (στη συγκεκριμένη περίπτωση η κατανομή των στοιχείων είναι ισόποση, ενώ πχ. για τον NMC811, το ηλεκτρόδιο της καθόδου αποτελείται από 80% νικέλιο, 10% μαγγάνιο και 10% κοβάλτιο).

<sup>14</sup> Η πτώση της τιμής των συσσωρευτών σε σχέση με την τιμή του 2017 είναι μεγάλη (215 \$/kWh) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

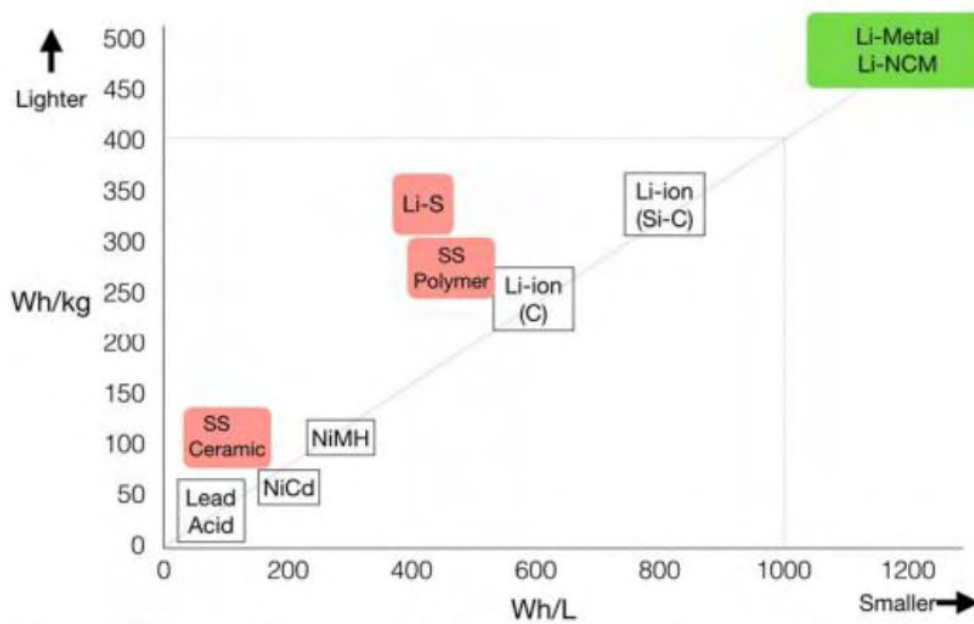
Πίνακας 8. Ιδιότητες των τριών βασικών τεχνολογιών συσσωρευτών ιόντων λιθίου (2018)

Cathode material	Energy density (Wh/kg)	Cycle life expectancy (charge-discharge cycles)
LiNMC	150-220	1 000-2 000
LiFePO <sub>4</sub>	90-120	1 000-2 000
LiNCA	200-260	~ 500

Πηγή: Battery University, 2018

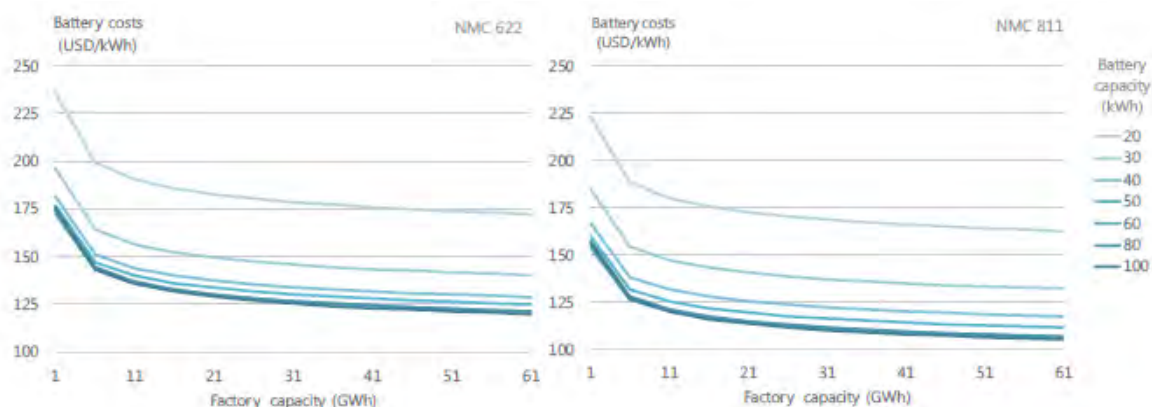
Οι κατασκευαστές συσσωρευτών στρέφονται σε τεχνολογίες με ενισχυμένες ποσότητες νικελίου, αυξάνοντας την χωρητικότητα ενέργειας και αντικαθιστώντας τους συσσωρευτές NMC111 αρχικά με τους NMC422 και NMC532 και μακροπρόθεσμα με τους NMC622 και NMC811, σε συνδιασμό με την ταυτόχρονη αύξηση των εργοστασίων κατασκευής συσσωρευτών, η οποία θα μειώσει δραστικά το κόστος του συσσωρευτή ανά kWh (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Διάγραμμα 35. Ενεργειακή πυκνότητα διαφόρων τεχνολογιών συσσωρευτών (2018)



Πηγή: <http://www.solidenergysystems.com/apollo/>

Διάγραμμα 36. Συσχέτιση κόστους συσσωρευτών ιόντων λιθίου NMC622 και NMC811 με την αύξηση παραγωγή ενέργειας (2018)



Notes: Costs represent a battery design for a BEV of varying capacities. Cells are modelled considering an NMC 662 cathode and a graphite anode.

Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Αξίζει να σημειωθεί πως, επειδή οι κύκλοι φόρτισης-εκφόρτισης των συσσωρευτών μπορούν να επηρεαστούν αρνητικά από πολλούς παράγοντες, όπως η χαμηλή θερμοκρασία και οι συχνές και έντονες φορτίσεις και εκφορτίσεις, οι περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες προσφέρουν τα ηλεκτρικά τους οχήματα με εγγύηση αντικατάστασης του συσσωρευτή (ή μέρους αυτού) ακόμη και 8 έτη από τη αγορά του οχήματος ή μέχρι τη συμπλήρωση 100.000 μιλίων ( $\approx 160.000$  km), εξ αιτίας του μεγάλου κόστους της αντικατάστασης του συσσωρευτή. Επιπλέον, πολλοί κατασκευαστές ΗΟ εγγυόνται ένα συγκεκριμένο ποσοστό υγείας του συσσωρευτή για αυτή τη χρονική περίοδο. Εννοείται πως για κάθε αυτοκινητοβιομηχανία τα κριτήρια αυτά διαφέρουν λόγω της διαφορετικής τεχνολογίας του συσσωρευτή, της χωρητικότητας ενέργειας του συσσωρευτή, της ποιότητας κατασκευής κ.α. (EVANNEX, 2019).

Πίνακας 9. Διάρκεια εγγύησης συσσωρευτή ΗΟ και εγγυώμενο ποσοστό υγείας

Electric car model	Warranty period	Percentage guarantee
Nissan Leaf	8 years/100,000 miles	~75%
Chevrolet Bolt	8 years/100,000 miles	60%
Tesla Model S	8 years/unlimited miles	None
Tesla Model X	8 years/unlimited miles	None

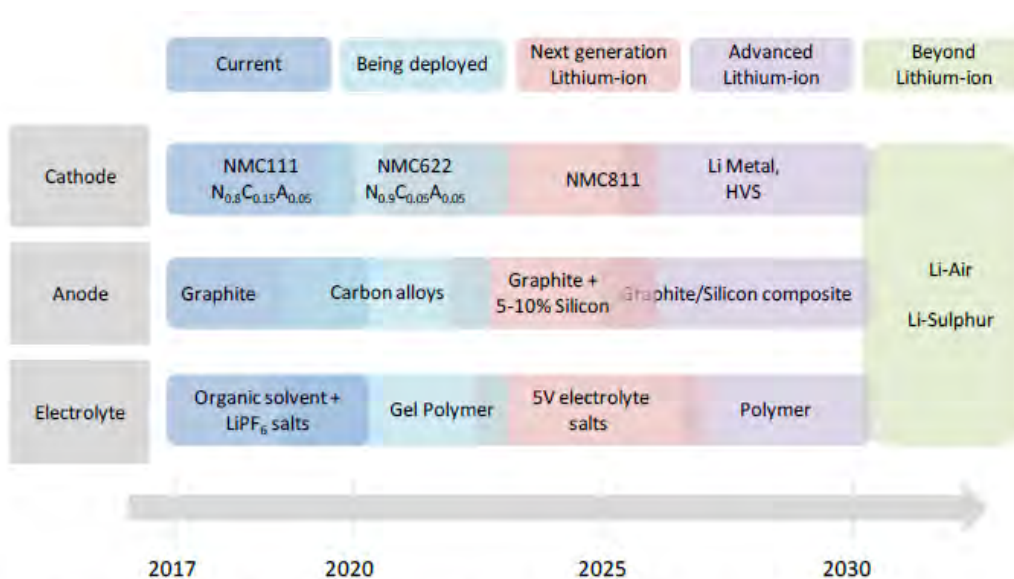
Πηγή: <https://www.energysage.com/electric-vehicles/buyers-guide/battery-life-for-top-evs/>

Οι εγγυήσεις αντικατάστασης συσσωρευτών πρακτικά εφαρμόζονται σε υβριδικά οχήματα και ηλεκτρικά οχήματα μικρής αυτονομίας, καθώς το ίδιο ποσοστό εκφόρτισης ενός συσσωρευτή μειώνει σημαντικά την αυτονομία ενός οχήματος μικρού μεγέθους χωρητικότητας συσσωρευτή, σε σχέση με ένα όχημα μεγαλύτερης χωρητικότητας ενέργειας. Άλλωστε ο συσσωρευτής ενός ηλεκτρικού οχήματος κατασκευάζεται για να διαρκέσει έως το τέλος της ζωής του ίδιου του οχήματος. Έτσι, ο στόχος αυτών των πολυετών εγγυήσεων είναι να ενισχυθεί η αξιοπιστία των συσσωρευτών ως προς τη διάρκεια ζωής τους (EVANNEX, 2019).

### Εξελίξεις και επενδύσεις στον τομέα των συσσωρευτών

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, προβλέπεται πως οι συσσωρευτές ιόντων λιθίου πρόκειται να παραμείνουν βασική επιλογή για τα ηλεκτρικά οχήματα, τουλάχιστον για την τρέχουσα δεκαετία (IEA, 2018).

Πίνακας 10. Ανερχόμενες τεχνολογίες συσσωρευτών (2017-2030)



Notes: HVS = high voltage spinel. The diagram shows the likely beginning of commercialisation of a given technology.

Sources: IEA analysis based on Howell (2016); Meeus (2018); Nationale Plattform Elektromobilitat (2016); NEDO (2018); Pilot (2017).

Πηγή: IEA, 2018

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, προβλέπεται πως τα ποσά νικελίου θα αυξηθούν για την κάθοδο στο κοντινό μέλλον, με απώτερο στόχο την χρήση συσσωρευτών μετάλλων λιθίου, αερίων λιθίου και θείου λιθίου, ούτως ώστε να μειωθεί σημαντικά το βάρος και ο όγκος του. Όσον αφορά στην άνοδο, προβλέπεται η σταδιακή μείωση ποσοτήτων γραφίτη και ο συνδυασμός του με σιλικόνη, η οποία αυξάνει την ενεργειακή του πυκνότητα και ταυτόχρονα μειώνει το βάρος του ηλεκτροδίου της ανόδου (IEA, 2018). Τέλος, για τον ηλεκτρολύτη προβλέπεται ότι η χρήση του στους νέους γενιάς συσσωρευτές θα έχει αρχικά τη μορφή τζελ με σταδιακή αντικατάσταση σε ηλεκτρολύτες σταθερής



μορφής (solid state electrolytes), προκειμένου να βελτιωθεί το επίπεδο ασφάλειας και η ενεργειακή πυκνότητα καθώς ο ηλεκτρολύτης σε υγρή μορφή είναι ιδιαίτερα εύφλεκτος, ενώ αυξάνεται και η ενεργειακή πυκνότητα του συσσωρευτή, περίπου, κατά 2,5 φορές (Reisch, 2017).

Αν και η τρέχουσα ικανότητα παραγωγής ενέργειας από τα μικρά εργοστάσια κατασκευής συσσωρευτών δεν ξεπερνά τις 0,5 GWh/έτος και από τους μεγάλους κατασκευαστές τις 22 GWh/έτος, οι ανακοινωθέντες στόχοι πολλών κατασκευαστών ηλεκτροχημικών συσσωρευτών υπερβαίνουν κατά πολύ την υφιστάμενη ικανότητα παραγωγής, φτάνοντας μέχρι και τις 98 GWh/έτος (CATL) (IEA, 2018).

Πίνακας 11. Ανακοινωθέντες στόχοι παραγωγής συσσωρευτών (2020-2030)

OEM	Country	Announcements
<b>Panasonic</b>	United States	35 GWh/year factory by 2020.
<b>CATL</b>	China	24 GWh/year and 18 GWh factories in 2020.
	European Union	14 GWh/year factory in 2021.
	Union	98 GWh/year factory (date to be determined) to be launched.
<b>BYD</b>	China	24 GWh/year factory in 2019. 20 GWh/year and 30 GWh factories in 2023. 10 GWh/year factory (date to be determined).
	European Union	15 GWh/year factory in 2022.
	China	32 GWh/year factory in 2023.
<b>SK innovation</b>	China	7.5 GWh/year factory in 2020.
	European Union	7.5 GWh/year factory in 2021.
	United States	9.8 GWh/year factory in 2022.
<b>LIBCOIN/BHEL</b>	India	30 GWh/year factories, in 2025, 2026 and 2027.
<b>Samsung SDI</b>	European Union	1.65 GWh/year factory in 2020.
<b>Northvolt</b>	European Union	32 GWh/year factory in 2023.
<b>Lithium Werks</b>	China	8 GWh/year factory in 2021.
<b>Terra E</b>	European Union	4 GWh/year factory in 2020.

Πηγή: IEA, 2018

## **Ανακύκλωση-επανάχρηση συσσωρευτών**

Στο πλαίσιο της κυκλικότητας της οικονομίας και της προστασίας του περιβάλλοντος, η επανάχρηση και η ανακύκλωση των συσσωρευτών αποτελούν δύο σημαντικές μέθοδοι προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι περιβαλλοντικής βιωσιμότητας του τέλους ζωής των συσσωρευτών με τον περιορισμό της υγειονομικής ταφής συσσωρευτών ΗΟ και τη μείωση εξόρυξης των πρώτων υλών για την κατασκευή τους. Στην Ευρώπη, αν και υπάρχει μικρή εμπειρία σχετικά με τον τομέα ανακύκλωσης των συσσωρευτών ΗΟ, υπολογίζεται πως η μεγάλη ανάπτυξη της αγοράς των ΗΟ θα επιφέρει σημαντικές αλλαγές στη διαδικασία ανακύκλωσης των συσσωρευτών (European Environment Agency, 2018).

### Επανάχρηση

Η επανάχρηση του συσσωρευτή ενός ΗΟ αποτελεί μια διαδικασία στο τέλος ζωής του οχήματος, όπου ο συσσωρευτής χρησιμοποιείται για τον ίδιο σκοπό που κατασκευάστηκε. Δύναται να χρησιμοποιηθεί είτε σε ηλεκτρικά οχήματα, αφού ανακατασκευαστεί, είτε στον ενεργειακό τομέα (πχ. για αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις ΑΠΕ, σε σταθμούς φόρτισης σε περιοχές όπου δεν είναι διαθέσιμη η γρήγορη φόρτιση<sup>15</sup>, οικιακή χρήση) (European Environment Agency, 2018).

### Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση του συσσωρευτή είναι η διαδικασία επεξεργασίας των υλικών του συσσωρευτή, με σκοπό τη χρήση αυτών σε νέους συσσωρευτές ή όχι. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την ανακύκλωση των συσσωρευτών είναι:

- Η Πυρόλυση (Pyrolysis): Είναι η διαδικασία κατά την οποία οι μπαταρίες καταστρέφονται και λιώνουν σε μια ισχυρή εστία θερμότητας, όπου προστίθεται ασβεστόλιθος για να λιώσει πλήρως τα υλικά της μπαταρίας μέσω της λάβας. Τα πλεονεκτήματα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάκτηση μεγάλου μέρους νικελίου, κοβαλτίου και χαλκού σε ένα συμπυκνωμένο, υψηλής απόδοσης, κράμα. Ωστόσο, κατά την πυρόλυση, το λίθιο και το μαγγάνιο παγιδεύονται στη λάβα, δίχως να ανακτώνται (European Environment Agency, 2018).
- Η Πυρομεταλλουργία (Pyrometallurgy): Είναι η διαδικασία κατά την οποία οι μπαταρίες ιόντων λιθίου επεξεργάζονται σε ένα υψηλής θερμοκρασίας χυτήριο, μετατρέποντας τα οξείδια των μετάλλων σε ένα κράμα μετάλλων. Το κράμα αυτό αποτελείται κυρίως από

---

<sup>15</sup> Πρόκειται για την τεχνολογία E-STOR, κατά την οποία οι συσσωρευτές φορτίζονται σε χαμηλή ισχύ και στη συνέχεια προσφέρουν την αποθηκευμένη ενέργεια σε υψηλή ισχύ, δίνοντας τη δυνατότητα γρήγορης φόρτισης (European Environment Agency, 2018).

κοβάλτιο και νικέλιο και επεξεργάζεται περαιτέρω ώστε να χρησιμοποιηθεί σε καθόδους νέων συσσωρευτών. Το πλεονέκτημα της πυρομεταλλουργίας είναι η ευκολία της διαδικασίας, ενώ τα μειονεκτήματά της εντοπίζονται στην παραγωγή επιβλαβών αερίων, είναι αρκετά ενεργοβόρα διαδικασία και δεν ανακτώνται το λίθιο και το αργίλιο. (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019; European Environment Agency, 2018)

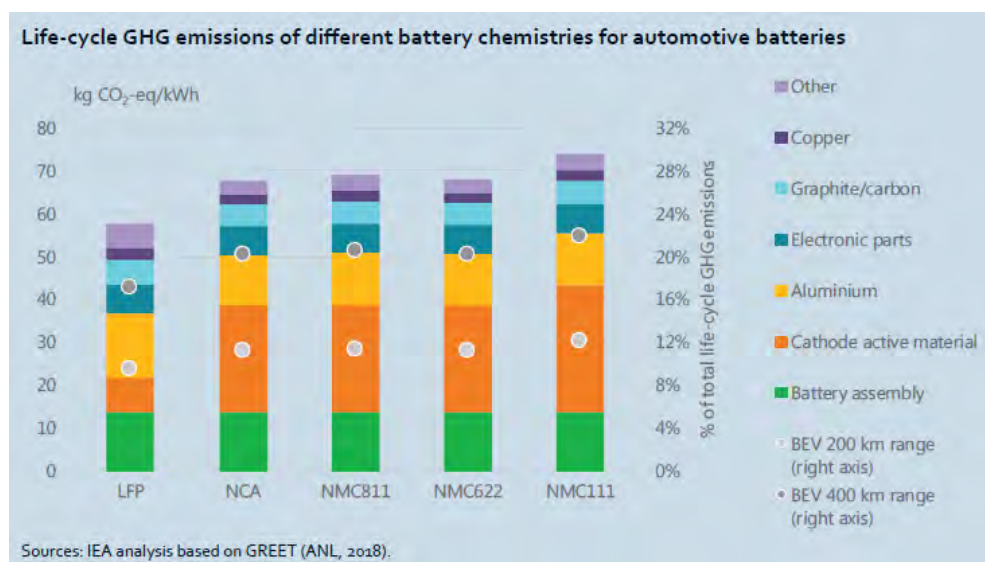
- Η Υδρομεταλλουργία (Hydrometallurgy): Είναι η διαδικασία κατά την οποία τα υλικά της μπαταρίας διαχωρίζονται μέσω άλμης λιθίου. Η διαδικασία αυτή ανακτά κοβάλτιο, αργίλιο, χαλκό και λίθιο, ενώ δεν απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας. Πάρα ταύτα, αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019; European Environment Agency, 2018).

Τέλος, με τα ηλεκτρικά οχήματα να μπαίνουν δυναμικά στην αγορά, η διαχείριση του τέλους ζωής των συσσωρευτών καθώς και των υπόλοιπων μερών του ηλεκτρικού οχήματος κρίνεται ζωτικής σημασίας για τη μείωση της εξάρτησης από τις πρώτες ύλες και τις σπάνιες γαίες, καθώς τα ΗΟ χρησιμοποιούν περισσότερες σε σχέση με τα συμβατικά, κατά βάση για την κατασκευή των συσσωρευτών και των ηλεκτροκινητήρων (European Environment Agency, 2018).

## 1.10. Συμπεράσματα

Γενικά, παρατηρείται πως πλέον οι πολιτικές πολλών κρατών και αυτοκινητοβιομηχανιών προωθούν την ηλεκτροκίνηση με την προσφορά κινήτρων και την κυκλοφορία όλο και περισσότερων ηλεκτρικών μοντέλων στην αγορά. Ωστόσο, όπως φάνηκε και στο υποκεφάλαιο σχετικά με τη περιβαλλοντική προσέγγιση, οι συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> δεν μειώνονται σημαντικά με την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, κυρίως λόγω της εξάρτησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με την παραγωγή και την ανακύκλωση των ηλεκτροχημικών συσσωρευτών (ισχυρές ενεργειακές απαιτήσεις, μεγάλες ποσότητες εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά την παραγωγή των συσσωρευτών) (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Διάγραμμα 37. Ποσοτήτες εκπομπών CO<sub>2</sub>/kWh από την κατασκευή των συσσωρευτών διαφόρων τεχνολογιών (2018)



Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα, η κατασκευή των συσσωρευτών εκλύει πάνω από 70 kg CO<sub>2</sub>/kWh για την τεχνολογία NMC111 (τη συνηθέστερη στα σημερινά ΗΟ), αποτελώντας το 30% των συνολικά εκπεμπόμενων ρύπων CO<sub>2</sub> ως προς τις συνολικές εκπομπές για την κατασκευή του ηλεκτρικού οχήματος, ενώ το ποσοστό αυτό δεν παρουσιάζει μεγάλη διαφορά για τις υπόλοιπες τεχνολογίες συσσωρευτών του διαγράμματος (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019).

Κατά συνέπεια, η χρήση των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η απανθρακοποίηση του ενεργειακού συστήματος δύναται να συμβάλλει σημαντικά στην μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CO<sub>2</sub> τόσο με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ ώστε η φόρτιση του ΗΟ να είναι πλήρως απανθρακοποιημένη, όσο και κατά την παραγωγή των μερών του ΗΟ και του

συσσωρευτή, μειώνοντας σημαντικά τις εκπομπές κύκλου ζωής CO<sub>2</sub>. Εδώ πρέπει να τονισθεί το βασικό πλεονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων, σε σύγκριση με τα συμβατικά, το οποίο έγκειται στο ότι η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται άμεσα μόνο στα ηλεκτρικά οχήματα, οπότε αυτά δύνανται να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στο μέλλον. Συμπερασματικά, η σύνδεση της ηλεκτροκίνησης με τις ΑΠΕ είναι αναπόφευκτη προκειμένου να μειωθούν δραστικά οι WTT εκπομπές CO<sub>2</sub>, προκειμένου να έχει νόημα η έννοια της καθαρής και πράσινης τεχνολογίας μεταφοράς.

Στο πλαίσιο εξαγωγής αξιόπιστων συμπερασμάτων, υλοποιήθηκε η παρακάτω SWOT analysis σχετικά με τον τομέα της ηλεκτροκίνησης και των ηλεκτρικών οχημάτων:

Πίνακας 12. SWOT Analysis ηλεκτροκίνησης

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαμηλότερο κόστος συντήρησης ΗΟ (απλούστερος μηχανισμός, λιγότερα κινητά μέρη)</li> <li>Χαμηλότερη τιμή «καυσίμου» (ηλεκτρισμός-οικιακή φόρτιση)</li> <li>Βελτίωση ποιότητας ζωής εντός πόλεων</li> <li>Μείωση της ηχορύπανσης</li> <li>Μειωμένες εκπομπές CO<sub>2</sub> σε ανάλυση κύκλου ζωής σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο</li> <li>Αυξανόμενη προσφορά ΗΟ από αυτοκινητοβιομηχανίες και διαρκής προώθηση της ηλεκτροκίνησης από μεγάλες οικονομίες και παγκόσμιους οργανισμούς</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υψηλό κόστος αγοράς</li> <li>Περισσότερος χρόνος για πλήρη ανεφοδιασμό (φόρτιση) σε σχέση με ένα συμβατικό</li> <li>Χαμηλότερη αυτονομία σε σχέση με συμβατικό αυτοκίνητο</li> <li>Έλλειψη κατάλληλων υποδομών</li> <li>Μη ενημέρωση του κοινού- Ανέτοιμοι χρήστες και επαγγελματικοί φορείς (ταξί, ΚΤΕΛ)</li> <li>Παραγωγή εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά την κατασκευή των συσσωρευτών και κατά την ηλεκτροπαραγωγή και ευρεία χρήση σπάνιων γαιών</li> </ul>
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>Φορολογικά οφέλη (π.χ. χαμηλά/μηδενικά τέλη κυκλοφορίας)</li> <li>Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> – καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής</li> <li>Χρήση ΑΠΕ για ανεφοδιασμό και παραγωγή των ΗΟ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αύξηση εκπομπών CO<sub>2</sub>, αν δεν χρησιμοποιούνται ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ΗΟ</li> <li>Εξόρυξη σπάνιων υλικών για την κατασκευή συσσωρευτών</li> <li>Ανταγωνισμός από οχήματα κυψελών καυσίμου υδρογόνου</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση σχεδόν όλου του αμαξώματος</li><li>• Εκπαίδευση και ενημέρωση σχετικά με την κλιματική αλλαγή και την ηλεκτροκίνηση</li></ul>	
---	--

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Σύμφωνα με την παραπάνω SWOT, συμπεραίνεται πως παρά τα γενικότερα οφέλη περί μειωμένου περιβαλλοντικού αποτυπώματος κατά τη χρήση του οχήματος και την γενικότερη προώθηση της ηλεκτροκίνησης, τα ηλεκτρικά οχήματα αντιμετωπίζουν αρκετά ζητήματα σχετικά το πόσο πραγματικά καθαρή είναι αυτή η τεχνολογία μεταφορών, την έλλειψη των βασικών υποδομών ανεφοδιασμού, το υψηλό κόστος αγοράς (το οποίο, ωστόσο, μειώνεται με την προσφορά περισσότερων ηλεκτροκίνητων μοντέλων και τη μείωση του κόστους των συσσωρευτών), τη μικρότερη αυτονομία σε σύγκριση με τα συμβατικά οχήματα (το οποίο επίσης βελτιώνεται συνεχώς με τη χρήση νέων τεχνολογιών συσσωρευτών). Φυσικά πολλά κράτα χορηγούν διάφορα φορολογικά και οικονομικά κίνητρα για την απόκτηση ενός ΗΟ και έχουν θέσει στόχους για την απανθρακοποίηση του ενεργειακού τους συστήματος. Σε αυτήν την κατεύθυνση κινείται και το ΕΣΕΚ στην Ελλάδα, το οποίο θέτει σημαντικούς στόχους για την απεξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής της χώρας από τον άνθρακα. Υπό αυτό το πρίσμα και με τη βοήθεια της πολιτείας, η ηλεκτροκίνηση στη χώρα δύναται να παρουσιάσει θετική εξέλιξη.

Τέλος, οι ανακοινώσεις των περισσότερων αυτοκινητοβιομηχανιών για τα νέα τους μοντέλα περιλαμβάνουν αρκετά ηλεκτρικά αυτοκίνητα τα οποία πρόκειται να βγουν στην αγορά στις αρχές της τρέχουσας δεκαετίας, ενώ πολλές εταιρείες-δίκτυα φόρτισης ΗΟ προτίθενται να εγκαταστήσουν δημόσια προσβάσιμους σταθμούς ταχείας και υπερταχείας φόρτισης (ultra-fast charging) σε αυτοκινητοδρόμους και πόλεις, επισφραγίζοντας την ισχυρή ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης (Transport & Environment, 2018).

Πίνακας 13. Προγραμματισμένα δίκτυα ταχείας και υπερταχείας φόρτισης στην Ευρώπη (2018)

Name	#stations #sites	Partners	Location	Comment
<a href="#">Ionity</a>	400 / ~2,400	BMW, Mercedes, Ford, VW Group (Porsche and Audi)	24 countries	By 2020 Partner with Shell
<a href="#">Ultra-e</a>	25 / ~100	Allego, Audi, BMW, Magna, Renault, Hubject	Netherlands (5), Belgium (4), Germany (12) and Austria (4)	Completion by summer 2018. Sites at average distance of 150- 200 km
<a href="#">E-Via Flex-E</a>	14 / ~60	Enel (coordinator), EDF, Enedis, Verbund, Nissan, Renault and Ibil	Italy (8), Spain (4), France (2)	
<a href="#">MEGA-E</a>	39 / 322	Allego	20 countries (Central Europe and Scandinavia)	Focuses on metropolitan areas with e-charging hubs
<a href="#">Central European Ultra Charging</a>	118 / N.A.	Verbund (coordinator), CEUC, Enel X, Smatrix, OMV	Austria, Czech Republic, Italy, Hungary, Romania, Bulgaria and Slovakia	EU financed 20% of the total cost (€12M out of €61M)
<a href="#">NEXT-E</a>	30 / N.A.	E.ON, MOL, HEP, PETROL, Nissan, BMW	Czech Republic, Slovakia, Croatia, Hungary, Slovenia, and Romania	222 fast (50kW) chargers are also included
<a href="#">E.ON x Clever</a>	180 / N.A.	E.ON and Clever	Germany, France, Norway, Sweden, UK, Italy and Denmark	2-6 chargers per station
<a href="#">Instavolt network</a>	N.A. / 200	Instavolt	UK	Equipement from ChargePoint
<a href="#">Fastned network</a>	25	Fastned	Germany, Netherlands, UK	Equipement from ABB. More sites expected
<a href="#">Pivot Power and the National Grid</a>	45 / 100		UK	50 MW battery storage
<a href="#">EnBW</a>	100-1000 <sup>12</sup> / 800	EnBW and OMV	Germany	2 chargers per sites first, cooperation with gas provider OMV, focus on urban areas

Πηγή: Transport & Environment, 2018

## 2. ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ

Προκειμένου να ενισχυθεί η έρευνα σχετικά με την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα, είναι σημαντικό να αποτυπωθεί η γνώμη κάποιων σημαντικών φορέων για την ηλεκτροκίνηση, τόσο για να αντληθεί όσο το δυνατόν περισσότερη γνώση για το θέμα, όσο και για να αποτυπωθεί η υφιστάμενη ενημέρωση και η ετοιμότητα σημαντικών φορέων που σχετίζονται με τον τομέα της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές.

Η οπτική γωνία κάθε φορέα παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με τη γνώση του εκάστοτε φορέα, τις εμπειρίες του στον τομέα, ενώ οι ερωτήσεις ελεύθερου τύπου στις συνεντεύξεις βοηθούν σε μια πιο ελικρινή συζήτηση του ερευνητή με τον φορέα, βοηθώντας τον πρώτο να διαμορφώσει μια πιο σφαιρική εικόνα για την έρευνά του, καθώς ο ερωτώμενος εκφράζει ελεύθερα τις σκέψεις και τα συναισθήματά του (Kvale, 2007). Κατά συνέπεια, επιλέχθηκε η μέθοδος των συνεντεύξεων με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου σε αυτούς τους φορείς (key-stakeholders), ούτως ώστε να καταγραφεί η γνώση και η ετοιμότητα αυτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, τη γνώμη για τη σημασία της στο μεταφορικό τομέα, την εφαρμογή της στην ελληνική πραγματικότητα και την προσωπική άποψη πάνω στον τομέα.

Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν τόσο δημόσιοι, όσο και ιδιωτικοί φορείς, έτσι ώστε να διαμορφωθεί μια σφαιρική άποψη σχετικά με το πώς αντιμετωπίζεται αυτή η τεχνολογία μεταφορών, σε ποιο βαθμό είναι έτοιμοι οι ερωτηθέντες φορείς για την ηλεκτροκίνηση και ποιο είναι το επίπεδο αποδοχής της ηλεκτροκίνησης από αυτούς. Αναλυτικά οι φορείς με τους οποίους υλοποιήθηκαν οι συνεντεύξεις είναι οι εξής:

- Επαγγελματίες Ταξί Λάρισας
- Parking «Πλατεία», Λάρισα, Νατσιούλα Κατερίνα (προϊσταμένη)
- Αντιπροσωπεία αυτοκινήτων Ford, Λάρισα
- Αντιπροσωπεία αυτοκινήτων Renault- Hyundai, Λάρισα
- Κατάστημα ηλεκτρολογικού υλικού και φωτισμού GERO S. A., Λάρισα
- Δήμος Λάρισας, Γενική Διεύθυνση υπηρεσιών περιβάλλοντος, ποιότητας ζωής και καθαριότητας, Γιοβρή Ευαγγελία (Γενική Διευθύντρια)

Φορείς, οι οποίοι φαινομενικά δεν σχετίζονται άμεσα με τον μεταφορικό τομέα και την ηλεκτροκίνηση, όπως το κατάστημα ηλεκτρολογικού υλικού και φωτισμού GERO S. A. και το Parking «Πλατεία», επιλέχθηκαν ως συνεντευξιαζόμενοι φορείς, διότι διέθεταν εξοπλισμό για φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, υψηλής και χαμηλής ισχύος αντίστοιχα και μάλιστα δωρεάν. Καθώς είναι οι μοναδικές επιχειρήσεις στη Λάρισα που διαθέτουν σχετικό εξοπλισμό, θεωρήθηκε σημαντικό



κριτήριο, ώστε να τους τεθούν ερωτήσεις σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και τη γνώμη τους για την ανάπτυξη αυτή στη χώρα.

## 2.1. Δομή και αξιολόγηση των συνεντεύξεων των φορέων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η δομή ερωτήσεων των συνεντεύξεων είχαν έναν πιο ελεύθερο χαρακτήρα, ώστε να επιτευχθεί μια άμεση συζήτηση με τον εκάστοτε φορέα. Έτσι οι συζητήσεις κινήθηκαν γύρω από την ενημέρωση των φορέων σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, τις απόψεις για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στη χώρα, κατά πόσο ο τομέας συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και προσωπικές απόψεις. Αναλυτικότερα, οι συνεντεύξεις παρατίθενται στο παράρτημα για περαιτέρω εξέταση.

Δυστυχώς, οι συνεντεύξεις για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους περιορισθήκαν γεωγραφικά στην περιοχή της Λάρισας κι έτσι δεν αποτυπώθηκαν απόψεις εξειδικευμένων επαγγελματιών και επιστημόνων στην ηλεκτροκίνηση (πχ. ΕΛΙΝΗΟ). Συνεπώς, κατά την λήψη των συνεντεύξεων παρατηρήθηκε μια γενικότερη άγνοια των φορέων σχετικά με τα ΗΟ, κυρίως λόγω έλλειψης ενημέρωσης σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.

Η συνέντευξη με τους **επαγγελματίες Ταξί Λάρισας** φανερώνει την άγνοια των επαγγελματιών και του συλλόγου σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα, καθώς δεν προβλέπεται κάποιο συγκεκριμένο σχέδιο ανάπτυξης ηλεκτροκίνητων ταξί, τουλάχιστον στον προσεχές διάστημα. Η άποψη των επαγγελματιών αρκέστηκε στο γεγονός πως η αυτοκινητοβιομηχανίες κατευθύνονται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ενώ εντοπίστηκε ένα υβριδικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο, Toyota Prius, στο στόλο των ταξί Λάρισας, δίχως να χρησιμοποιείται συχνά, όπως ανέφεραν.

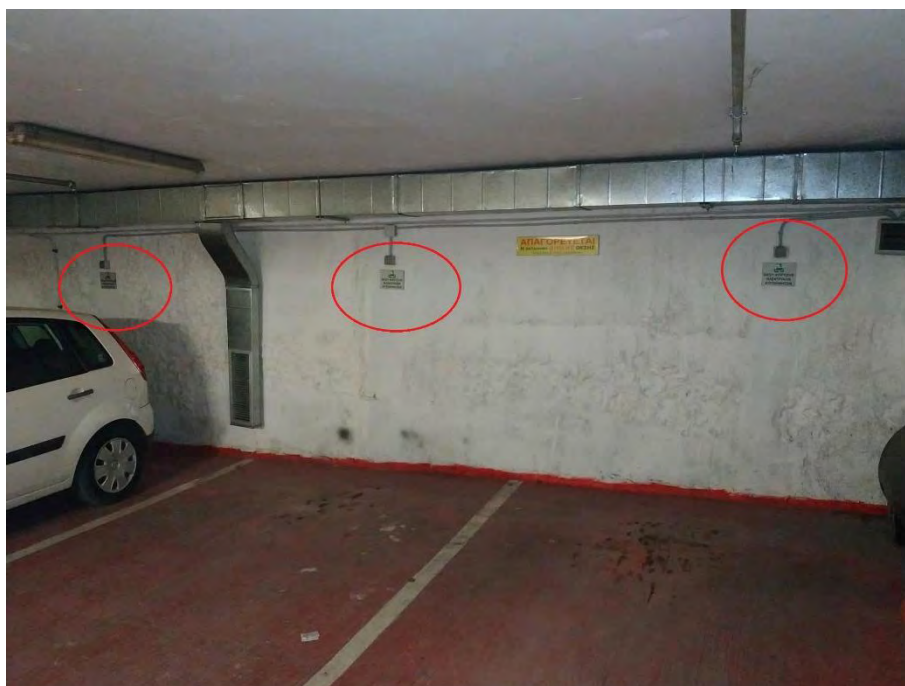
Το **Parking «Πλατεία»**, το οποίο βρίσκεται στην κεντρική πλατεία της Λάρισας, διαθέτει 3 θέσεις δωρεάν φόρτισης χαμηλής ισχύος στους χρήστες κατά τη στάθμευση του αυτοκινήτου στο Parking, όπως μας ανέφερε η υπεύθυνη της εγκατάστασης, κα Κατερίνα Νατσιούλα. Οι θέσεις φόρτισης εγκαταστάθηκαν το 2012, ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αρκετά συχνή χρήση αυτών των θέσεων, κυρίως από PHEV Toyota Prius. Στο Parking «Πλατεία» πιστεύουν πως όντως θα υπάρξει μεγαλύτερη ζήτηση ηλεκτρικών οχημάτων στο άμεσο μέλλον και ανάλογα με αυτή, προτίθενται να εγκαταστήσουν περισσότερους σταθμούς φόρτισης. Γενικότερα το Parking «Πλατεία» αντιμετώπισε πιο θετικά το θέμα τη ηλεκτροκίνησης, ενώ φαίνεται έτοιμο να υποδεχθεί κι άλλα ηλεκτρικά οχήματα στο μέλλον.

Εικόνα 23. Πρίζα φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος στο parking «Πλατεία» (αργή φόρτιση)



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 24. Θέσεις φόρτισης στο parking «Πλατεία»



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Η συνέντευξη με υπάλληλο της **αντιπροσωπείας αυτοκινήτων Ford στη Λάρισα**, έδειξε αρχικά πως η αντιπροσωπεία είναι αρκετά ενημερωμένη στον τομέα της ηλεκτροκίνησης, καθώς βασική της πεποίθηση είναι πως στο μέλλον θα κυκλοφορούν μόνο ηλεκτροκίνητα οχήματα, με τη σταδιακή

απόσυρση των βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων οχημάτων. Αναφέρεται πως η Ford ετοιμάζει ηλεκτρικά οχήματα πάνω σε πλατφόρμες υφιστάμενων μοντέλων, όπως το Ford focus και το Ford Transit custom Van. Εντοπίζεται ως βασικό μειονέκτημα για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης η έλλειψη των υποδομών φόρτισης, ενώ υπολογίζεται πως η Ελλάδα θα χρειαστεί τουλάχιστον 5-6 χρόνια για τη μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση. Γενικότερα, αντιμετωπίζεται θετικά η ηλεκτροκίνηση από τη Ford, καθώς γνωρίζουν πως μειώνει σημαντικά τους ρύπους αερίων του θερμοκηπίου και είναι βασική πολιτική πολλών κρατών του κόσμου.

Ο υπεύθυνος της **αντιπροσωπείας αυτοκινήτων Renault- Hyundai στη Λάρισα** υποστηρίζει πως για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα, πρέπει αρχικά να δημιουργηθούν κατάλληλες υποδομές για να την υποστηρίξουν. Αναφέρεται πως η αντιπροσωπεία δεν πρόκειται να φέρει κάποιο ηλεκτρικό όχημα στο άμεσο μέλλον, καθώς δεν υπάρχει ζήτηση για κάτι τέτοιο ακόμη. Συγκεκριμένα αναφέρει πως το αγοραστικό κοινό δεν είναι ενημερωμένο σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, κάνοντας λόγο για μικρή αποδοχή της ηλεκτροκίνησης από το αγοραστικό κοινό. Τέλος, θέτει ως σημαντικά μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων το αρχικό κόστος αγοράς, την έλλειψη επιλογών ηλεκτρικών οχημάτων στη χώρα και το ζήτημα της φόρτισης από ηλεκτρική ενέργεια που να προέρχεται από ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί η πλήρης απανθρακοποίηση των μεταφορών.

Το **κατάστημα ηλεκτρολογικού υλικού και φωτισμού GERO S.A. στη Λάρισα** διαθέτει σύγχρονο σταθμό φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος, παρέχοντας στο χρήστη και επιπλέον εξοπλισμό (καλώδια για τη σύνδεση με το αυτοκίνητο) και δωρεάν φόρτιση. Όπως αναφέρει ο υπεύθυνος του καταστήματος πρόκειται για ένα σταθμό φόρτισης HO της Hager, υψηλής ισχύος έως 43 kW, του οποίου η εγκατάσταση πραγματοποιήθηκε το 2012 για λόγους marketing και διαφήμισης του καταστήματος. Παρατηρεί πως δεν υπάρχει ζήτηση για φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς ο σταθμός έχει χρησιμοποιηθεί μόνο 3 φορές για τη φόρτιση ενός BMW i3, ενός Renault Kangoo και ενός Tesla Model S. Γενικότερα εντοπίζει πως η νέοι είναι αυτοί που θα αγκαλιάσουν την ηλεκτροκίνηση και πως είναι σημαντικό να δώσει κίνητρα το κράτος για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων, ακολουθώντας την πολιτική σχεδόν όλων των κρατών που έχουν αναπτύξει σε αρκετά μεγάλο βαθμό την ηλεκτροκίνηση, αναφέροντας το παράδειγμα του Ηνωμένου Βασιλείου (επιχορήγηση για τη αγορά ηλεκτρικού οχήματος). Παρατηρεί πως το αγοραστικό κοινό δε γνωρίζει τα χαρακτηριστικά ενός ηλεκτρικού οχήματος, ενώ θέτει την άποψη πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι πιο οικονομικά για τον χρήστη, ιδιαίτερα όταν διανύει μεγάλες αποστάσεις. Τέλος η επιχείρηση δεν προβλέπει την εγκατάσταση περισσότερων σταθμών, λόγω έλλειψης ζήτησης. Φυσικά, εφόσον η ζήτηση αυξηθεί, η φόρτιση δεν θα διατίθεται δωρεάν.

Εικόνα 26. Σταθμός φόρτισης στις Hager στο κατάστημα GERO



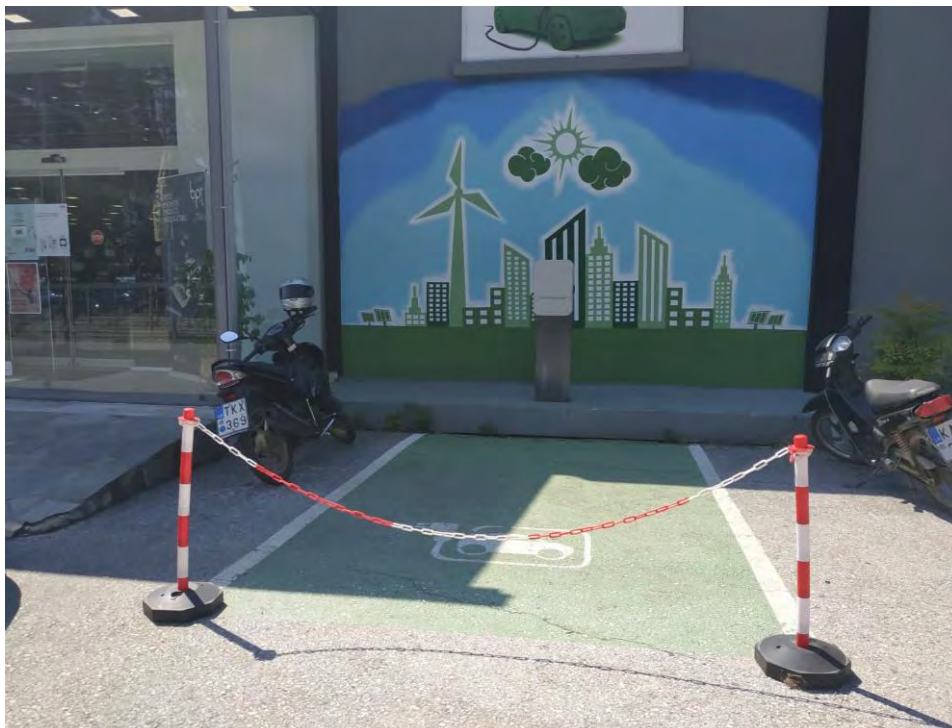
Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 25. Υποδοχή ρευματολήπτη τύπου 2 για γρήγορη φόρτιση έως 43 kW, στο κατάστημα GERO



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 27. Θέση φόρτισης στο κατάστημα GERO



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Τέλος, η συνέντευξη στο Δήμο Λάρισας πραγματοποιήθηκε με τη επιστημονική υπεύθυνη και Ευαγγελία Γιοβρή, Γενική Διευθύντρια του τμήματος υπηρεσιών περιβάλλοντος, ποιότητας ζωής

**και καθαριότητας του Δήμου Λάρισας.** Αρχικά, ο Δήμος Λάρισας αντιμετωπίζει θετικά την ηλεκτροκίνηση, αν και δεν διαθέτει στο στόλο του κάποιο ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Η κα Γιοβρή αναφέρει πως τα ΗΟ συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και είναι σημαντικό να προωθηθούν και στην Ελλάδα. Θεωρεί πως το κοινό δεν γνωρίζει πολλά σχετικά με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και θα πρέπει να ενημερωθεί για αυτά. Αναφέρεται κι εδώ η ανάγκη θέσπισης κινήτρων από το κράτος, τόσο για την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όσο και για την ανάπτυξη των υποδομών φόρτισης, καθώς θεωρούνται μια καλή πράσινη εναλλακτική στις μεταφορές. Γενικά, δε θεωρεί έτοιμη την Ελλάδα για την εποχή της ηλεκτροκίνησης και πιστεύει πως αυτή θα πρέπει να ξεκινήσει από την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης, τόσο μέσα στις πόλεις όσο και στις εθνικές και περιφερειακές οδούς.

## 2.2. Συμπεράσματα

Καταληκτικά, από τις συνεντεύξεις με όλους τους φορείς εντοπίστηκε μια γενική παθητικότητα, κυρίως από τους επαγγελματίες ταξί, όσον αφορά την ανάπτυξη του τομέα της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα και των σχετικών υποδομών τους. Αυτή η παθητικότητα, ωστόσο, οφείλεται κυρίως στην σημαντική έλλειψη πληροφόρησης για την ηλεκτροκίνηση, μιας και όλοι οι φορείς παρουσίασαν σημαντικές απορίες ως προς το κόστος αγοράς ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, της ταχύτητά του, τη διάρκεια φόρτισης, τον τρόπο και την τοποθεσία φόρτισης, την χιλιομετρική του αυτονομία, τα κίνητρα αγοράς, τις υποδομές. Συνοψίζοντας, τα κοινά ζητήματα των φορέων που προέκυψαν για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα σχετίζονται με την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, προκειμένου να αυξηθεί η ζήτηση ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά, η χορήγηση οικονομικών κινήτρων από το κράτος για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων τόσο σε χρήστες, όσο και σε εταιρείες δικτύων φόρτισης, ούτως ώστε να μειωθεί το αρχικό κόστος αγοράς, ενώ ως κοινή άποψη όλων των συνεντευξιαζόμενων φορέων αποτελεί η μη ετοιμότητα της χώρας στην εποχή της ηλεκτροκίνησης.

### **3. Διερεύνηση χωρικής κατανομής υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους αυτοκινητοδρόμους της Ελλάδας**

Όλοι οι αυτοκινητόδρομοι της Ελλάδας αποτελούν μέρος του κεντρικού Διευρωπαϊκού Δικτύου Μεταφορών (ΔΕΔ-Μ), το οποίο είναι με τη σειρά του συνδεδεμένο με την υπόλοιπη Ευρώπη μέσω των Βαλκανικών χωρών. Βασικός στόχος του ΔΕΔ-Μ αποτελεί η ενίσχυση της ευρωπαϊκής συνοχής και της εσωτερικής αγοράς της ΕΕ, μέσω της σύνδεσης σημαντικών μεταφορικών κόμβων και της ενίσχυσης των συνδυασμένων μεταφορών. Στο πλαίσιο αυτό, εφαρμόζονται νέες τεχνολογίες στο χώρο των μεταφορών με σκοπό την βελτίωση του τρόπου μεταφοράς, τη μείωση των ατυχημάτων και του κυκλοφοριακού φόρτου στο οδικό δίκτυο και φυσικά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017).

Υπό αυτό το πρίσμα, και στο πλαίσιο της ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα, στην παρούσα εργασία εφαρμόζεται μια μεθοδολογική προσέγγιση για τη χωρική κατανομή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο σύνολο των αυτοκινητοδρόμων της ηπειρωτικής χώρας (υφιστάμενων και σχεδιασμένων/υπό κατασκευή τμημάτων), η οποία αναλύεται λεπτομερώς στις επόμενες παραγράφους.

Για την ανάπτυξη και υλοποίηση αυτής της μεθοδολογίας αξιοποιήθηκαν σημαντικές βιβλιογραφικές πηγές και σχετικές γνώσεις σχεδιαστικών προγραμμάτων, προκειμένου να χαρτογραφηθούν πλήρως όλοι οι αυτοκινητόδρομοι και να εντοπισθούν οι περιοχές καταλληλότητας για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

#### **3.1. Μεθοδολογία χωρικής κατανομής σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε ΣΕΑ**

Αρχικά, είναι σημαντικό να διαχωρίσουμε το σημείο από τον σταθμό φόρτισης. Όταν αναφερόμαστε σε σημείο φόρτισης, εννοούμε την τοποθεσία όπου υπάρχει/ουν σταθμός/οί φόρτισης, ενώ όταν αναφερόμαστε στους σταθμούς φόρτισης, εννοούμε τις συσκευές με τις οποίες φορτίζουν τα ΗΟ. Για την επιλογή των περιοχών που κρίθηκαν ως κατάλληλες για την εγκατάσταση των σταθμών φόρτισης αξιοποιήθηκε το λογισμικό Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών QGIS, καθώς και αξιόλογες μελέτες σχετικά με τη χωρική κατανομή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, του Διεθνούς οργανισμού Ενέργειας και του μη κυβερνητικού οργανισμού Center for Climate and Energy Solutions (Κέντρο Κλιματικών και Ενεργειακών Λύσεων). Φυσικά, αυτό το αντικείμενο έρευνας δεν αναιρεί την ανάγκη δημιουργίας και αύξησης των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός των ελληνικών πόλεων/νησιών και κατά μήκος των περιφερειακών και

τοπικών οδών, πεδίο έρευνας εξίσου σημαντικό, το οποίο μπορεί εξετασθεί σε μεταγενέστερο στάδιο. Στόχος της εφαρμογής της ως άνω μεθοδολογίας αποτελεί η υπόδειξη ευρύτερων περιοχών καταλληλότητας για σημεία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, τα οποία πληρούν τις ελάχιστες χιλιομετρικές προϋποθέσεις. Αυτό σημαίνει, πως ο αριθμός των σταθμών φόρτισης που δύνανται να εγκατασταθούν στο εκάστοτε σημείο, μπορεί να διαφέρει από σημείο σε σημείο, ανάλογα με το φόρτο ηλεκτρικών οχημάτων που καλείται να ικανοποιήσει. Η μεθοδολογία εφαρμόζεται με την παραδοχή τουλάχιστον ενός σταθμού ταχείας φόρτισης σε κάθε προτεινόμενο σημείο. Επιπλέον, η περιοχή καταλληλότητας ακτίνας 10 km, ως προς το προτεινόμενο σημείο εγκατάστασης φόρτισης ΗΟ επιλέχθηκε για τους πιθανούς λόγους:

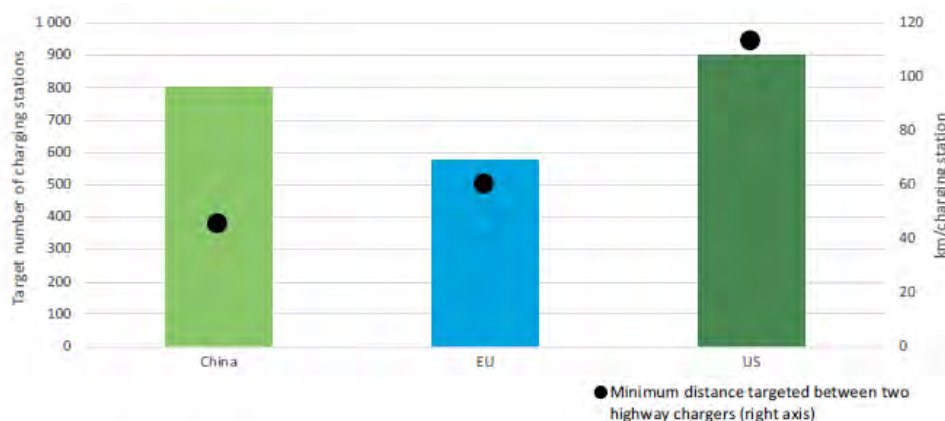
- ιδιαίτερου ιδιωτικού καθεστώτος στο εκάστοτε προτεινόμενο σημείο,
- αδυναμίας εγκατάστασης, λόγω τεχνικών και γεωγραφικών ιδιαιτεροτήτων (πχ. αδυναμία σύνδεσης με το ηλεκτροδοτικό δίκτυο, ακατάλληλο έδαφος κ.α.) και
- δυνατότητας εγκατάστασης σταθμών φόρτισης σε υφιστάμενες υποδομές εκτός ΣΕΑ/ΧΣΑ (πχ. πρατήρια καυσίμων, μικρότερες εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης και αναψυχής αυτοκινητιστών κ.α.), με την κατασκευή απαραίτητων κόμβων για τη σύνδεση αυτών με τους αυτοκινητοδρόμους, όπου απαιτείται.

Βάσει της παγκόσμιας έκθεσης για τα ηλεκτρικά οχήματα του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας και του Κέντρου Κλιματικών και Ενεργειακών Λύσεων, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ 2 διαδοχικών ταχυφορτιστών για ηλεκτρικά οχήματα στην Ευρώπη ορίζεται στα 60 km<sup>16</sup> (Center for Climate and Energy Solutions, 2015). Στην παραδοχή αυτή στηρίχθηκε και η διερεύνηση της χωρικής κατανομής των ταχυφορτιστών στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία 2014/94/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, ο στόχος για τους δημόσια προσβάσιμους σταθμούς φόρτισης στους αυτοκινητοδρόμους της ΕΕ αποτελεί η ύπαρξη ενός σταθμού ανά 10 ηλεκτρικά οχήματα. Ωστόσο, εξαιτίας της άνισης ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης σε αρκετές χώρες της ΕΕ (κυρίως νότιες και ανατολικές σε σύγκριση τις χώρες της βόρειας και κεντρικής Ευρώπης), ο στόχος αυτός προβλέπεται να επιτευχθεί μετά το 2020 (IEA, 2018).

---

<sup>16</sup> Για τους σταθμούς ταχείας φόρτισης επιλέγεται η απόσταση των 60 km, ως παραδοχή χιλιομετρικής αυτονομίας για φόρτιση 30 λεπτών και με μια συντηρητική παραδοχή για ισχύ 30 kW (Center for Climate and Energy Solutions, 2015).

Διάγραμμα 38. Σταθμοί ταχείας φόρτισης σε αυτοκινητοδρόμους της Κίνας, ΕΕ και ΗΠΑ και στόχοι χιλιομετρικής κατανομής (2018)



Notes: The values for China refer to a governmental target (2020). The European Union values refer to the targets set in the AFI Directive (2020). The United States values refer to the targets set by the Electrify America project (2030).  
Sources: Ou (2017); China Daily (2017); European Commission (2017c); Electrify America (2018a).

Πηγή: International Energy Agency (IEA), 2018

### 3.2. Σχεδιασμός

Για τον σχεδιασμό των αυτοκινητοδρόμων, των προτεινόμενων σημείων φόρτισης ΗΟ, των ΣΕΑ, των ΧΣΑ και των περιοχών καταλληλότητας των 3 τελευταίων σημειακών layer και για τις 2 κατευθύνσεις κυκλοφορίας των αυτοκινητοδρόμων, χρησιμοποιήθηκαν μελέτες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής καθώς και χάρτες των αυτοκινητοδρόμων από τις ιστοσελίδες των εταιρειών διαχείρισης, όπως και ψηφιακά χωρικά δεδομένα του OpenStreetMap.

Αρχικά, σχεδιαστήκαν στο πρόγραμμα QGIS όλοι οι μεγάλοι αυτοκινητόδρομοι της ηπειρωτικής χώρας<sup>17</sup> ως 6 γραμμικά διανύσματα (line vectors) που μελετήθηκαν ξεχωριστά το καθένα. Στη συνέχεια, με τη χρήση του plugin QChainage, διαχωρίστηκαν διαδοχικά σε απόσταση 60 km, δημιουργώντας τα προτεινόμενά σημεία φόρτισης ΗΟ, ως προς το πρώτο σημείο φόρτισης. Σύμφωνα με τη μελέτη του Κοινού Κέντρου Ερευνών (Joint Research Center) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το πρώτο σημείο φόρτισης ΗΟ για ένα αυτοκινητόδρομο θεωρήθηκε η αρχή του εκάστοτε γραμμικού διανύσματος (και στις 2 κατευθύνσεις κυκλοφορίας), εφόσον βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη

<sup>17</sup> Στην παρούσα μελέτη, δεν λήφθηκε υπόψιν ο Βόρειος Οδικός Άξονας Κρήτης, διότι η Κρήτη θεωρήθηκε μεμονωμένη περιοχή της Ελλάδας, η οποία αποτελεί ιδιαίτερη περιοχή μελέτης για εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, με διαφορετικά χαρακτηριστικά από την υπόλοιπη ηπειρωτική χώρα, όπως η μεγαλύτερη ένταση του τουρισμού, η ενεργειακή της εξάρτηση από το πετρέλαιο για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ο μη ολοκληρωμένος αυτοκινητόδρομος σε πολύ μεγάλο τμήμα του και η επικινδυνότητά του. Συνεπώς η Κρήτη μαζί με τα υπόλοιπα ελληνικά νησιά, τις περιφερειακές οδούς και τις πόλεις της χώρας αποτελούν ξεχωριστές περιπτώσεις μελέτης, η καθεμιά με τα δικά της χαρακτηριστικά, οι οποίες απαιτούν διαφορετική μεθοδολογική προσέγγιση και χρήζουν άμεσης μελλοντικής μελέτης.



των 60 km από κάποιον ΣΕΑ. Όταν η απόσταση του ΣΕΑ από την αρχή του διανύσματος του αυτοκινητοδρόμου είναι μικρότερη των 60 km, το προτεινόμενο σημείο συμπίπτει με τον ΣΕΑ. Από το πρώτο προτεινόμενο σημείο φόρτισης και έπειτα, η διαδοχική απόσταση των σημείων φόρτισης ΗΟ διατηρείται ανά 60 km και για 2 ρεύματα κατεύθυνσης του αυτοκινητοδρόμου (Gkatzoflias, et al., 2016).

Κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού, παρατηρήθηκε πως πολλά από τα προτεινόμενα σημεία σταθμών φόρτισης δεν απέχουν πάνω από 20 km από εγκαταστάσεις ΣΕΑ. Συνεπώς, στο πλαίσιο εξοικονόμησης χρήματος και χώρου, σχεδιάστηκε μια περιοχή εμβέλειας ακτίνας 10 km ως προς τους ΣΕΑ. Στην ίδια βάση, σχεδιάστηκε, επιπλέον, μια περιοχή καταλληλότητας με ακτίνα επίσης 10 km ως προς τα προτεινόμενα σημεία σταθμών φόρτισης και στις 2 κατευθύνσεις των αυτοκινητοδρόμων, έτσι ώστε, εφόσον υπάρχει επικάλυψη αυτών των 2 ζωνών, να εγκαθίσταται ο νέος σταθμός φόρτισης σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις των ΣΕΑ, μειώνοντας τα έξοδα διαμόρφωσης ειδικού χώρου για τον ανεφοδιασμό των ηλεκτρικών οχημάτων και τυχόν άλλων υπηρεσιών αναψυχής. Σύμφωνα με την διεθνή έκθεση για τα ηλεκτρικά οχήματα, η απόσταση 2 διαδοχικών σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων της τάξεως των 60- 80 km θεωρείται ανεκτή, εφόσον υπάρχουν ήδη εγκαταστάσεις που μπορούν να υποστηρίξουν τη λειτουργία ταχυφορτιστών (IEA, 2018).

Οι αυτοκινητόδρομοι κατηγοριοποιήθηκαν, κυρίως ως προς την εταιρεία συντήρησης και λειτουργίας του εκάστοτε αυτοκινητοδρόμου, δίχως να ακολουθείται ευλαβικά το συγκεκριμένο μοτίβο. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω χάρτη, τα τμήματα των αυτοκινητοδρόμων που σχεδιάστηκαν και διατρέχουν την ηπειρωτική χώρα είναι:

1. ο ΠΑΘΕ (τμήμα Αθήνα- Θεσσαλονίκη, ο συγκεκριμένος αυτοκινητόδρομος αν και συντηρείται από 3 διαφορετικές εταιρείες θεωρήθηκε ως ένα ενιαίο τμήμα αυτοκινητόδρομου διότι ενώνει τις 2 μεγαλύτερες πόλεις της χώρας),
2. ο αυτοκινητόδρομος Αθήνα- Μεσσηνία (Ολύμπια οδός, Αττική Οδός, συνέχεια του ΠΑΘΕ) και το υπό σχεδίαση τμήμα έως την ένωση με τον Κεντρικό Άξονα Πελοποννήσου,
3. ο αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδας (Κεντρική Οδός, Ε65),
4. η Εγνατία Οδός και οι κάθετοι άξονές της,
5. ο αυτοκινητόδρομος Δυτικής Ελλάδας (Ιόνια Οδός) και
6. ο Κεντρικός Άξονας Πελοποννήσου (αυτοκινητόδρομος Μορέας).

Χάρτης 4. Ελληνικό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων



Πηγή: <https://ypodomes.com/deite-ton-diadrastiko-xarti-me-tous-ellinikoys-aftokinitodromous-ti-leitourgei-kai-ti-oxi-d3/>

Με βάση τις πιο αξιόπιστες, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (IEA, 2018), ιστοσελίδες εντοπισμού σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Plugshare, Chargemap, Chargepoint, Openchargemap), σχεδιάστηκαν όλοι οι σταθμοί φόρτισης που βρίσκονται σε λειτουργία στη χώρα, με επιφύλαξη των πιο νέων σταθμών οι οποίοι μπορεί να μην έχουν χαρτογραφηθεί ακόμη, όπως και των ιδιωτικών σταθμών φόρτισης, οι οποίοι δεν είναι εγγεγραμμένοι σε κάποιο δίκτυο φόρτισης.

Έπειτα, έγινε κατηγοριοποίηση των σταθμών φόρτισης ως προς την ισχύ με την οποία φορτίζουν (θεωρείται το πιο σημαντικό κριτήριο, καθώς είναι αυτό που καθορίζει την ταχύτητα και το απαιτούμενο χρόνο της φόρτισης). Σύμφωνα με την διεθνή έκθεση για τα ηλεκτρικά οχήματα του 2018 (IEA, 2018), κατηγοριοποιήθηκαν σε σταθμούς χαμηλής, μεσαίας και υψηλής ισχύος φορτιστές ( $\leq 3,7$  kW,  $\leq 22$  kW και  $> 22$  kW αντίστοιχα), όπως απεικονίζονται στο χάρτη που ακολουθεί. Κατά αντιστοιχία είναι η φόρτιση με οικιακούς φορτιστές, η αργή φόρτιση και η γρήγορη φόρτιση.

Χάρτης 5. Υφιστάμενες υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συνολικά χαρτογραφήθηκαν 84 σταθμοί φόρτισης όλων των επιπέδων, εκ των οποίων οι 13 ήταν ταχυφορτιστές, οι 41 μεσαίας ισχύος και οι 30 αργοί (οικιακοί) φορτιστές, όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 14. Πίνακας υφιστάμενων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων που βρέθηκαν κατά τη μελέτη

Ταχύτητα φόρτισης	Σταθμοί φόρτισης
Αργή	30
Μεσαία	41
Ταχεία	13
<b>Σύνολο</b>	<b>84</b>

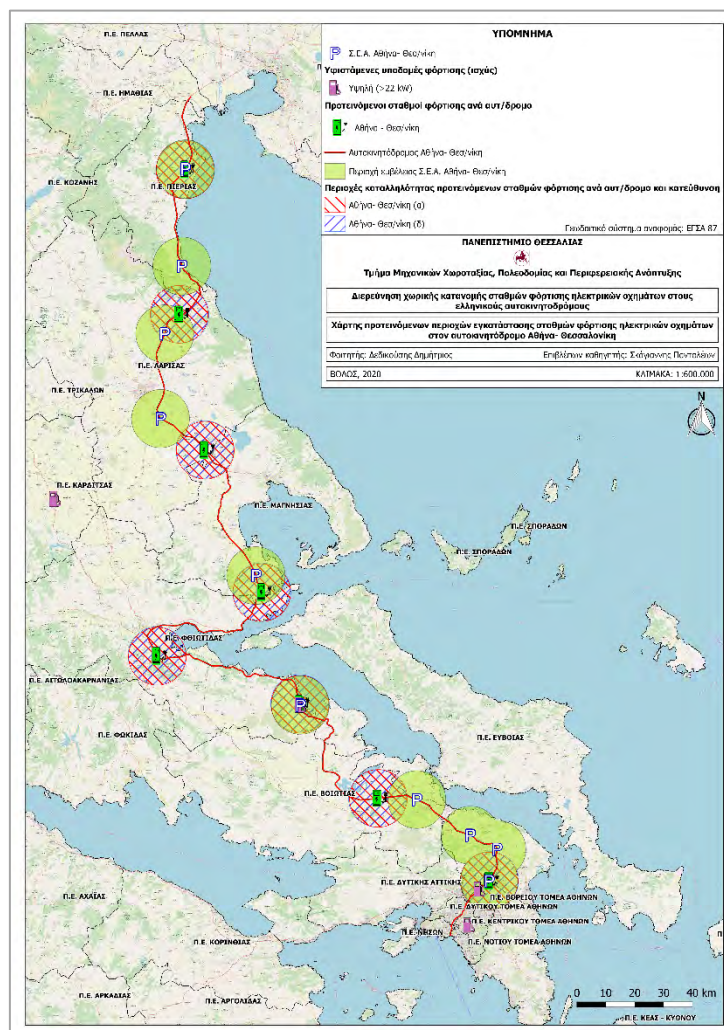
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Φυσικά, αυτό σημαίνει πως οι εν ενεργεία σταθμοί φόρτισης είναι τουλάχιστον 84 στην Ελλάδα, διότι αυτοί ήταν δυνατό να καταγραφούν από την αναζήτηση σε 4 αξιόπιστες ιστοσελίδες και οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κάποιο δίκτυο φόρτισης. Λόγω της ανεπάρκειας δεδομένων σχετικά με τις υφιστάμενες υποδομές φόρτισης, θεωρείται βέβαιο πως υπάρχουν περισσότεροι σταθμοί φόρτισης στη χώρα, καθώς δεν είναι δυνατός ο εντοπισμός όλων των σταθμών και επιπέδων φόρτισης. Σχετικά άρθρα αναφέρουν πως στη χώρα λειτουργούν 100- 150 σταθμοί, όλων των επιπέδων (Μπαλής, 2019).

### 3.3. Προτεινόμενα σημεία ταχείας φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ανά αυτοκινητόδρομο

#### 3.3.1. Αυτοκινητόδρομος Αθήνα- Θεσσαλονίκη (ΠΑΘΕ)

Χάρτης 6. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα- Θεσσαλονίκη



Πηγή: ίδια επεξεργασία

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιεγράφηκε αναλυτικά στην προηγούμενη παράγραφο, εντοπίζεται πως για το μεγαλύτερο μέρος του αυτοκινητόδρομου Αθήνας- Θεσσαλονίκης δεν απαιτείται δημιουργία νέων υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, παρά μόνο η εγκατάσταση των συσκευών φόρτισης στα υφιστάμενα ΣΕΑ. Εξαιρέση αποτελούν 2 περιοχές καταλληλότητας (μια προς κάθε κατεύθυνση), στην περιοχή της Φθιώτιδας, κοντά στη Λαμία, όπου απαιτείται η δημιουργία 2 ξεχωριστών εγκαταστάσεων σταθμών φόρτισης, εκατέρωθεν του αυτοκινητόδρομου, διότι δεν εντοπίζεται υφιστάμενος Σταθμός Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών σε απόσταση μικρότερη των 10 km.

Συνολικά απαιτείται η εγκατάσταση **14 σημείων φόρτισης** ηλεκτρικών οχημάτων, σε όλο μήκος του αυτοκινητόδρομου Αθήνας- Θεσσαλονίκης, εκ των οποίων τα 2 σημεία απαιτούν επιπλέον δημιουργία χώρου υποδομής για τη στάθμευση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και την εγκατάσταση των συσκευών ταχυφόρτισης, ενώ για τα υπόλοιπα 12 σημεία απαιτείται η εγκατάσταση μόνο των συσκευών φόρτισης, καθώς υπάρχει υφιστάμενος ΣΕΑ σε κοντινή απόσταση από τις εκάστοτε περιοχές καταλληλότητας.

### Υφιστάμενοι σταθμοί

Στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα- Θεσσαλονίκη υπάρχουν σε λειτουργία 2 σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους ΣΕΑ Αταλάντης, εκατέρωθεν των 2 κυκλοφοριακών ρευμάτων. Αξίζει να σημειωθεί πως οι συγκεκριμένοι σταθμοί φόρτισης τροφοδοτούνται με ρεύμα που παρέχεται εξ ολοκλήρου από Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας, εξαλείφοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της τροφοδοσίας των ηλεκτρικών οχημάτων κατά τη φόρτιση (Chargemap, 2019).

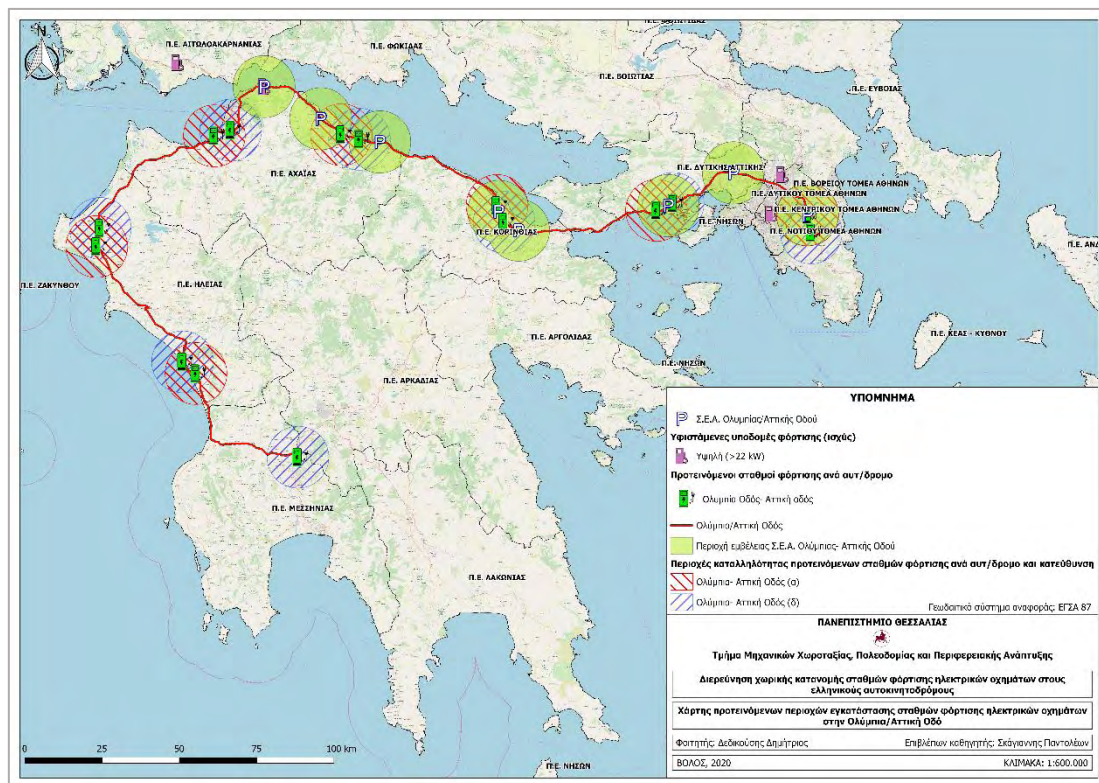
Εικόνα 28. Ταχυφορτιστής Terra 54 High Voltage της ABB στο ΣΕΑ Αταλάντης



Πηγή: Chargemap, 2019

### 3.3.2. Αυτοκινητόδρομος Αθήνα- Μεσσηνία (Αττική- Ολυμπία οδός, ΠΑΘΕ) & υπό σχεδίαση τμήματα

Χάρτης 7. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα- Μεσσηνία

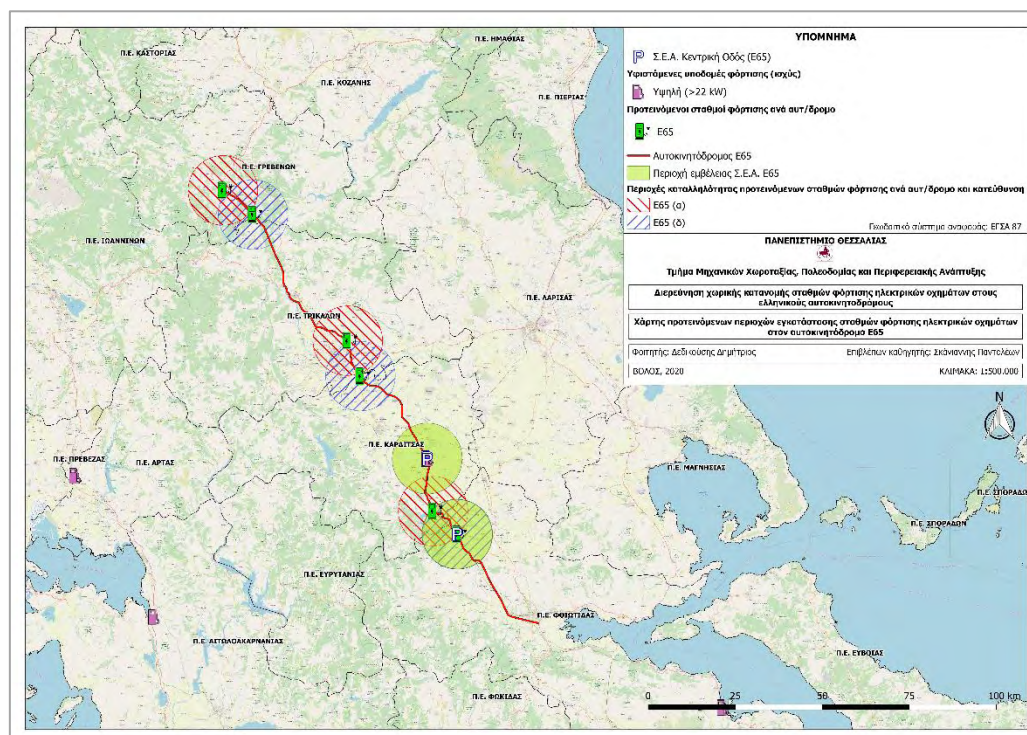


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα- Μεσσηνία, εντοπίστηκε η ανάγκη δημιουργίας 15 συνολικά σημείων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, εκ των οποίων τα 2 σημεία γειτνιάζουν στον ΣΕΑ Ψαθόπυργου, όπου λειτουργεί σταθμός φόρτισης υψηλής ισχύος. Συνεπώς τα προτεινόμενα σημεία μειώνονται **στα 13**, από τα οποία τα 8 μπορούν να εγκατασταθούν σε υφιστάμενους ΣΕΑ της Ολυμπίας και της Αττικής Οδού και τα υπόλοιπα 5 απαιτούν τη δημιουργία ξεχωριστών εγκαταστάσεων για τη στάθμευση και φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων και τυχόν υπηρεσιών αναψυχής και ξεκούρασης.

### 3.3.3. Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδας (E65)

Χάρτης 8. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Κεντρικής Ελλάδας (E65)



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον αυτοκινητόδρομο E65 (Κεντρική Οδός) εντοπίζεται η ανάγκη εγκατάστασης συνολικά 6 σημείων φόρτισης, 3 σε κάθε κατεύθυνση. Για τα 4 σημεία φόρτισης (2 σε κάθε κατεύθυνση) απαιτείται και η δημιουργία χώρου στάθμευσης για τη φόρτιση των οχημάτων, πέραν της συσκευής φόρτισης, εκ των οποίων τα 2 νέα προτεινόμενα σημεία εντοπίζονται στη συμβολή της Εγνατίας Οδού με τον E65 και τα άλλα 2 νοτιοανατολικά της πόλης των Τρικάλων.

#### Υφιστάμενοι σταθμοί

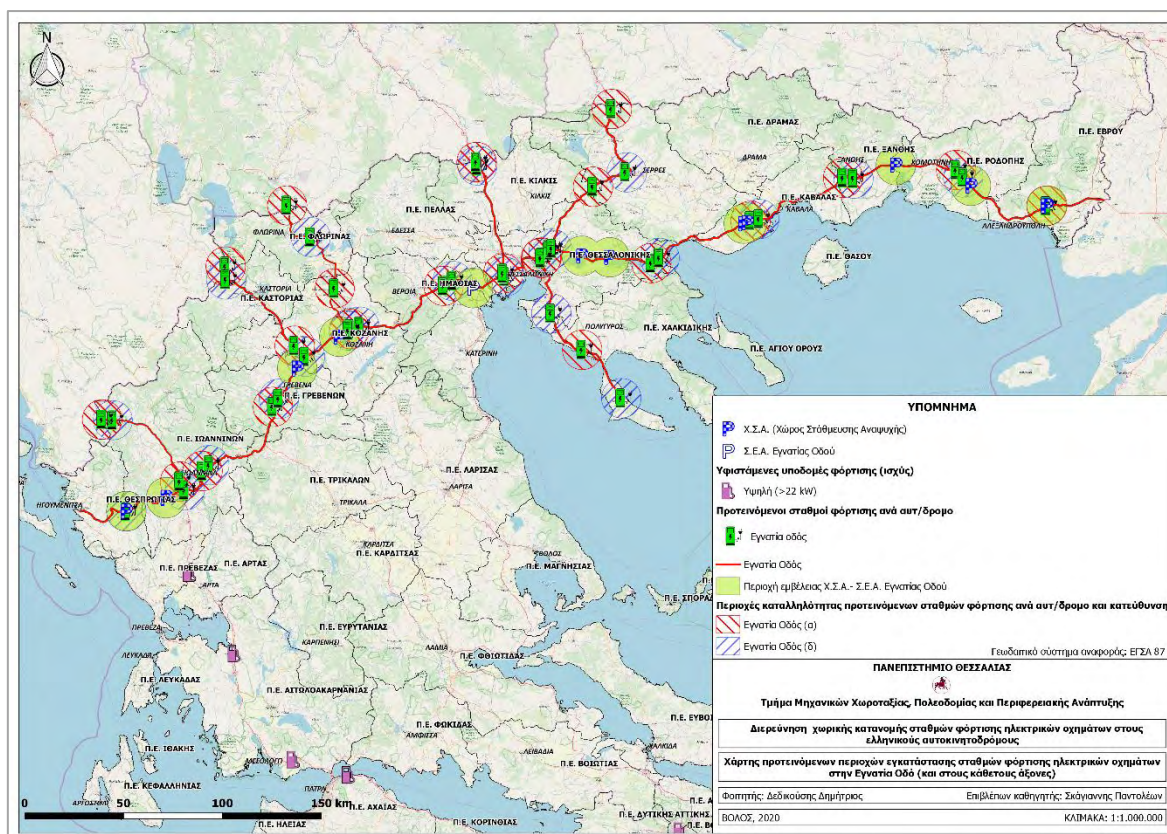
Σύμφωνα με τη μεθοδολογία τη παρούσας μελέτης, αν και ο ΣΕΑ Ξυνιάδας έμοιαζε ως ιδανικότερη τοποθεσία για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης, πρόσφατα στους εκατέρωθεν ΣΕΑ Σοφάδων εγκαταστάθηκαν 2 σταθμοί ταχυφόρτισης. Έτσι, **τα απαιτούμενα σημεία φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Κεντρικής Ελλάδος μειώνονται στα 4**, καθώς, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, πληρούται το κριτήριο της ελάχιστης απόστασης των 60 km ανά σταθμό φόρτισης στους ΣΕΑ Σοφάδων και στις 2 κατευθύνσεις του αυτοκινητοδρόμου. Φυσικά, αυτό δεν αποκλείει την ενδεχόμενη λειτουργία σταθμών φόρτισης και στους ΣΕΑ Ξυνιάδας, καθώς η εταιρεία κατασκευής του αυτοκινητοδρόμου δεν έχει θέσει σε λειτουργία ακόμη τους συγκεκριμένους ΣΕΑ και εκκρεμεί η ολοκλήρωση του νότιου οδικού τμήματος του αυτοκινητοδρόμου Ξυνιάδα- Λαμία, το οποίο



προβλέπεται να ολοκληρωθεί το 2021, όσο και του βόρειου τμήματος από τα Τρίκαλα έως τη Εγνατία Οδό (Λιάλιος, 2019).

### 3.3.4. Αυτοκινητόδρομος της Εγνατίας Οδού και οι κάθετοι άξονες

Χάρτης 9. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Εγνατίας οδού



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

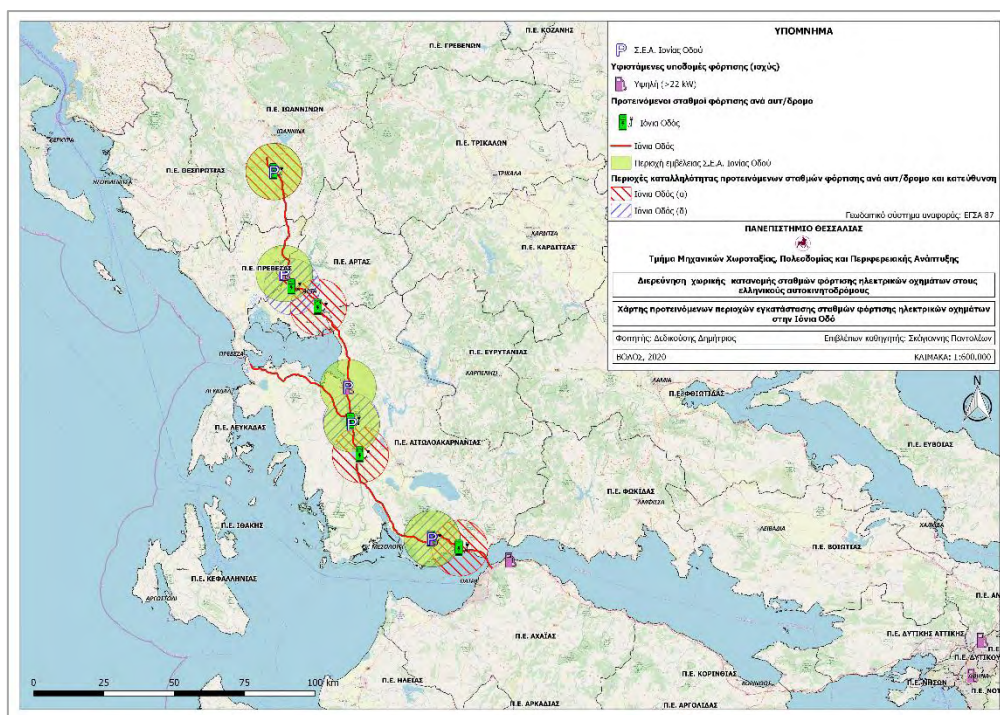
Η Εγνατία οδός αποτελεί τον αυτοκινητόδρομο με τους περισσότερους προτεινόμενους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, μιας και αποτελεί τον μεγαλύτερο σε μήκος εξεταζόμενο αυτοκινητόδρομο της χώρας στην παρούσα μελέτη (670 χλμ.).

Συμφώνα με τη μεθοδολογία χωρικής κατανομής των σταθμών φόρτισης, υπολογίζονται **44 προτεινόμενες θέσεις σταθμών φόρτισης** ηλεκτρικών οχημάτων. Από αυτούς, οι 10 γειτνιάζουν με ΧΣΑ και προτείνεται εκεί η εγκατάστασή τους. Οι υπόλοιποι 34 σταθμοί θα πρέπει να φιλοξενηθούν σε νέες υποδομές. Ο μεγάλος αριθμός των νέων υποδομών έγκειται στο γεγονός πως, παρότι πολλά προτεινόμενα σημεία γειτνιάζουν με υφιστάμενα ΧΣΑ, αποτελούν σημεία των κάθετων αξόνων στη Εγνατία οδό, οι οποίοι και εξετάστηκαν ως ξεχωριστά τμήματα αυτοκινητοδρόμων για λόγους άρσης αποκλεισμού πρόσβασης των χρηστών σε ταχυφορτιστές στις περιπτώσεις αλλαγής

αυτοκινητοδρόμου και ύπαρξης ικανού αριθμού σημείων ταχείας φόρτισης σε κάθε τμήμα αυτοκινητοδρόμου.

### 3.3.5. Αυτοκινητόδρομος Δυτικής Ελλάδας (Ιόνια Οδός)

Χάρτης 10. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Δυτικής Ελλάδας (Ιόνια Οδός)

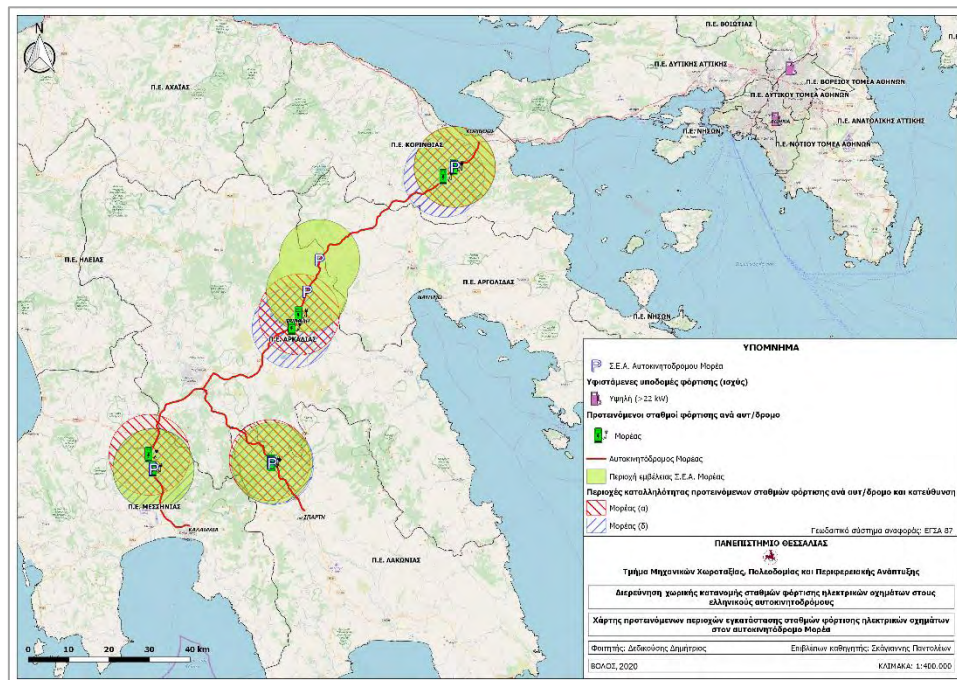


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, η Ιόνια Οδός αποτελεί τον μόνο αυτοκινητόδρομο στην Ελλάδα, ο οποίος είναι πλήρως εξοπλισμένος (ή πρόκειται να είναι στο προσεχές διάστημα), με σταθμούς φόρτισης υψηλής ισχύος σε όλο το μήκος του. Συγκεκριμένα, σε κάθε ΣΕΑ υπάρχει σταθμός φόρτισης υψηλής ισχύος της εταιρείας ABB. Αυτό προέκυψε και από την εξέταση ανάγκης για σταθμούς φόρτισης στο QGIS όπου τηρείται άψογα το όριο απόστασης διαδοχικών σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων των 60 km, καθιστώντας την Ιόνια Οδό πλήρως εφοδιασμένη για τη εποχή των ηλεκτρικών οχημάτων. Σε επόμενο στάδιο και εάν οι σταθμοί φόρτισης δεν αρκούν λόγω αύξησης του φόρτου των οχημάτων, προτείνεται η εγκατάσταση περισσότερων σταθμών.

### 3.3.6. Κεντρικός Άξονας Πελοποννήσου (αυτοκινητόδρομος Μορέας)

Χάρτης 11. Προτεινόμενοι σταθμοί φόρτισης στον αυτοκινητόδρομο Μορέα (Κεντρικός Άξονας Πελοποννήσου)



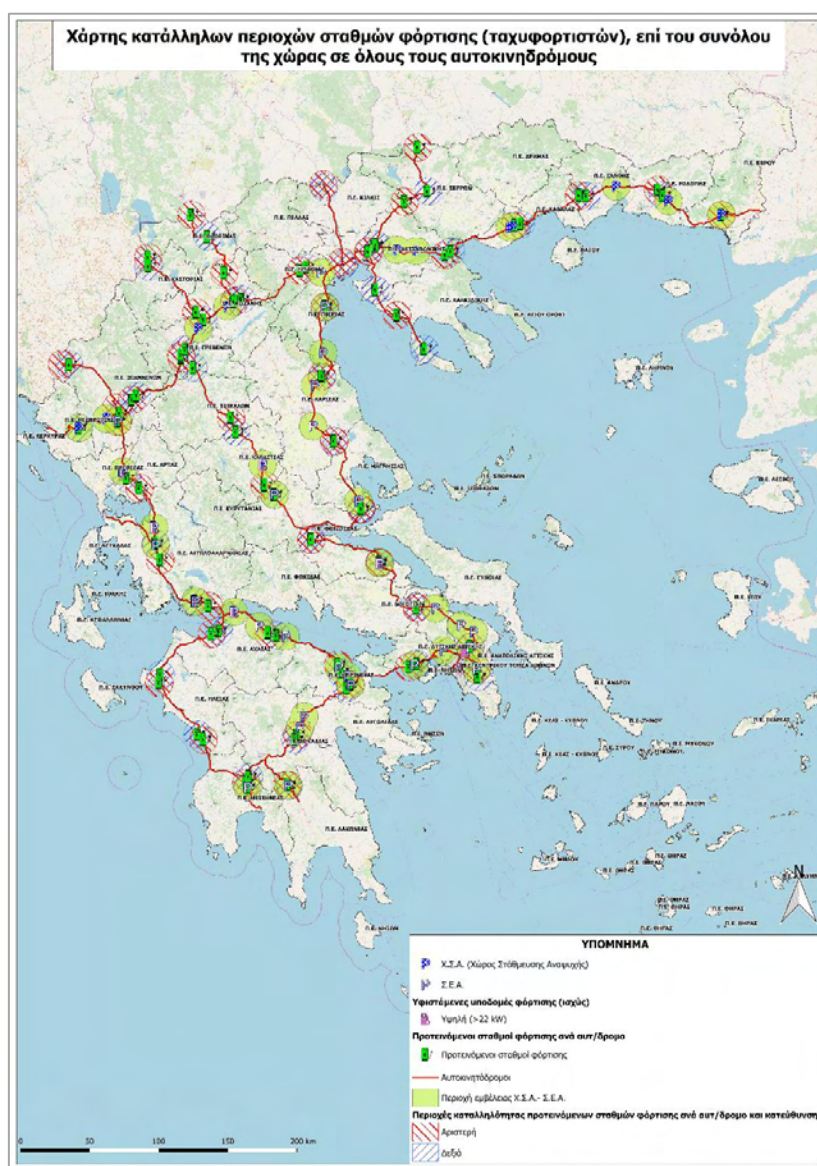
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον αυτοκινητόδρομο Μορέα της Πελοποννήσου, προτείνεται η εγκατάσταση **συνολικά 8 σημείων** φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, 4 σε κάθε κατεύθυνση. Όλες οι προτεινόμενες περιοχές καταλληλότητας γειτνιάζουν με τους ΣΕΑ του αυτοκινητόδρομου Μορέα, καθώς τέμνονται από τις περιοχές εμβέλειας των ΣΕΑ (ακτίνας 10 km). Συνεπώς προτείνεται η εγκατάσταση μόνο των κατάλληλων συσκευών ταχυφόρτισης στα υφιστάμενα ΣΕΑ.

### 3.4. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε, προκύπτει συνολικά η ανάγκη για εγκατάσταση και λειτουργία **83 σημείων** ταχείας φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, ούτως ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες ανεφοδιασμού ηλεκτρικών οχημάτων, στο σύνολο των ελληνικών αυτοκινητοδρόμων.

Χάρτης 12. Κατάλληλες περιοχές για εγκατάσταση σταθμών ταχείας φόρτισης, στο σύνολο των ελληνικών αυτοκινητοδρόμων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από αυτά, τα 50 σημεία δύναται να εγκατασταθούν σε υφιστάμενα ΣΕΑ/ΧΣΑ, ενώ για τα υπόλοιπα 33 προτείνεται η δημιουργία και εγκατάσταση νέων υποδομών φόρτισης με θέσεις στάθμευσης για τα ηλεκτρικά οχήματα και τους απαραίτητους φορτιστές, των οποίων και το κόστος κατασκευής

είναι προφανώς μεγαλύτερο, καθώς πέραν της εγκατάστασης της συσκευής φόρτισης προστίθεται και η διαμόρφωση χώρου για φόρτιση ΗΟ.

Πίνακας 15. Προτεινόμενα σημεία ταχείας φόρτισης ΗΟ στους ελληνικούς αυτοκινητοδρόμους

Αυτοκινητόδρομος	Νέα υποδομή φόρτισης ΗΟ	Εγκατάσταση συσκευής φόρτισης σε ΣΕΑ/ΧΣΑ	Σύνολο
1. Αθήνα- Θεσσαλονίκη (ΠΑΘΕ)	2	12	14
2. Αθήνα- Μεσσηνία	5	8	13
3. Κεντρικής Ελλάδας (Ε65)	4	-	4
4. Εγνατία Οδός και οι κάθετοι άξονες	34	10	44
5. Δυτικής Ελλάδας (Ιόνια Οδός)	-	-	-
6. Κεντρικός Άξονας Πελοποννήσου (αυτοκινητόδρομος Μορέας)	-	8	8
<b>Σύνολο</b>	<b>45</b>	<b>38</b>	<b>83</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όσον αφορά στην εγκατάσταση σταθμού φόρτισης σε υφιστάμενα ΣΕΑ/ΧΣΑ, η ανάγκη λύνεται μόνο με την εγκατάσταση και λειτουργία του σταθμού, καθώς υπάρχουν ήδη θέσεις στάθμευσης οχημάτων οι οποίες μπορούν να δεσμευθούν για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ή να δημιουργηθούν νέες, εφόσον δεν επαρκούν οι υφιστάμενες θέσεις. Το πρόβλημα έγκειται περισσότερο στις νέες υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς θα πρέπει να δημιουργηθούν εκ νέου εγκαταστάσεις στάθμευσης ΗΟ, συσκευών φόρτισης ΗΟ και πιθανώς καταστημάτων αναψυχής και αναμονής για τους επιβάτες μέχρι να φορτίσουν το όχημά τους, ή να εγκατασταθούν σε εγκαταστάσεις εκτός ΣΕΑ, εάν γειτνιάζουν με πρατήρια καυσίμων ή μικρότερες υποδομές αναψυχής. Τέλος, στο πλαίσιο υπολογισμού της επενδυτικής ικανότητας των νέων αυτών υποδομών, επιχειρείται στο επόμενο κεφάλαιο η αξιολόγηση της επένδυσης της εγκατάστασης του σταθμού φόρτισης σε ΣΕΑ/ΧΣΑ.

## 4. Αξιολόγηση της επένδυσης

Στο πλαίσιο της ανάλυσης της οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, προσεγγίζεται σε αυτό το κεφάλαιο, η οικονομοτεχνική ανάλυση της εγκατάστασης και λειτουργίας ενός σταθμού ταχείας φόρτισης ΗΟ, έχοντας ως βάση την ανάλυση επιχειρηματικών μοντέλων εγκατάστασης σταθμών ταχείας φόρτισης στις ΗΠΑ.

Καθώς οι βιβλιογραφικές πηγές σχετικά με το συνολικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας είναι πολύ περιορισμένες και έχοντας υπόψιν πως οι εταιρείες παροχής και εγκατάστασης σταθμών φόρτισης δε χορηγούν στοιχεία σχετικά με το κόστος κατασκευής και εγκατάστασης ενός σταθμού, επιχειρείται σε αυτό το κεφάλαιο, η διαμόρφωση με τον, όσο το δυνατόν, καλύτερο τρόπο μιας γενικής εικόνας σχετικά με το αρχικό κόστος κατασκευής ενός σταθμού ταχείας φόρτισης, τα αναμενόμενα κέρδη που μπορεί να επιτύχει, τους πιθανούς χρηματοδοτικούς πόρους και την τελική αξιολόγηση της επένδυσης. Υπό αυτό το πρίσμα, πραγματοποιείται η ανάλυση 3 σεναρίων ως προς τα κριτήρια των χρηματοδοτικών εργαλείων και του επιτοκίου των κεφαλαίων, με τον καθορισμό παραδοχών, ούτως ώστε να αποτυπωθεί η επενδυτική ικανότητα αυτής της υποδομής.

### 4.1. Περίοδος κατασκευής και λειτουργίας

Σύμφωνα με τα βιβλιογραφία, ο συνολικός οικονομικός χρόνος ζωής/λειτουργίας ενός σταθμού φόρτισης ΗΟ υπολογίζεται στα 10 έτη (Center for Climate and Energy Solutions, 2015; US Department of Energy, Costs Associated With Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment, 2015). Συνεπώς, τόσα χρησιμοποιούνται και στους πίνακες αξιολόγησης της επένδυσης, σε αυτή την εργασία. Επιπλέον, η απαιτούμενη περίοδος για την κατασκευή του περιβάλλοντος χώρου και την εγκατάσταση ενός σταθμού ταχείας φόρτισης ΗΟ είναι το 1 έτος (Center for Climate and Energy Solutions, 2015). Στην παρούσα μελέτη, ως έτος κατασκευής ορίσθηκε το έτος 0 και ως χρονική διάρκεια λειτουργίας του εκάστοτε σταθμού τα 10 έτη.

### 4.2. Παραδοχές για την αξιολόγηση της επένδυσης

Για την αξιολόγηση της επένδυσης και την οικονομοτεχνική σύγκριση των σεναρίων χρηματοδότησης που θα αναλυθούν στην επόμενη παράγραφο, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ).

Σύμφωνα με το Κέντρο Ενεργειακών και Κλιματικών λύσεων, η αποδοτικότητα των κεφαλαίων ή το επιτόκιο για συναφείς επενδύσεις κυμαινόταν, το 2015, στα επίπεδα του 15%, ποσοστό ιδιαίτερα υψηλό και απαγορευτικό για τους επενδυτές καθώς η επένδυση κεφαλαίων σε υποδομές φόρτισης ΗΟ θεωρείτο υψηλού ρίσκου και συνεπώς οι επενδυτές δεν την επέλεξαν (Center for Climate and

Energy Solutions, 2015). Φυσικά, η αποδοτικότητα των κεφαλαίων δεν εξαρτάται αποκλειστικά από το ρίσκο που ενέχει μια επένδυση, αλλά και από την οικονομική κατάσταση μιας χώρας, το επενδυτικό περιβάλλον που επικρατεί, τον ανταγωνισμό στον τομέα επένδυσης κ.α.

Στην παρούσα εργασία, λαμβάνεται η παραδοχή δύο διαφορετικών ποσοστών αποδοτικότητας στα επίπεδα του 5% και 10%, τα οποία εφαρμόζονται σε κάθε ένα σενάριο χρηματοδότησης. Η επιλογή των συγκεκριμένων ποσοστών οφείλεται στη σημαντική ανάπτυξη των υποδομών φόρτισης σήμερα, σε σχέση με το 2015, στη γενικότερη προώθηση της ηλεκτροκίνησης διεθνώς και στις ενδείξεις για πιο ισχυρή ανάπτυξη στο μέλλον, τα οποία ενδέχεται να μειώσουν σημαντικά το ρίσκο της συγκεκριμένης επένδυσης (International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019). Κατά συνέπεια, επιλέχθηκαν δύο διαφορετικά ποσοστά επιτοκίων, ανάλογα με τον βαθμό ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης και συνεπώς μειωμένου ρίσκου επένδυσης:

- $r = 5\%$ , ως επένδυση χαμηλού ρίσκου από τους επενδυτές, εξ αιτίας της προβλεπόμενης μεγάλης ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης και
- $r = 10\%$ , ως επένδυση υψηλότερου ρίσκου, λόγω της συντηρητικής ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης.

Διάγραμμα 39. Δημόσια προσβάσιμοι σταθμοί φόρτισης ΗΟ ανά χώρα (2005-2018)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Australia													40	61
Brazil														5
Canada								2	7	55	63	135	673	840
Chile							2	8	8	10	15	15	21	26
China										9 000	12 101	54 889	83 395	111 333
Finland									17	26	130	141	141	225
France								9	102	127	580	998	1 031	1 396
Germany								18	47	240	471	1 688	1 801	2 612
India												25	25	25
Japan						312	801	1 381	1 794	2 877	5 971	7 061	7 255	7 684
Korea							33	118	177	237	341	491	2 531	3 910
Mexico													16	29
Netherlands								21	21	121	222	404	407	819
New Zealand													104	204
Norway							18	58	140	200	328	501	917	1 226
Portugal							6	7	17	17	22	41	153	184
South Africa													37	81
Sweden								5	20	100	269	425	615	950
Thailand													8	8
United Kingdom									36	256	560	1 066	1 763	2 179
United States			42	42	47	60	489	1 464	1 877	2 518	3 524	3 079	3 436	4 242
Others							7	205	561	674	1 681	2 195	2 865	4 951
Total			42	42	47	372	1 356	3 332	5 044	16 762	26 784	73 851	107 650	143 502

Πηγή: International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative, 2019

#### 4.2.1. Οικονομικές παραδοχές

Σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα προϋπολογισμού, η εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης θεωρείται ιδιαίτερα υψηλή για τα σημερινά επίπεδα αποδοτικότητας και κοστίζει περίπου 100.000 \$, εξ αιτίας του μεγάλου αρχικού κόστους της συσκευής φόρτισης και της πολύπλοκης διαδικασίας

εγκατάστασης και σύνδεσης του σταθμού φόρτισης με το ηλεκτροδοτικό δίκτυο (Center for Climate and Energy Solutions, 2015). Συνεπώς, η παραδοχή για το συνολικό **κόστος κατασκευής** ενός σταθμού ταχείας φόρτισης υπολογίσθηκε στις **100.000 €**, ως μια μέση τιμή σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, όπου ένας σταθμός ταχείας φόρτισης κοστίζει από 75.000 \$ έως 140.000 \$, στις ΗΠΑ (Nicholas, 2019).

Πίνακας 16. Πίνακας προϋπολογισμού του κόστους κατασκευής και λειτουργίας της επένδυσης

COMPONENT	COST (2012)	COST (STUDY)
DC Fast Charging Equipment	\$58,000 per unit	\$35,000 per unit
Level 2 Charging Station Co-Located with DC Fast Charging Station	\$2,500 per unit	\$2,500 per unit
Equipment Installation (Labor and Electric-Panel Upgrade)	\$26,000 per location	\$26,000 per location
Host-Site Identification, Analysis, and Screening	\$5,000 per location	\$5,000 per location
Negotiation, Legal Review, and Execution of Lease	\$6,000 per location	\$6,000 per location
Utility Interconnection	\$12,500 to \$25,000 per location	\$20,000 per location
Total	\$109,500 to \$122,000	\$94,500

Πηγή: Center for Climate and Energy Solutions, 2015

**Το λειτουργικό ετήσιο κόστος** της επένδυσης, περιλαμβάνει το εργατικό και υλικό κόστος για τη συντήρηση και λειτουργία του σταθμού. Αυτό υπολογίζεται στα 4.000 \$- 8.000 \$ για τις ΗΠΑ και στην παρούσα εργασία, ορίζεται σε **6.000 €**.

Όσον αφορά στα **έσοδα** από τη φόρτιση ενός ηλεκτρικού οχήματος, αυτά ορίσθηκαν **στα 2,5 €/φόρτιση**, καθώς σύμφωνα και με τα σημερινά δεδομένα, η φόρτιση ενός ηλεκτρικού οχήματος σε σταθμό ταχείας φόρτισης στην Ελλάδα, κοστίζει 2,5 €/ φόρτιση, τα οποία αποτελούν έσοδα του διαχειριστή του σταθμού, ενώ 0,25 €/ λεπτό είναι η χρέωση του ρεύματος, η οποία αποτελεί το έσοδο του διαχειριστή ηλεκτρικής ενέργειας (Chargemap, 2019). Οι συνολικές φορτίσεις ανά ημέρα ορίσθηκαν στις 20. Έτσι τα **συνολικά ετήσια έσοδα** από τις φορτίσεις των ΗΟ ανέρχονται στα **18.250 €**.

Επί της ουσίας, οι παραπάνω παραδοχές, οι οποίες αποτελούν και το 1<sup>ο</sup> Σενάριο βάσης, όπου δεν λαμβάνεται καμία χρηματοδότηση για την εγκατάσταση και λειτουργία του σταθμού φόρτισης, είναι ίδιες για όλα τα σενάρια χρηματοδότης που αναλύονται παρακάτω.



### 4.3. Σενάρια αξιολόγησης της επένδυσης ταχυφορτιστή ΗΟ

#### 4.3.1. 1<sup>ο</sup> Σενάριο βάσης (καμία χρηματοδότηση)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο βάσης, οι οικονομικές παραδοχές είναι αυτές που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο και δεν χρησιμοποιείται καμία χρηματοδότηση για την κάλυψη των εξόδων εγκατάστασης και λειτουργίας του σταθμού.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας αξιολόγησης της επένδυσης για το 1<sup>ο</sup> Σενάριο βάσης, για αποδοτικότητα κεφαλαίων 5% και 10%:

#### ❖ Για $r=5\%$

r= 5%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Κόστος κατασκευής	-100000										
Καθαρές ροές	-100000	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250
ΚΠΑ	-100000	11666.67	11111.11	10582.01	10078.11	9598.196	9141.139	8705.846	8291.282	7896.459	7520.437
<b>Σύνολο</b>	<b>-100000</b>	<b>-88333.3</b>	<b>-77222.2</b>	<b>-66640.2</b>	<b>-56562.1</b>	<b>-46963.9</b>	<b>-37822.8</b>	<b>-29116.9</b>	<b>-20825.6</b>	<b>-12929.2</b>	<b>-5408.75</b>

#### ❖ Για $r=10\%$

r= 10%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Κόστος κατασκευής	-100000										
Καθαρές ροές	-100000	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250
ΚΠΑ	-100000	11136.36	10123.97	9203.606	8366.915	7606.286	6914.806	6286.187	5714.715	5195.196	4722.905
<b>Σύνολο</b>	<b>-100000</b>	<b>-88863.6</b>	<b>-78739.7</b>	<b>-69536.1</b>	<b>-61169.1</b>	<b>-53562.9</b>	<b>-46648.1</b>	<b>-40361.9</b>	<b>-34647.2</b>	<b>-29452</b>	<b>-24729.1</b>

Όπου,

- Έσοδα από φορτίσεις ανά έτος: 18.250 €
- Κόστος λειτουργίας: 6.000 €
- Κατασκευαστικό κόστος: 100.000 €
- Καθαρές ροές ανά έτος: Έσοδα - Έξοδα
- ΚΠΑ (Καθαρά παρούσα αξία): Καθαρές ροές/ $(1 + r)^n$ , όπου n: έτος

Όπως προκύπτει, και στους 2 πίνακες, η επένδυση δεν κάνει απόσβεση για τα οικονομικά ωφέλιμα 10 έτη λειτουργίας της σε κανένα έτος, καθιστώντας αυτό τον τρόπο επένδυσης ασύμφορα για έναν επενδυτή.

#### 4.3.2. 2<sup>ο</sup> Σενάριο με επιχορήγηση (κρατική ή μη)

Το 2<sup>ο</sup> Σενάριο αξιολόγησης της επένδυσης λαμβάνει ως παραδοχή τη λήψη επιχορήγησης του 30% του κόστους κατασκευής, η οποία θα ληφθεί ολόκληρη στην αρχή του έτους κατασκευής, δηλαδή 30.000 €.

Στη συνέχεια, παρατίθεται ο πίνακας αξιολόγησης της επένδυσης για το 2<sup>ο</sup> Σενάριο με επιχορήγηση (κρατική ή μη), για αποδοτικότητα κεφαλαίων 5% και 10%:

##### ❖ Για r= 5%

r= 5%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250
Επιχορήγηση (30%)	30000										
Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250
ΚΠΑ	-70000	11666.67	11111.11	10582.01	10078.11	9598.196	9141.139	8705.846	8291.282	7896.459	7520.437
<b>Σύνολο</b>	<b>-70000</b>	<b>-58333.3</b>	<b>-47222.2</b>	<b>-36640.2</b>	<b>-26562.1</b>	<b>-16963.9</b>	<b>-7822.77</b>	<b>883.0741</b>	<b>9174.356</b>	<b>17070.82</b>	<b>24591.25</b>

##### ❖ Για r= 10%

r= 10%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250
Επιχορήγηση (30%)	30000										
Κόστος κατασκευής	-100000										

Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250	12250
ΚΠΑ	-70000	11136.36	10123.97	9203.606	8366.915	7606.286	6914.806	6286.187	5714.715	5195.196	4722.905
<b>Σύνολο</b>	-70000	-58863.6	-48739.7	-39536.1	-31169.1	-23562.9	-16648.1	-10361.9	-4647.15	<b>548.0417</b>	<b>5270.947</b>

Όπου,

- Έσοδα από φορτίσεις ανά έτος: 18.250 €
- Επιχορήγηση: 30.000 €
- Κόστος λειτουργίας: 6.000 €
- Κατασκευαστικό κόστος: 100.000 €
- Καθαρές ροές ανά έτος: Έσοδα - Έξοδα
- ΚΠΑ (Καθαρά παρούσα αξία): Καθαρές ροές/ $(1 + r)^n$ , όπου n: έτος

Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες, η επιχορήγηση του αρχικού κόστους κατασκευής της επένδυσης καθιστά κερδοφόρα την επένδυση, τόσο για επιτόκιο του 5% (7<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας), όσο και για επιτόκιο 10% (9<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας). Ωστόσο, πολλοί επενδυτές ενδιαφέρονται μόνο για επενδύσεις που επιτυγχάνουν κέρδος στα πρώτα 3-5 έτη λειτουργίας (Center for Climate and Energy Solutions, 2015). Αυτό σημαίνει πως με τις σημερινές συνθήκες αγοράς, οι σταθμοί φόρτισης θα πρέπει να επιχορηγηθούν με μεγαλύτερα ποσοστά ως προς το κατασκευαστικό τους κόστος, έτσι ώστε να επιτύχουν κέρδος σε μικρότερο χρονικό διάστημα και να γίνουν ελκυστικοί για επένδυση.

#### 4.3.3. 3<sup>ο</sup> Σενάριο με λήψη δανείου

Το 3<sup>ο</sup> Σενάριο αξιολόγησης της επένδυσης περιλαμβάνει τη λήψη δανείου από τον επενδυτή, για την κάλυψη του 30% του αρχικού κατασκευαστικού κόστους. Το δάνειο θα ληφθεί ολόκληρο στην αρχή του έτους κατασκευής και θα αποπληρωθεί σε 10 ισόποσες δόσεις με επιτόκιο 8% (Center for Climate and Energy Solutions, 2015).

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας αξιολόγησης της επένδυσης για το 3<sup>ο</sup> Σενάριο με λήψη δανείου, για αποδοτικότητα κεφαλαίων 5% και 10%:

❖ Για r= 5%

r= 5%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250
Δάνειο (30%)	30000										
Δόσεις δανείου r <sub>1</sub> = 8%		-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910

Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340
ΚΠΑ	-70000	6990.476	6657.596	6340.568	6038.636	5751.082	5477.221	5216.401	4968.001	4731.429	4506.123
<b>Σύνολο</b>	<b>-70000</b>	<b>-63009.523</b>	<b>-56351.9</b>	<b>-50011.4</b>	<b>-43972.7</b>	<b>-38221.6</b>	<b>-32744.4</b>	<b>-27528</b>	<b>-22560</b>	<b>-17828.6</b>	<b>-13322.5</b>

❖ Για  $r = 10\%$

r= 10%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250	18250
Δάνειο (30%)	30000										
Δόσεις δανείου ( $r_1 = 8\%$ )		-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910
Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340	7340
ΚΠΑ	-70000	6672.727	6066.116	5514.651	5013.319	4557.563	4143.239	3766.581	3424.164	3112.877	2829.888
<b>Σύνολο</b>	<b>-70000</b>	<b>-63327.272</b>	<b>-57261.2</b>	<b>-51746.5</b>	<b>-46733.2</b>	<b>-42175.6</b>	<b>-38032.4</b>	<b>-34265.8</b>	<b>-30841.6</b>	<b>-27728.8</b>	<b>-24898.9</b>

Όπου,

- Έσοδα από φορτίσεις ανά έτος: 18.250 €
- Δάνειο: 30.000 €
- Δόσεις δανείου ( $r_1 = 8\%$ ): 4.910 €
- Κόστος λειτουργίας: 6.000 €
- Κατασκευαστικό κόστος: 100.000 €
- Καθαρές ροές ανά έτος: Έσοδα - Έξοδα
- ΚΠΑ (Καθαρά παρούσα αξία): Καθαρές ροές/ $(1 + r)^n$ , όπου n: έτος

Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες, η λήψη δανείου δεν αποφέρει κέρδος σε κανένα έτος λειτουργίας του σταθμού φόρτισης, με αποτέλεσμα να καθιστά την επένδυση μη βιώσιμη.

#### 4.3.4. Ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός φορτίσεων

Όπως είδαμε παραπάνω και με βάση τις παραδοχές που προσδιορίστηκαν, το μόνο σενάριο το οποίο καθιστά συμφέρουσα την επένδυση ενός ταχυφορτιστή είναι το 2<sup>ο</sup> σενάριο με τη επιχορήγηση του 30% τους συνολικού κατασκευαστικού κόστους.

Στο πλαίσιο της αναζήτησης ελάχιστου δυνατού κέρδους με τις ίδιες παραδοχές, προσδιορίστηκε ο ελάχιστος αριθμός φορτίσεων. Έπειτα από δοκιμές στους πίνακες της ΚΠΑ, βρέθηκε πως όταν οι καθημερινές φορτίσεις φθάσουν τις 25 τότε τα έσοδα αυξάνονται σε 22.813 € ανά έτος και εντοπίζεται κέρδος σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια, ακόμη και αν αυτό εντοπιστεί στο τελευταίο έτος λειτουργίας. Στη συνέχεια, παρατίθενται οι πίνακες ΚΠΑ με μοναδική αλλαγή στις παραδοχές την αύξηση του αριθμού φορτίσεων από 20 σε 25 την ημέρα.

➤ **1ο Σενάριο βάσης (καμία χρηματοδότηση) για 25 ημερήσιες φορτίσεις**

❖ Για  $r=5\%$

<b>r= 5%</b>											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Κόστος κατασκευής	-100000										
Καθαρές ροές	-100000	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813
ΚΠΑ	-100000	16012.38	15249.89	14523.7	13832.1	13173.43	12546.12	11948.69	11379.7	10837.81	10321.72
<b>Σύνολο</b>	-100000	-83987.6	-68737.7	-54214	-40381.9	-27208.5	-14662.4	-2713.7	<b>8665.996</b>	<b>19503.81</b>	<b>29825.53</b>

❖ Για  $r=10\%$

<b>r= 10%</b>											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Κόστος κατασκευής	-100000										
Καθαρές ροές	-100000	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813
ΚΠΑ	-100000	15284.55	13895.0 4	12631.8 6	11483.51	10439.5 5	9490.5	8627.72 7	7843.38 9	7130.35 3	6482.13 9
<b>Σύνολο</b>	-100000	-84715.5	-70820.4	-58188.6	-46705.1	-36265.5	-26775	-18147.3	-10303.9	-3173.53	<b>3308.60 7</b>

Όπου,

- Έσοδα από φορτίσεις ανά έτος: 22.813 €

- Κόστος λειτουργίας: 6.000 €
- Κατασκευαστικό κόστος: 100.000 €
- Καθαρές ροές ανά έτος: Έσοδα - Έξοδα
- ΚΠΑ (Καθαρά παρούσα αξία): Καθαρές ροές/ $(1 + r)^n$ , όπου n: έτος

➤ **2ο Σενάριο με επιχορήγηση (κρατική ή μη) για 25 ημερήσιες φορτίσεις**

❖ Για r= 5%

r= 5%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813
Επιχορήγηση (30%)	30000										
Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813
ΚΠΑ	-70000	16012.38	15249.89	14523.7	13832.1	13173.43	12546.12	11948.69	11379.7	10837.81	10321.72
<b>Σύνολο</b>	-70000	-53987.6	-38737.7	-24214	-10381.9	<b>2791.491</b>	<b>15337.61</b>	<b>27286.3</b>	<b>38666</b>	<b>49503.81</b>	<b>59825.53</b>

❖ Για r= 10%

r= 10%											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Έσοδα από φορτίσεις	0	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813
Επιχορήγηση (30%)	30000										
Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813	16813
ΚΠΑ	-70000	15284.55	13895.04	12631.86	11483.51	10439.55	9490.5	8627.727	7843.389	7130.353	6482.139
<b>Σύνολο</b>	-70000	-54715.5	-40820.4	-28188.6	-16705.1	-6265.5	<b>3224.998</b>	<b>11852.73</b>	<b>19696.11</b>	<b>26826.47</b>	<b>33308.61</b>

Όπου,

- Έσοδα από φορτίσεις ανά έτος: 22.813 €
- Επιχορήγηση: 30.000 €
- Κόστος λειτουργίας: 6.000 €
- Κατασκευαστικό κόστος: 100.000 €
- Καθαρές ροές ανά έτος: Έσοδα - Έξοδα
- ΚΠΑ (Καθαρά παρούσα αξία): Καθαρές ροές/ $(1 + r)^n$ , όπου n: έτος

➤ **3ο Σενάριο με λήψη δανείου για 25 ημερήσιες φορτίσεις**

❖ Για  $r = 5\%$

<b>r= 5%</b>											
<b>Έτος</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Έσοδα από φορτίσεις	0	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813
Δάνειο (30%)	30000										
Δόσεις δανείου $r_1 = 8\%$		-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910
Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903
ΚΠΑ	-70000	11336.19	10796.37	10282.26	9792.628	9326.312	8882.202	8459.24	8056.419	7672.78	7307.409
<b>Σύνολο</b>	-70000	-58663.80	-47867.4	-37585.2	-27792.6	-18466.2	-9584.04	-1124.8	<b>6931.621</b>	<b>14604.4</b>	<b>21911.81</b>

❖ Για  $r = 10\%$

<b>r= 10%</b>											
<b>Έτος</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Έσοδα από φορτίσεις	0	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813	22813
Δάνειο (30%)	30000										
Δόσεις δανείου $r_1 = 8\%$		-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910	-4910
Κόστος κατασκευής	-100000										
Κόστος λειτουργίας	0	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Καθαρές ροές	-70000	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903	11903
ΚΠΑ	-70000	10820.909	9837.19	8942.9	8129.909	7390.827	6718.933	6108.121	5552.837	5048.034	4589.122
<b>Σύνολο</b>	-70000	-59179.09	-49341.9	-40399	-32269.1	-24878.3	-18159.3	-12051.2	-6498.37	-1450.34	<b>3138.782</b>

Όπου,

- Έσοδα από φορτίσεις ανά έτος: 22.813 €
- Δάνειο: 30.000 €
- Δόσεις δανείου ( $r_1 = 8\%$ ): 4.910 €
- Κόστος λειτουργίας: 6.000 €
- Κατασκευαστικό κόστος: 100.000 €
- Καθαρές ροές ανά έτος: Έσοδα - Έξοδα
- ΚΠΑ (Καθαρά παρούσα αξία): Καθαρές ροές/ $(1 + r)^n$ , όπου n: έτος

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, το 2<sup>ο</sup> σενάριο με επιχορήγηση παραμένει το πιο κερδοφόρο σενάριο με τα πρώτα κέρδη να εμφανίζονται στο 5<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας του σταθμού για αποδοτικότητα 5% και στο 6<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας για αποδοτικότητα 10%, καθιστώντας το συγκεκριμένο σενάριο ως το πιο κερδοφόρο σε σύγκριση με το 1<sup>ο</sup> σενάριο βάσης και το 3<sup>ο</sup> σενάριο με λήψη δανείου.

Τέλος, οι παραπάνω πίνακες υλοποιήθηκαν με σκοπό να εξετασθεί το περιθώριο κέρδους ενός σταθμού ταχείας φόρτισης με την μεταβολή μιας σημαντικής μεταβλητής, όπως ο αριθμός των φορτίσεων. Φυσικά η αλλαγή οποιασδήποτε μεταβλητής των πινάκων της ΚΠΑ επηρεάζει εξ ολοκλήρου τα αποτελέσματα και συνεπώς τη χρονική περίοδο που θα παρουσιασθεί κέρδος.

Ωστόσο, ο αριθμός φορτίσεων θεωρήθηκε σημαντικός παράγοντας καθώς συνδέεται άμεσα με τον αριθμό των οχημάτων, άρα και την γενικότερης ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης με την αναμενόμενη αύξηση των κυκλοφορόντων ΗΟ.

#### 4.4. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, παρατηρούμε πως μόνο το 2<sup>ο</sup> σενάριο με επιχορήγηση του 30% του αρχικού κόστους κατασκευής ενός σταθμού ταχείας φόρτισης αποτελεί και το πιο βιώσιμο, καθώς αυτό είναι που θα δώσει κέρδος από το 7<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας του σταθμού, με επιτόκιο 5% και από το 9<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας, με επιτόκιο 10%. Αυτό δείχνει αφενός πως το κόστος κατασκευής ενός σταθμού φόρτισης είναι πολύ μεγάλο, καθώς στα υπόλοιπα σενάρια η συνολική ΚΠΑ των οικονομικών ροών δεν κατάφερε να γίνει θετική στο διάστημα του οικονομικά ωφέλιμου χρόνου ζωής τη επένδυσης, αφετέρου την ισχυρή ανάγκη ενίσχυσης των επενδύσεων για τις υποδομές φόρτισης ΗΟ μέσω χρηματοδοτήσεων. Σημαντικό ρόλο εδώ παίζουν η ανάπτυξη πολιτικής προώθησης για την ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα, με έμφαση στην αναζήτηση χρηματοδοτικών πόρων για την κάλυψη μέρους του μεγάλου αρχικού κατασκευαστικού κόστους.

Επιπλέον, η ανάπτυξη των επενδύσεων στις υποδομές φόρτισης απαιτεί και τη μείωση του επιτοκίου ( $r$ ) που εκφράζει την αποδοτικότητα των επενδυόμενων κεφαλαίων και συνεπώς το ρίσκο που αναλαμβάνει ο επενδυτής, το οποίο θεωρείται ακόμη ιδιαίτερα υψηλό στα επίπεδα του 10- 15%. Φυσικά, σε αυτή τη μείωση είναι απαραίτητο να συμβάλλουν τόσο το κράτος, με την ενίσχυση της αγοράς της ηλεκτροκίνησης και της ενημέρωσης και εκπαίδευσης του κοινού, σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και τα σημαντικά της πλεονεκτήματα, όσο και ο ιδιωτικός τομέας, με την προώθηση αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων, τη μείωση της τελικής τιμής αγοράς, καθώς και της ανάληψης του σημαντικού, προσωρινά, ρίσκου, στα πλαίσια της γενικευμένης μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις μεταφορές και της απανθρακοποίησης της ενεργειακής παραγωγής και κατανάλωσης. Μια σύμπραξη του ιδιωτικού με τον δημόσιο τομέα (ΣΔΙΤ) θα μπορούσε να μειώσει το υψηλό ρίσκο της επένδυσης, καθώς αυτό θα μεταφερόταν και στις 2 πλευρές, ενώ παράλληλα θα μπορούσε να αυξήσει τις πιθανότητες εύρεσης οικονομικών πόρων που είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για την αγορά εξοπλισμού και την εγκατάσταση του σταθμού.

Από την άλλη, το τελικό κόστος κατασκευής ενός σταθμού φόρτισης βρίσκεται ήδη σε πτωτικές τάσεις, καθώς από το 2012 έως το 2015 το κόστος μειώθηκε κατά 27.500- 15.000 €, διότι συνέβαλε σημαντικά η μείωση του βασικού εξοπλισμού του φορτιστή (Center for Climate and Energy Solutions, 2015). Η μείωση των τιμών προβλέπεται πως θα συνεχισθεί στο μέλλον, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για γρήγορη φόρτιση, της αύξησης τους μεγέθους της αγοράς σταθμών φόρτισης



(προβλέπεται τουλάχιστον 50% ετήσια αύξηση της αγοράς φορτιστών έως το 2025) και της επίτευξης οικονομικών κλίμακας ούτως ώστε το τελικό κόστος να φθάσει σε ένα βιώσιμο επίπεδο και να εξοπλισθούν επαρκώς οι ελληνικοί δρόμοι με τις απαιτούμενες υποδομές φόρτισης (EVCA, 2017).

## Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία έθιξε το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων, εξέτασε και εφάρμοσε μια μεθοδολογική προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία κατανέμονται αποτελεσματικά, με την τήρηση συγκεκριμένων αποστάσεων, οι σταθμοί ταχείας φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, κατά μήκος του συνόλου των ελληνικών αυτοκινητοδρόμων. Ωστόσο, η ανάγκη αυτών των νέων υποδομών για τη χώρα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την διείσδυση των ίδιων των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά και τη ζήτησή τους από το κοινό, καθώς, όπως αποδείχθηκε από τις συνεντεύξεις των βασικών εμπλεκόμενων φορέων, το αγοραστικό κοινό έχει μια θολή εικόνα σε ότι αφορά την τεχνολογία της ηλεκτροκίνησης στις μεταφορές. Επιπλέον, αναδεικνύεται ως ζωτικής σημασίας η συμμετοχή του δημόσιου φορέα στην υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές, μέσω της θέσπισης οικονομικών και μη κινήτρων, τόσο για την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος, όσο και για την εγκατάσταση των βασικών υποδομών φόρτισης στη χώρα.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας έρευνας, καταδεικνύεται πως η ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές δύναται να εξετασθεί από πολλές οπτικές γωνίες, οι οποίες δεν είναι αναγκαίο να αφορούν αποκλειστικά τον τομέα των μεταφορών, αλλά το συνδυασμό με άλλους τομείς όπως με το περιβάλλον, την οικονομία, την κοινωνική αποδοχή, καθώς και τη μεθοδολογία η οποία ακολουθείται για τη βέλτιστη κατανομή αυτών στο χώρο.

Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, της οποίας η οικονομία δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη βελτίωση στο τέλος της δεκαετίας της κρίσης, η ανάπτυξη νέων επενδύσεων (οποιοδήποτε τομέα) θεωρείται υψηλού ρίσκου για κάθε εταιρεία, με μικρές πιθανότητες κέρδους για αυτήν. Ωστόσο, καθίσταται σημαντικό να κατανοήσουμε το γεγονός πως παρά το μέγεθος οικονομικών ή ποσοστών επενδύσεων ή επενδυτικών ρίσκων, η ασφάλεια του ότι ζούμε σε έναν πλανήτη που φιλοξενεί νερό και ευνοϊκές συνθήκες για ζωή θα πρέπει όχι μόνο να διατηρηθεί, αλλά και να ενισχυθεί με κάθε δυνατό τρόπο. Η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας πρέπει να αντιμετωπίζεται ως φυσική καταστροφή και δεν είναι λογικό να περνά ως απαρατήρητο συμβάν. Σε αυτή την γραμμή, αποτελεί ευθύνη του κάθε πολίτη, πολιτικού, ή επιχείρησης και ακόμη μεγαλύτερο χρέος της επιστημονικής κοινότητας να συμβάλλουν ώστε να ληφθούν άμεσα μέτρα για την προστασία της φύσης και του περιβάλλοντος σε όλους τους τομείς, με όχημα την εκπαίδευση και την ενημέρωση όλων. Τα ηλεκτρικά οχήματα βαίνουν καλώς προς αυτό το σκοπό. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλο περιθώριο για βελτίωση του καθαρού περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Οι ενδείξεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας για τη μείωση, τόσο των ρύπων του θερμοκηπίου κατά την παραγωγή των ηλεκτροχημικών συσσωρευτών και ΗΟ έως την τελική επανάχρηση και

ανακύκλωσή τους, όσο και του τελικού κόστους των ΗΟ είναι ιδιαίτερα θετικές, ενώ οι πολιτικές σχεδόν όλων ανεπτυγμένων κρατών και των μεγάλων καταναλωτών ενέργειας στρέφονται στην παραγωγή μέσω Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Το πρόβλημα εντοπίζεται πιο έντονα σε εθνικό επίπεδο και δυστυχώς, τροφοδοτείται συνεχώς στο πλαίσιο της οικονομικής ύφεσης και της έλλειψης ενημέρωσής, κρατικής υποστήριξης και πρωτοβουλίας για ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, τόσο από τις δημόσιες αρχές, όσο και από την κοινωνία. Συνεπώς, αυτό που χρήζει άμεσης εφαρμογής είναι η θεσμοθέτηση οικονομικών κινήτρων και η ενημέρωση της κοινωνίας, με στόχο τη σταδιακή εξοικείωση με τη νέα αυτή τεχνολογία μεταφορών.

Από την άλλη, το ευτυχές γεγονός είναι πως οι παγκόσμιοι οργανισμοί, τα πιο ανεπτυγμένα κράτη, πολυεθνικές εταιρείες και η ΕΕ έχουν κατανοήσει το μέγεθος του προβλήματος, βαδίζοντας γοργά προς τη διάθεση όλο και περισσότερων ηλεκτρικών οχημάτων σε ανταγωνιστικές τιμές, την ανάπτυξη δικτύων υπερταχείας φόρτισης<sup>18</sup>, τη διαρκή ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών για την κλιματική αλλαγή. Καταλήγοντας, η ηλεκτροκίνηση, όντας αποδεδειγμένα ο πιο πράσινος τρόπος μεταφορών (well-to-wheel analysis), πρέπει να επιτάσσεται ως βασική πολιτική για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και φυσικά να προωθείται σημαντικά.

## Προκύπτοντες προβληματισμοί για μελλοντική έρευνα

Η Ελλάδα αποτελεί μια χώρα με έντονο το νησιωτικό στοιχείο και τον τουρισμό, όπως επίσης διαθέτει και ένα μεγάλο δίκτυο περιφερειακών οδών, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε αρκετές περιπτώσεις συχνότερα από τους αυτοκινητοδρόμους, καθώς συνδέουν μεγάλο πλήθος μικρότερων πόλεων και οικισμών. Η δημιουργία εγκαταστάσεων σταθμών φόρτισης σε νησιά και σε περιφερειακές οδούς αποτελεί ένα σημαντικό θέμα για την εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης στη χώρα. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να συμβάλλουν ακόμη πιο πολύ στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των ρύπων του θερμοκηπίου με τη χρήση τους εντός των ελληνικών πόλεων, καθώς μειώνεται τόσο η ηχορύπανση, όσο και η ατμοσφαιρική ρύπανση, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις. Άλλωστε, ένα ηλεκτρικό όχημα θεωρείται ιδανικό για χρήση εντός των πόλεων, κυρίως λόγω των μικρών αποστάσεων και της μεγαλύτερης ευελιξίας επιλογής χώρων για την εγκατάσταση υποδομών φόρτισης. Συνεπώς, η περαιτέρω ερευνά για την εγκατάσταση υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στα ελληνικά νησιά, στο περιφερειακό οδικό δίκτυο της χώρας και στις ελληνικές πόλεις

---

<sup>18</sup> Το δίκτυο Fastned, το οποίο εγκαθιστά και λειτουργεί δημόσιους και ιδιωτικούς σταθμούς φόρτισης υψηλής ισχύος και δραστηριοποιείται σε Ολλανδία, Γερμανία και Ηνωμένο Βασίλειο, προς το παρόν, εγκατέστησε 2 σταθμούς φόρτισης στο Sunderland της Αγγλίας, οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα φόρτισης έως 350 kW, με ηλεκτρική ενέργεια παραγόμενη εξ ολοκλήρου από ΑΠΕ (Manning, 2019).

αποτελούν σημαντικές περιπτώσεις μελέτης για την εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές, μειώνοντας παράλληλα ακόμη περισσότερο τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και συμβάλλοντας στον περιορισμό του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Φυσικά, η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία καταναλώνεται από τα ηλεκτρικά οχήματα, θα πρέπει να προέρχεται σε ένα μεγάλο ποσοστό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρουσιάζοντας έτσι μηδενικές ενεργειακές επιβαρύνσεις στο περιβάλλον.

Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία των οχημάτων που κινούνται με υδρογόνο, αν και δεν αποτελεί ακόμη τη βέλτιστη επιλογή για την μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων, κυρίως λόγω του μεγάλου κόστους παραγωγής και αποθήκευσης του υδρογόνου, είναι μια σύγχρονη λύση που αντιμετωπίζεται θετικά από τις πιο ανεπτυγμένες χώρες στον τομέα της ηλεκτροκίνησης, για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στις μεταφορές. Στα πλαίσια αυτά, η διερεύνηση και εξέταση της ανάγκης για τη χωροθέτηση και εγκατάσταση υποδομών ανεφοδιασμού υδρογόνου κρίνεται αναγκαία και στην Ελλάδα, φυσικά με την παράλληλη προώθηση των οχημάτων κυψελών καυσίμου υδρογόνου από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τις αντιπροσωπίες αυτοκινήτων και τη θέσπιση κινήτρων αγοράς από το κράτος.

Τέλος, ένας τρίτος και τελευταίος προβληματισμός για μελλοντική έρευνα, ο οποίος προέκυψε από τη διαδικασία των συνεντεύξεων αποτελεί η διερεύνηση της ενημέρωσης και της κοινωνικής αποδοχής των ηλεκτρικών οχημάτων και γενικότερα των οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων, τόσο από τους χρήστες των οχημάτων, όσο και από τις παραδοσιακές εταιρείες κατασκευής και πώλησης αυτοκινήτων, καθώς και των εταιρειών διανομής καυσίμων. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο των συνεντεύξεων, παρατηρήθηκε μια γενικότερη άγνοια σχετικά με την ηλεκτροκίνηση στις οδικές μεταφορές από τους εμπλεκόμενους φορείς και επαγγελματίες που απασχολούνται στο μεταφορικό τομέα (ιδιαίτερα επαγγελματίες ταξί), ενώ οι επιστημονικοί υπεύθυνοι (Γιοβρή Ε., Αρχιτέκτονας Μηχανικός, Δήμος Λάρισας) έκαναν λόγο για μη πληροφόρηση του αγοραστικού κοινού για την απόδοση και τα γενικότερα οφέλη της χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων, όπως επίσης για την έλλειψη των βασικών υποδομών ανεφοδιασμού.

## Βιβλιογραφία

### Ξερόγλωσση βιβλιογραφία

- ABB. (2018). *Ηλεκτροκίνηση & λύσεις φόρτισης. Το μέλλον των μετακινήσεων είναι ηλεκτρικό & πράσινο.*
- Automotive Industry Data. (2017). *Zoe was last year's top-selling BEV in Western Europe, AID's own data reveals.* AID Newsletter.
- Balkan Green Energy News. (2018). *Network of fast charging stations for electric vehicles in Romania and Croatia.* Ανάκτηση από Balkan Green Energy News: <https://balkangreenenergynews.com/network-fast-charging-stations-electric-vehicles-romania-croatia/>
- Blanco, S. (2014, Νοέμβριος 5). *Tesla Model X delayed, again, but Musk says Model S demand remains high.* Ανάκτηση Δεκέμβριος 20, 2018, από Autoblog Green: <http://green.autoblog.com/2014/11/05/tesla-model-x-delayed-again/>
- Budapest Business Journal. (2017). *Electric cars may hurt Hungarian industry, says analysis.* Ανάκτηση από Budapest Business Journal: [https://bbj.hu/business/electric-cars-may-hurt-hungarian-industry-says-analysis\\_138955](https://bbj.hu/business/electric-cars-may-hurt-hungarian-industry-says-analysis_138955)
- California Air Resources Board. (n.d.). *California Air Resources Board.* Ανάκτηση Ιούλιος 30, 2018, από Zero-Emission Vehicle Program: <https://ww2.arb.ca.gov/index.php/our-work/programs/zero-emission-vehicle-program/about>
- Center for Climate and Energy Solutions. (2015). *BUSINESS MODELS FOR FINANCIALLY SUSTAINABLE EV CHARGING NETWORKS.*
- Center for Educational Technologies. (n.d.). <http://ete.cet.edu/>. (WJU, Παραγωγός) Ανάκτηση Ιανουάριος 6, 2019, από [http://ete.cet.edu/gcc/?/globaltemp\\_ghgandtemp/](http://ete.cet.edu/gcc/?/globaltemp_ghgandtemp/)
- Central Europe Energy Partners. (2017). *New technologies driving the energy transition in Central Europe.* Ανάκτηση από Central Europe Energy Partners: <https://www.ceep.be/www/wp-content/uploads/2017/10/Q3-CEEP-Report-2017.pdf>
- ChargeHub. (2019). *2019 Guide On How To Charge Your Electric Car With Charging Stations.* Ανάκτηση από ChargeHub: <https://chargehub.com/en/electric-car-charging-guide.html>
- Chargemap. (2019). Ανάκτηση από Chargemap: <https://chargemap.com/map>
- Charles, W. (1915). The small electric vehicle and its application. *Proceedings of the sixth annual convention of the Electric Vehicle Association of America.* Νέα Υόρκη.
- Chau, K. (2014). *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance.*
- Cobb, J. (2015, Φεβρουάριος 10). *2014's Top-10 Global Best-Selling Plug-in Cars.* Ανάκτηση Ιανουάριος 15, 2019, από HybridCars.com: <https://www.hybridcars.com/2014s-top-10-global-best-selling-plug-in-cars/11/>

- EAFO. (2019). *European Alternative Fuels Observatory*. Ανάκτηση Ιούνιος 25, 2019, από <https://www.eafo.eu/countries/greece/1735/infrastructure/electricity>
- EEA. (2016). *Electric vehicles and the energy sector— impacts on Europe's future emissions*. Ανάκτηση Νοέμβριος 23, 2019, από European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/electric-vehicles/electric-vehiclesand-and-energy>
- EEA. (2016). *European Environmental Agency*. Ανάκτηση από Greenhouse gas emissions from transport in Europe: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12>
- Electropaedia. (n.d.). *Battery and Energy Technologies*. Ανάκτηση από Cell Chemistries - How Batteries Work: <https://www.mpoweruk.com/chemistries.htm>
- Environmental Protection Agency. (n.d.). *Global Greenhouse Gas Emissions Data*.
- European Commission. (2013). *EU launches clean fuel strategy*. Brussels: European Commission.
- European Commission. (2016). *Road transport: Reducing CO2 emissions from vehicles*. Ανάκτηση Μάιος 14, 2019, από [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en)
- European Environment Agency. (2018). *Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives, TERM 2018: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report*. European Environment Agency.
- EVANNEX. (2019). *Just How Long Will An EV Battery Last?* Ανάκτηση από InsideEVs: <https://insideevs.com/news/368591/electric-car-battery-lifespan/>
- EVCA. (2017). *THE STATE OF THE CHARGE*. Electric Vehicle Charging Association.
- Gaton, B. (2018). *Australian electric vehicle plug war is over, Tesla picks a side*. Ανάκτηση από THEDRIVEN: <https://thedriven.io/2018/11/19/australian-electric-vehicle-plug-war-is-over-tesla-picks-a-side/>
- Gkatzoflias, D., Drossinos, Y., Zubaryeva, A., Zambelli, P., Dilara, P., & Thiel, C. (2016). *Optimal allocation of electric vehicle charging infrastructure in cities and regions*. Joint Research Centre. European Commission.
- Goldie-Scot, L. (2019). *A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices*. Ανάκτηση από <https://about.bnef.com/blog/behind-scenes-take-lithium-ion-battery-prices/>
- Goldman, J. (2014, Φεβρουάριος 12). *Union of Concerned Scientists*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 27, 2019, από Comparing Electric Vehicles: Hybrid vs. BEV vs. PHEV vs. FCEV: <https://blog.ucsusa.org/josh-goldman/comparing-electric-vehicles-hybrid-vs-bev-vs-phev-vs-fcev-411>
- Government of China. (2019). *Interpretation of national standards for energy consumption rate limits of electric vehicles*. State Administration for Market Regulation.
- Guarnieri, M. (2012). "Looking back to electric cars". *Proc. HISTELCON 2012 - 3rd Region-8 IEEE HISTory of Electro - Technology CONFERENCE: The Origins of Electrotechnologies*.

- Gueugneau, C. (2019, Δεκέμβριος 15). *A Madrid, la COP25 se termine dans le brouillard*. Ανάκτηση από Médiapart: <https://www.mediapart.fr/journal/international/151219/madrid-la-cop25-se-terme-dans-le-brouillard>
- Hoofman, N., Oliverira, L., Messagie, M., Coosemans, T., & Van Mierlo, J. (2016). *Environmental Analysis of Petrol, Diesel and Electric Passenger Cars in a Belgian Urban Setting*. Βασιλεία, Ελβετία: Energies.
- IEA. (2018). *Global EV Outlook 2018*. Energy Technology Policy (ETP) Division of the Directorate of Sustainability, Technology and Outlooks. International Energy Agency. Ανάκτηση από <https://www.iea.org/gevo2018/>
- International Energy Agency, Clean Energy Ministerial, & Electric Vehicles Initiative. (2019). *Global EV Outlook 2019*.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers in Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews*. London: SAGE Publications.
- Macdonald, L. (2015). *Croatian government offers subsidies for electric vehicles*. Ανάκτηση από Eltis web site: <http://www.eltis.org/discover/news/croatian-government-offers-subsidies-electric-vehicles>
- Manning, J. (2019, Απρίλιος 17). *UK's first 350kW EV charging station opens*. Ανάκτηση Ιούλιος 5, 2019, από FleetEurope: <https://www.fleeteurope.com/fr/new-energies/united-kingdom/article/uks-first-350kw-ev-charging-station-opens?a=JMA06&t%5B0%5D=Fastned&t%5B1%5D=EV&t%5B2%5D=fast-charging&curl=1>
- Matulka, R. (2014, Σεπτέμβριος). *The History of the Electric Car*. Ανάκτηση 01 08, 2019, από U.S. Department of Energy: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
- McMahon, D. (2009, Νοέμβριος). *"Some EV History / History of Electric Cars and Other Vehicles"*. Ανάκτηση από Econogics: <http://www.econogics.com/ev/evhistory.htm>
- Nicholas, M. (2019). *Estimating electric vehicle charging infrastructure costs across major U.S. metropolitan areas*. The International Council of Clean Transportation.
- Paine, C. (Συγγραφέας), & Paine, C. (Σκηνοθέτης). (2006). *Who Killed the Electric Car?* [Ταινία]. Sony Pictures Classics.
- PodPoint. (n.d.). Ανάκτηση από <https://pod-point.com/guides/driver/how-long-to-charge-an-electric-car>
- Ravens, S. (2018). *Charging Ahead with EV Analytics*. Navigant Research.
- Reisch, M. (2017). *Solid-state batteries inch their way toward commercialization*. Chemical & Engineering News.

- Renault. (2017). *Νέο Renault Megane Τεχνικά Χαρακτηριστικά και Εξοπλισμός*.
- Shahan, Z. (2015, Απρίλιος 26). *Electric Car Evolution*. Ανάκτηση Φεβρουάριος 2, 2019, από Clean Technica: <https://cleantechnica.com/2015/04/26/electric-car-history/>
- Shepardson, D. (2019). U.S. automakers push for deal on fuel efficiency rules efficiency rules. *Reuters*.
- Spöttle, M., Jörling, K., Schimmel, M., Staats, M., Grizzel, L., Jerram, L., . . . Gartner, J. (2018). *Research for TRAN Committee – Charging infrastructure for electric road vehicles*. Brussels: European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- Tesla. (2019). *1,804 Supercharger Stations with 15,911 Superchargers*. Ανάκτηση από [https://www.tesla.com/en\\_EU/supercharger?redirect=no](https://www.tesla.com/en_EU/supercharger?redirect=no)
- The Economic Times. (2019, Δεκέμβριος 6). *Five reasons COP25 climate talks failed*. Ανάκτηση από The Economic Times: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/world-news/five-reasons-cop25-climate-talks-failed/so-what-went-wrong/slideshow/72974644.cms>
- The Guardian. (2018). *World's first electrified road for charging vehicles opens in Sweden*. Ανάκτηση από The Guardian: <https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/12/worlds-first-electrified-road-for-charging-vehicles-opens-in-sweden>
- Transport & Environment. (2018). *Roll-out of public EV charging infrastructure in the EU*. Transport & Environment.
- TU Delft. (n.d.). *Lecture Notes: AC and DC Charging*. Ανάκτηση από TU Delft OpenCourseWare: <https://ocw.tudelft.nl/course-readings/2-3-2-lecture-notes-ac-and-dc-charging/>
- United Nations. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York: United Nations, General Assembly.
- US Department of Energy. (2015). *Costs Associated With Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment*.
- US Department of Energy. (n.d.). *Batteries for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles*. Ανάκτηση από US Department of Energy: [https://afdc.energy.gov/vehicles/electric\\_batteries.html](https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html)
- US Government. (2019). *Batteries, Charging and Electric Vehicles, US Department of Energy*. Ανάκτηση από [www.energy.gov/eere/vehicles/batteries-charging-and-electric-vehicles](http://www.energy.gov/eere/vehicles/batteries-charging-and-electric-vehicles)

### Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- γpodomes.com. (2020). *ΕΝΕΡΓΕΙΑ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Ηλεκτροκίνηση: Τουλάχιστον 3.000 απλοί σταθμοί φόρτισης για πανελλαδική κάλυψη σύμφωνα με το IMET/ΕΚΕΤΑ*. Ανάκτηση από γpodomes.com: <https://γpodomes.com/ilektrokinisi-toylachiston-3-000-aploi-stathmoi-fortisis-gia-panelladiki-kalypsi-symfona-me-to-imet-eketa/>
- Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων. (2011). *Τα Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα και ο ανεφοδιασμός τους με Ηλεκτρική Ενέργεια*.



Ευρωπαϊκή Ένωση. (n.d.). *Επίσημος ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης*. Ανάκτηση Μάρτιος 3, 2019, από Μεταφορές: [https://europa.eu/european-union/topics/transport\\_el](https://europa.eu/european-union/topics/transport_el)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2011). *ΛΕΥΚΗ ΒΙΒΛΟΣ: Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο Μεταφορών – Για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών*. Βρυξέλλες.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (n.d.). *Ενέργεια, κλιματική αλλαγή, περιβάλλον, Δράση για το κλίμα*. Ανάκτηση Ιούνιος 18, 2018, από [https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_el](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_el)

Καραγιάννης, Ν. (2018, Μάϊος 10). *Πρωτιά για την Ιόνια Οδό με Σταθμούς Φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε όλα τα ΣΕΑ*. Ανάκτηση από [ygodomes.com](http://ygodomes.com): <https://www.ygodomes.com/index.php/autokinitodromoi/uperastikoi/ionia-odos/item/46722-stathmoi-fortisis-ilektrikon-oximatou-sta-sea-tis-ionias-odou>

Λιάλιος, Γ. (2019, Ιούλιος 16). *Ετοιμο το 2021 το νότιο τμήμα του Ε65 από Λαμία έως Ξυνιάδα. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2, 2019, από <https://www.kathimerini.gr/1033904/gallery/oikonomia/ellhnikh-oikonomia/etoimo-to-2021-to-notio-tmhma-toy-e65-apo-lamia-ews-3yniada>

Μαχαίρας, Π. (2006). *Κλιματικές Αλλαγές (Σημειώσεις)*. (ΑΠΘ, Παραγωγός) Ανάκτηση Δεκέμβριος 20, 2018, από [auth.gr](http://auth.gr)

Μπαλής, Δ. (2019, Σεπτέμβριος 25). *Ηλεκτροκίνηση με επιδότηση: Πώς θα λειτουργήσει στην Ελλάδα*. Ανάκτηση Δεκέμβριος 10, 2019, από News247: <https://www.news247.gr/autokinito/ilektrikini-me-epidotisi.7506156.html>

Τύμπας, Τ. & Μεργούπη-Σαβαΐδου, Ε. (2013). *Ιστορίες της τεχνολογίας του εικοστού αιώνα*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.

ΥΠΕΚΑ. (2012). *ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΡΟΠΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ*. Αθήνα: ΥΠΕΚΑ.

ΥΠΕΝ. (2018). *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα*. Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

ΥΠΕΝ. (2018, Νοέμβριος 20). *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ): Συνέντευξη Τύπου του ΥΠΕΝ, Γ. Σταθάκη, του Αναπληρωτή Υπουργού, Σ. Φάμελλου και του Προέδρου της Εθνικής Επιτροπής για την Ενέργεια και το Κλίμα, Μ. Βερροϊόπουλου*. Ανάκτηση από [government.gov.gr](http://government.gov.gr): <https://government.gov.gr/ethniko-schedio-gia-tin-energia-ke-to-klima-esek/>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (n.d.). *Το διακύβευμα της Διάσκεψης COP21 του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή*. Ανάκτηση από <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=444&language=el-GR>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2017). *Ενεργειακό Ισοζύγιο στην Ελλάδα*. Ανάκτηση από Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας: [http://195.251.42.2/cgi-bin/nisehist.sh?objtype=stats\\_query](http://195.251.42.2/cgi-bin/nisehist.sh?objtype=stats_query).

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (n.d.). *Πρωτοκόλλο του Κυότο*. Ανάκτηση από <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=443&language=el-GR>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (n.d.). *ΣΥΜΒΑΣΗ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ Η.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ*. Ανάκτηση Ιανουάριος 8, 2019, από <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=442>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (n.d.). *ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΣΚΕΨΗΣ COP21 ΤΟΥ ΟΗΕ*. Ανάκτηση από <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=447&language=el-GR>

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. (2017). *Εθνικό Πλαίσιο Πολιτικής για την ανάπτυξη της αγοράς Υποδομών Εναλλακτικών Καυσίμων στον τομέα των Μεταφορών και την υλοποίηση των σχετικών υποδομών*. Αθήνα.

ΥΠΥΜΕΔΙ. (2014). *Στρατηγικό Πλαίσιο Επενδύσεων Μεταφορών 2014-2025*. Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων.

## Παράρτημα

### Συνευτεύξεις

#### **Επαγγελματίες Ταξί Λάρισας. Συνέντευξη στην πιάτσα ταξί, έναντι του κεντρικού σταθμού ΚΤΕΛ στη Λάρισα στις 7/7/2019.**

Δ. Δ.: Καλησπέρα σας. Στα πλαίσια μιας έρευνας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, θα ήθελα να σας απασχολήσω για λίγο σχετικά με το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων. Διαθέτετε χρόνο;

Ε. Τ. Λ.: Βέβαια.

Δ. Δ.: Ποια είναι η γενική σας άποψη σχετικά με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα? Πιστεύεται πως υπάρχει μέλλον στον τομέα;

Ε. Τ. Λ.: Απ' ότι φαίνεται εκεί πάμε.

Δ. Δ.: Πιστεύετε πως θα υπάρξουν ηλεκτρικά ταξί στο άμεσο μέλλον για την εξυπηρέτηση του κοινού;

Ε. Τ. Λ.: Εννοείται. Σιγουρά στην Ελλάδα θα αργήσουν, όπως όλα, αλλά πιστεύω θα υπάρχει ανάπτυξη των ηλεκτρικών ταξί.

Δ. Δ.: Κυκλοφορούν ηλεκτρικά ή υβριδικά ταξί στη Λάρισα;

Ε. Τ. Λ.: Υπάρχει ένα υβριδικό Prius (Toyota) που κυκλοφορεί στη Λάρισα, ως εφεδρικό ταξί. Γενικά κάνει λίγες κούρσες.

Δ. Δ.: Γνωρίζεται εάν υπάρχει κάποιο σχέδιο της τοπικής ή της πανελλήνιας ένωσης ταξί σχετικά με την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνητων ταξί;

Ε. Τ. Λ.: Όχι, δε γνωρίζουμε κάτι τέτοιο, αλλά ότι μας πουν θα κάνουμε.

Δ. Δ.: Σας ευχαριστώ για το χρόνο σας, γεια σας.

**Parking «Πλατεία», Λάρισα, Νατσιούλα Κατερίνα (προϊσταμένη). Συνέντευξη στο γραφείο εισόδου του parking στις 30/6/2019.**

Δ. Δ.: Καλημέρα σας. Στα πλαίσια μιας έρευνας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, θα ήθελα να σας απασχολήσω για λίγο σχετικά με το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων. Αρχικά θα ήθελα να σας ρωτήσω ποια είναι η άποψή σας σχετικά με την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης;

Ν. Κ.: Καλημέρα. Ναι, τα ηλεκτρικά οχήματα είναι το μέλλον και θα πρέπει σιγά σιγά να μπαίνουμε στο κλίμα της ηλεκτροκίνησης.

Δ. Δ.: Με βρίσκετε απόλυτα σύμφωνο. Παρατήρησα ότι πως το parking διαθέτει 3 χώρους στάθμευσης για φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων. Γίνεται συχνά χρήση των θέσεων για φόρτιση των ΗΟ;

Ν. Κ.: Φυσικά, έρχονται αρκετά ηλεκτρικά οχήματα να φορτίσουν. Περίπου μία φορά τη βδομάδα αρκετά υβριδικά Toyota Prius έρχονται για να φορτίσουν στο parking. Η φόρτιση προσφέρεται δωρεάν, προς το παρόν και η εγκατάσταση έγινε το 2012.

Δ. Δ.: Πιστεύετε πως θα υπάρξει μεγαλύτερη ζήτηση για φόρτισης ΗΟ. Και αν ναι, σκοπεύετε να εγκαταστήσετε κι άλλους σταθμούς φόρτισης το parking;

Ν. Κ.: Ανάλογα με τη ζήτηση. Εφόσον οι πελάτες χρησιμοποιούν περισσότερα ηλεκτρικά οχήματα και χρειάζονται φόρτιση, θα εγκαταστήσουμε κι άλλους σταθμούς. Προς το παρόν, όμως δε βλέπω να έχει ανάπτυξη το θέμα. Σίγουρα το μέλλον μας επιφυλάσσει πολλά για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, αφού πολλές βιομηχανίες πλέον προσφέρουν ηλεκτροκίνητα μοντέλα σε ανταγωνιστική τιμή.

Δ. Δ.: Τέλεια, σας ευχαριστώ πολύ για το χρόνο σας!

Ν. Κ.: Εγώ ευχαριστώ. Καλή τύχη και καλή σταδιοδρομία εύχομαι!

**Αντιπροσωπεία αυτοκινήτων Ford, Λάρισα. Συνέντευξη στο κεντρικό γραφείο της αντιπροσωπείας στις 30/6/2019.**

Δ. Δ.: Καλημέρα σας. Στα πλαίσια μιας έρευνας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, θα ήθελα να σας απασχολήσω για λίγο σχετικά με το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων. Διαθέτετε χρόνο;

A. A. Ford: Εννοείται, ήμουν κι εγώ φοιτητής και κατανοώ τη σημασία της έρευνας. Παρακαλώ.

Δ. Δ.: Τέλεια. Αρχικά θα ήθελα να σας ρωτήσω ποια είναι η γενική σας άποψη σχετικά με την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης;

A. A. Ford: Στο μέλλον θα επικρατήσει μόνο η ηλεκτροκίνηση. Τα σχέδια των βιομηχανιών αυτό δείχνουν. Η βενζίνη δε θα χρησιμοποιείται τόσο όσο ο ηλεκτρισμός.

Δ. Δ.: Πιστεύετε πως η Ελλάδα είναι έτοιμη για την εποχή της ηλεκτροκίνησης; Ποια είναι τα σχέδια της Ford για την ανάπτυξη ηλεκτρικών αυτοκινήτων;

A. A. Ford: Η Ελλάδα δεν είναι έτοιμη για τα ηλεκτρικά οχήματα γιατί λείπουν οι βασικές υποδομές φόρτισης και η ζήτηση είναι μηδαμινή. Στη Λάρισα, τουλάχιστον, δεν έχω συναντήσει πελάτη που να θέλει να αγοράσει ηλεκτρικό όχημα από την αντιπροσωπεία. Όταν το κράτος δημιουργήσει τις απαραίτητες υποδομές για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, τότε θα δούμε μεγαλύτερη ζήτηση ΗΟ.

Δ. Δ.: Στην Ελλάδα προσφέρονται ηλεκτρικά οχήματα από τη Ford προς πώληση;

A. A. Ford: Η Ford δεν προσφέρει ηλεκτρικά οχήματα στην Ελλάδα και το μόνο υβριδικό μοντέλο που προσφέρει στην αγορά είναι το Ford Focus Hybrid και θα παράγει στο μέλλον το πλήρως ηλεκτρικό επαγγελματικό βαν Ford Transit custom Van.

Δ. Δ.: Ποια η άποψή σας σχετικά με την κοινωνική αποδοχή των ηλεκτρικών οχημάτων από τον κόσμο και πόσα χρόνια πιστεύετε πως θα πρέπει να περάσουν, ώστε να έχουμε αξιολογά δείγματα ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα;

A. A. Ford: 5-6 χρόνια σίγουρα. Ο κόσμος γενικά δεν είναι έτοιμος για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Θα πάρει χρόνο μέχρι να τα συνηθίσουμε. Με συγχωρείς όμως, θα πρέπει να επιστρέψω στη δουλειά. Καλή επιτυχία!

Δ. Δ.: Εντάξει, σας ευχαριστώ για το χρόνο σας.

**Αντιπροσωπεία αυτοκινήτων Renault- Hyundai, Λάρισα. Συνέντευξη στο κεντρικό γραφείο της αντιπροσωπείας στις 30/6/2019.**

Δ. Δ.: Καλημέρα σας. Στα πλαίσια μιας έρευνας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, θα ήθελα να σας απασχολήσω για λίγο σχετικά με το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων. Διαθέτετε χρόνο;

A. A. Renault- Hyundai: Για να υπάρχουν ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα πρέπει να υπάρχουν και οι υποδομές φόρτισης από το κράτος. Δε γίνεται να έχουμε ζήτηση ΗΟ, χωρίς τον ανεφοδιασμό.

Δ. Δ.: Εννοείται. Ως επαγγελματίας στο χώρο της αυτοκίνησης, ποια είναι η άποψή σας σχετικά με την ενημέρωση του κοινού για τα ηλεκτρικά οχήματα. Πιστεύετε πως είναι έτοιμο για την εποχή της ηλεκτροκίνησης;

A. A. Renault- Hyundai: Το κοινό σίγουρα δεν είναι ενημερωμένο για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Πέραν όμως από την ενημέρωση, πρέπει να δοθούν και οικονομικά κίνητρα για την αγορά ΗΟ, ώστε να έχουμε κοινωνική αποδοχή. Η τιμή αγοράς ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με ένα συμβατικό. Επίσης δεν διατίθενται στην Ελλάδα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, από καμία αντιπροσωπεία και πρέπει να δούμε αν όντως τα ΗΟ παράγουν λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από τα βενζινοκίνητα ή πετρελαιοκίνητα οχήματα. Δηλαδή πρέπει πρώτα η ηλεκτρική ενέργεια να παράγεται μόνο από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, έτσι ώστε να μιλάμε για καθαρή ενέργεια στις μεταφορές.

Δ. Δ.: Σαφώς. Αυτός θα πρέπει να είναι και ο στόχος όλων κρατών προκειμένου να επιτύχουν δραστική μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>. Η αντιπροσωπεία πρόκειται να φέρει ηλεκτρικά οχήματα προς πώληση, μιας και η Renault διαθέτει το ΖΟΕ, ένα πλήρως ηλεκτρικό μοντέλο με ιδιαίτερα υψηλές πωλήσεις στην Ευρώπη;

A. A. Renault- Hyundai: Όχι δεν υπάρχει ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα, συνεπώς δε προβλέπεται να φέρουμε κάποιο ΗΟ, τουλάχιστον στον άμεσο μέλλον.

Δ. Δ.: Σας ευχαριστώ για τη συνέντευξη, καλό απόγευμα.

**Κατάστημα ηλεκτρολογικού υλικού και φωτισμού GERO S. A., Λάρισα. Συνέντευξη στο γραφείο  
διεύθυνσης του καταστήματος στις 29/6/2019.**

Δ. Δ.: Καλημέρα σας. Στα πλαίσια μιας έρευνας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, θα ήθελα να σας απασχολήσω για λίγο σχετικά με το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων, μιας και είστε η μονή τοποθεσία στη Λάρισα που προσφέρει ταχυφόρτιση με σταθμό φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Αρχικά θα ήθελα να σας ρωτήσω πότε εγκαταστήσατε το σταθμό και εάν υπάρχει ζήτηση για φόρτιση ΗΟ;

GERO: Ναι, παρακαλώ. Το σταθμό τον εγκαταστήσαμε το 2012, κυρίως για λόγους προώθησης και διαφήμισης του καταστήματος. Πρόκειται για ένα σύγχρονο σταθμό φόρτισης, ο οποίος αγοράστηκε και εγκαταστάθηκε από τη Hager. Προσφέρει ταχεία φόρτιση έως 43 kW. Εντάξει, προφανώς δεν έχει ζήτηση ο σταθμός. Έχει χρησιμοποιηθεί μόνο 3 φορές για τη φόρτιση ενός Tesla Model S από τη Σερβία, ενός υβριδικού Renault Kangoo από Ελλάδα και ενός BMW i3.

Δ. Δ. Πρόκειται να εγκαταστήσετε κι άλλους σταθμούς φόρτισης στο κατάστημα; Πόσο κοστίζει η φόρτιση εδώ;

GERO: Όχι δε θα βάλουμε άλλους σταθμούς. Η ζήτηση είναι ελάχιστη. Η φόρτιση προσφέρεται δωρεάν προς το παρόν, ωστόσο αυτό πάει ανάλογα και με τη ζήτηση. Μπορεί στο μέλλον να τη χρεώνουμε.

Δ. Δ.: Μάλιστα. Ποια είναι η άποψή σας σχετικά με την ηλεκτροκίνηση; Πιστεύετε πως θα υπάρξει ανάπτυξη στο μέλλον;

GERO: Σίγουρα. Οι νέοι όμως είναι αυτοί που θα αγκαλιάσουν την ηλεκτροκίνηση. Πρέπει να φύγουμε εμείς πρώτα. Πρέπει επίσης να δοθούν οικονομικά κίνητρα για την αγορά ΗΟ, όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η τιμή τους είναι πολύ μεγαλύτερη νομίζω(σε σχέση με τα συμβατικά).

Δ. Δ.: Όντως, παρ' όλα αυτά η τιμές πέφτουν συνεχώς. Πιστεύετε ότι αξίζει να αγοράσει κανείς ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο;

GERO: Πιστεύω πως αξίζει να πάρεις ηλεκτρικό αυτοκίνητο, όταν κάνεις πολλά χιλιόμετρα, από άποψη οικονομίας καυσίμου. Αν το θες για να το χρησιμοποιείς μια στο τόσο, δεν αξίζει. Εννοείται πως πρέπει να υπάρχουν και τις κατάλληλες υποδομές για να φορτίζεις το αυτοκίνητο στο ταξίδι. Φυσικά εδώ θα αργήσουν να αναπτυχθούν.

Δ. Δ.: Σας ευχαριστώ για το χρόνο σας. Καλημέρα.

GERO: Τίποτα, εγώ ευχαριστώ.

**Δήμος Λάρισας, Γενική Διεύθυνση υπηρεσιών περιβάλλοντος, ποιότητας ζωής και καθαριότητας,  
Γιοβρή Ευαγγελία (Γενική Διευθύντρια). Συνέντευξη στο Δημαρχείο Λάρισας, στο γραφείο της  
διεύθυνσης περιβάλλοντος του Δήμου στις 29/6/2019.**

Δ. Δ.: Καλημέρα σας. Στα πλαίσια μιας έρευνας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, θα ήθελα να σας απασχολήσω για λίγο σχετικά με το θέμα της ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων. Διαθέτετε χρόνο;

Γ. Ε.: Φυσικά, παρακαλώ.

Δ. Δ.: Αρχικά θα ήθελα να σας ρωτήσω ποια είναι η άποψή σας σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και τις προοπτικές ανάπτυξης στην Ελλάδα;

Γ. Ε.: Οτιδήποτε μας βοηθά στο αντιμετώπισουμε το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, νομίζω είναι σημαντικό να το ενισχύουμε. Το περιβάλλον και μάλιστα το αστικό, στο οποίο ζούμε και κινούμαστε κάθε μέρα, πρέπει να το προστατεύουμε, πρωτίστως για τη δική μας υγεία. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα σίγουρα είναι πιο φιλικά για το περιβάλλον και στο μέλλον θα δούμε περισσότερα από αυτά στους δρόμους μας. Έτσι κι αλλιώς η παγκόσμια τάση είναι να αποβάλλουμε τον άνθρακα από τις ενεργειακές μας ανάγκες.

Δ. Δ.: Ο Δήμος Λάρισας χρησιμοποιεί ή πρόκειται να χρησιμοποιήσει ηλεκτρικά οχήματα για την κάλυψη των μεταφορικών αναγκών του;

Γ. Ε.: Όχι ακόμη, δυστυχώς.

Δ. Δ.: Πιστεύετε ότι αξίζει να αγοράσει κανείς ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, πέραν του περιβαλλοντικού αποτυπώματος;

Γ. Ε.: Νομίζω τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι πιο ακριβά από τα βενζινοκίνητα. Αρά πρέπει το κράτος τα δώσει οικονομικά κίνητρα στον κόσμο για τη αγορά. Επίσης, πρέπει να δημιουργηθούν και οι υποδομές για τη φόρτιση των αυτοκινήτων, ώστε μπορούν να γίνονται μεγάλα ταξίδια. Γενικά τα ΗΟ αποτελούν μια καλή εναλλακτική στις μεταφορές για το περιβάλλον.

Δ. Δ.: Ποια είναι η γνώμη σας σχετικά με τη κοινωνική αποδοχή των ΗΟ;

Γ. Ε.: Ο κόσμος δεν έχει ασχοληθεί με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και δεν ξέρει πολλά πράγματα σχετικά με το θέμα. Σίγουρα η Ελλάδα δεν είναι έτοιμη ακόμα για την ηλεκτροκίνηση. Ωστόσο υπάρχει αισιοδοξία για το μέλλον.

Δ. Δ.: Εσείς θα αγοράζατε ηλεκτρικό αυτοκίνητο;



Γ. Ε.: Δε θα το αγοράζα κυρίως λόγω έλλειψης υποδομών.

Δ. Δ.: Ευχαριστώ για το χρόνο σας. Γεια σας.



