



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων & Συστημάτων Αποφάσεων

## Διπλωματική Εργασία

Της φοιτήτριας του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών  
Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Μαρία Μπλατσούκα Τσουράκη

### **ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ R ΚΑΙ ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΜΟΤΙΒΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ**

Επιβλέπων: **Χρυσόστομος Δούκας**  
Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Φεβρουάριος 2021



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων & Συστημάτων Αποφάσεων

Διπλωματική Εργασία  
Μαρία Μπλατσούκα Τσουράκη

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ  
ΓΛΩΣΣΑΣ R ΚΑΙ ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΜΟΤΙΒΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ**

Επιβλέπων: **Χρυσόστομος Δούκας**  
Αναπληρωτής Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την 18<sup>η</sup> Μαρτίου 2022

.....  
**Χρυσόστομος Δούκας**  
Αναπληρωτής Καθηγητής

.....  
**Ιωάννης Ψαρράς**  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
**Δημήτριος Ασκούνης**  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Φεβρουάριος 2021



---

Μαρία Μπλατσούκα Τσουράκη  
Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών

Copyright © Μαρία Μπλατσούκα Τσουράκη  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος , All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας Εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της Εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.





# Ανάλυση δεδομένων από σταθμούς φόρτισης με χρήση της γλώσσα R και εξεύρεση μοτίβων

Μαρία Μπλατσούκα Τσουράκη

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας

## Περίληψη

Στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί αφενός, η βιβλιογραφική μελέτη των ηλεκτρικών οχημάτων (Electrical Vehicles – EV) και των υποδομών φόρτισής τους, αφετέρου η ανάλυση δεδομένων φορτίσεων για τον εντοπισμό μοτίβων συμπεριφορών φόρτισης, με βάση τις συνήθειες των οδηγών, σε δημόσιο και ιδιωτικό περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό, αρχικά αναλύθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των EV και ειδικότερα συλλέχθηκαν δεδομένα για τη σύγκριση της ηλεκτροκίνησης, μεταξύ των παρόμοιων Ευρωπαϊκών χωρών Ουγγαρίας και Ελλάδας. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η Ουγγαρία είναι πιο ανεπτυγμένη και άρα αποτελεί μοντέλο προσομοίωσης της αντίστοιχης ανάπτυξης στην Ελλάδα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού R, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση δεδομένων φορτίσεων ενός συνόλου δημόσιων και οικιακών σημείων φόρτισης. Πιο συγκεκριμένα, οπτικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν ως προς τους μέσους όρους οι μεταβλητές διάρκειας, ενέργειας και ισχύος φόρτισης. Παρατηρήθηκε ότι το δημόσιο περιβάλλον παρουσιάζει μεγαλύτερες μέσες τιμές για την ενέργεια φόρτισης έναντι του ιδιωτικού. Για την συγκεκριμένη μελέτη, είναι λογικό αφού στο ιδιωτικό περιβάλλον φορτίζει Plug-in υβριδικό όχημα, που εξ' ορισμού έχει μικρότερη μπαταρία. Παρ' όλα αυτά, σε πραγματικές συνθήκες, για σύγκριση μεταξύ αμιγώς ηλεκτρικών οχημάτων, θα συνέβαινε το αντίθετο και το δημόσιο περιβάλλον θα παρουσίαζε μικρότερες τιμές διάρκειας και ενέργειας φόρτισης, αφού, αντίθετως με το ιδιωτικό, οι χρήστες δεν το προτιμούν για πλήρεις φορτίσεις. Η εργασία καταλήγει στα συμπεράσματα όπου παρουσιάζει τα βασικά μοτίβα που εντοπίστηκαν και προτείνει ευκαιρίες για περαιτέρω μελέτη αλγορίθμων πρόβλεψης σχετικά με τη ζήτηση ενέργειας σε σταθμούς φόρτισης.

**Λέξεις κλειδιά:** Ηλεκτρικά οχήματα, σταθμοί φόρτισης, ταχυφορτιστές, Ελλάδα, Ουγγαρία, ηλεκτροκίνηση, ανάλυση δεδομένων, δημόσιο και οικιακό περιβάλλον.

## **Data Analysis of charging stations using the R project in order to find charging patterns**

Maria Blatsouka Tsouraki

Supervisor: Chrisostomos Doukas

### **Abstract**

The aim of this Diploma Thesis is on the one hand, the bibliographic study of electric vehicles (EV) and their charging infrastructures, on the other hand the analysis of charging data to detect patterns of charging behaviors, based on drivers' habits, in public and private environment. For this purpose, first, the basic characteristics of EVs were analyzed and then, data were collected for the comparison of electromobility, between the similar European countries Hungary and Greece. The results show that Hungary is more developed, regarding alternative fuels, and therefore is a model for simulating the corresponding development in Greece. Then, using the programming language R, the data analysis of public and domestic charging points was performed. More specifically, the variables of duration, energy and charging power were visualized and analyzed in terms of averages. It was observed that the public environment has higher average values for charging energy than the private one. In this study, it makes sense since in the private environment a Plug-in hybrid vehicle is charged, which by default has a smaller battery. Nevertheless, in real-life conditions, for comparison between battery electric vehicles, the opposite result would appear, and the public environment would have lower values of duration and charging energy, since, unlike the private one, users do not prefer it for full charging. The paper concludes with a presentation of the key patterns identified and suggests opportunities for further study of forecasting algorithms for power demand in charging stations.

**Keywords:** Electric vehicles, charging stations, fast chargers, Greece, Hungary, electromobility, data analysis, public and domestic environment.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία σηματοδοτεί το πέρας των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω τον κύριο Χρυσόστομο Δούκα , Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής αυτής εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Χρήστο Στεφανάτο για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε και για το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ πολύ την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2021



# Περιεχόμενα

Περίληψη.....	1
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Κατηγορίες Ηλεκτρικών Οχημάτων-EV.....	9
1.1.1 Ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας ( Battery Electric Vehicles-BEV).....	9
1.1.2 Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (Hybrid Electric Vehicles -HEV).....	10
1.1.3 Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV).....	10
1.1.4 Ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου (FCEV).....	11
1.1.5 Extended-Range Electric Vehicle (EREV).....	11
1.1.6 Πίνακας σύγκρισης βασικών κατηγοριών ηλεκτρικών οχημάτων.....	12
1.2 Σταθμοί Φόρτισης.....	14
1.2.1 Είδη φόρτισης.....	14
1.2.1.1 Ημιταχεία φόρτιση-Μonoφασική AC παροχή.....	14
1.2.1.2 Ημιταχεία φόρτιση-Τριφασική AC παροχή.....	14
1.2.1.3 Ταχεία φόρτιση- DC παροχή.....	15
1.3 Χώροι φόρτισης.....	15
1.3.1 Οικιακή φόρτιση.....	15
1.3.1.1 Πίνακας οικιακής φόρτισης.....	16
1.3.2 Ιδιωτικοί χώροι φόρτισης με δημόσια πρόσβαση.....	16
1.3.3 Ιδιωτικοί χώροι φόρτισης με ιδιωτική πρόσβαση.....	16
1.3.4 Δημόσιοι χώροι φόρτισης με δημόσια πρόσβαση.....	16
1.4 Τύποι καλωδίων φόρτισης.....	17
1.4.1 Πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά των τύπων των ζευκτών.....	18
1.4.2 Συνοπτικός πίνακας με τις ονομασίες των ζευκτών.....	18
1.5 Τύποι φόρτισης Αμερική.....	19
1.5.1 Πίνακας με τους χρόνους φόρτισης και τις σχετικές απαιτήσεις των επιπέδων φόρτισης.....	19
1.6 Νομοθετικό-Φορολογικό Πλαίσιο.....	19
1.7 Οφέλη της Ηλεκτροκίνησης – Περιβαλλοντικά και Οικονομικά.....	20
2 Αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη-Ουγγαρία.....	21
2.1 Ευρώπη.....	21
2.1.1 Πίνακα AVERE 2020.....	21
2.2 Απορρόφηση της Αγοράς-Ευρώπη.....	22
2.2.1 Καταχωρήσεις νέων οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με βάση τον τύπο καυσίμου.....	22
2.2.2 Νέες πωλήσεις: Μερίδιο των εναλλακτικών οχημάτων.....	23
2.2.3 Μερίδιο εναλλακτικών οχημάτων στη αγορά.....	24
2.2.3.1 Ανά χώρα.....	24
2.2.3.2 Ανά χώρα-χάρτης 2019.....	24
2.2.4 Μερίδιο εναλλακτικών επιβατικών οχημάτων στην Ευρωπαϊκή αγορά.....	27
2.2.5 Σημεία φόρτισης-Ευρώπη:.....	28
2.2.5.1 Σημεία φόρτισης Ηλεκτρικά Φορτιζόμενων Οχημάτων ανά χώρα 2019.....	28
2.2.5.2 Καταμερισμός των σημείων φόρτισης των EV στην Ευρώπη.....	29

2.2.6 Φορολογικά οφέλη για Ηλεκτρικά Φορτιζόμενα οχήματα: αγορά/απόκτηση, ιδιοκτησία/κατοχή και εταιρικά αυτοκίνητα ανά χώρα.....	30
2.3 Ουγγαρία .....	31
2.3.1 Εθνικό Πολιτικό Πλαίσιο - National Policy Framework (NPF) .....	31
2.3.1.1 Στόχοι επίτευξης υποδομών εναλλακτικών καυσίμων 2020.....	32
2.3.1.2 Ηλεκτρικές υποδομές για οχήματα 2020.....	33
2.3.2 Γενικά στοιχεία για τα ηλεκτρικά οχήματα και τις υποδομές φόρτισης στην Ουγγαρία.....	33
2.3.2.1 Συνολικός αριθμός ηλεκτρικών υποδομών 2020 .....	33
2.3.2.2 Συνολικός αριθμός BEV/ PHEV 2020 .....	34
2.3.2.3 BEV/ PHEV ανά δημόσια σημεία φόρτισης 2020 .....	35
2.3.2.4 Ανάπτυξη σημείων φόρτισης 2020 .....	35
2.3.2.5 Ανάπτυξη αριθμού BEV/PHEV οχημάτων 2020.....	36
2.3.2.6 Δημόσια σημεία ταχυφορτιστών (>= 22kW) ανά 100 χλμ αυτοκινητόδρομου 2020.....	36
2.3.3 Καταχωρήσεις ηλεκτρικών οχημάτων και το μερίδιό τους στην αγορά.....	37
2.3.3.1 Νέες καταχωρήσεις 2020 .....	37
2.3.3.2 Νέες καταχωρήσεις 2020 .....	37
2.3.3.3 Νέες καταχωρήσεις 2020 .....	38
2.3.3.4 Νέες καταχωρήσεις 2020 .....	38
3 Αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη- Ελλάδα.....	39
3.1 Ελλάδα.....	39
3.1.1 Εισαγωγικά.....	39
3.2 Εθνικό Πολιτικό Πλαίσιο-National Policy Framework (NPF) .....	40
3.2.1 Συνολικός αριθμός υποδομών φόρτισης EV .....	40
3.2.2 Συνολικός αριθμός επιβατικών BEV/PHEV .....	40
3.2.3 EV ανά δημόσιο σταθμό φόρτισης.....	41
3.2.4 Ανάπτυξη σταθμών φόρτισης.....	41
3.2.5 Ανάπτυξη επιβατικών οχημάτων BEV/PHEV .....	42
3.2.6 Συνολικός αριθμός σημείων κανονικής και ταχείας φόρτισης.....	42
3.3 Νομοθετικό Πλαίσιο –Φορολογικά κίνητρα για ηλεκτρικά οχήματα στην Ελλάδα.....	43
3.3.1 Κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος .....	43
3.3.1.1 Συνοπτικός Πίνακας Κατηγοριών Κινήτρων .....	44
3.3.2 Φορολογικά κίνητρα για τα ηλεκτρικά οχήματα.....	45
3.3.2 Δημιουργία δωρεάν θέσεων στάθμευσης για ηλεκτρικά οχήματα.....	45
3.4 Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας συναρτήσει Δείκτη Ετοιμότητας EV Readiness Index 2020.....	46
3.4.1 Πίνακας Δείκτη Ετοιμότητας για τα EV .....	46
3.4.2. Πίνακας 1 <sup>ο</sup> Παράγοντα: Ωριμότητα Αγοράς EV .....	46
3.4.3 Πίνακας 2 <sup>ο</sup> Παράγοντα: Ωριμότητα Υποδομών Φόρτισης.....	47
3.4.4 Πίνακας 3 <sup>ο</sup> Παράγοντα: Κυβερνητικά Κίνητρα.....	47
3.4.6 Πίνακας Οχημάτων και Σταθμών Φόρτισης 2020 .....	48
4 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	49
4.1 Εισαγωγή.....	49
4.1.1 A statical analysis of EV charging behavior in the UK.....	49
4.1.2 Charging demand analysis framework for electric vehicles considering the bounded rationality behavior of users.....	49

4.1.3	The potential and economics of EV smart charging: A case study in Shanghai .....	50
4.1.4	Statistical Representation of EV Charging: Real Data Analysis and Applications .....	50
4.1.5	Estimating the Charging Profile of Individual Charge Sessions of Electric Vehicles in The Netherlands.....	50
4.1.6	Future standard and fast charging infrastructure planning: An analysis of electric vehicle charging behavior.	51
4.1.7	Quantitative analysis of electric vehicle flexibility: A data-driven approach.....	51
4.1.8	Data-driven spatial-temporal prediction of electric vehicle load profile considering charging behavior. ....	52
4.1.9	Location of electric vehicle charging stations: A perspective using the grey decision-making model. ....	52
5	Ανάλυση Δεδομένων .....	53
5.1.2	Ενδεικτικός Κώδικας Ουγγαρίας .....	54
5.1.3	Ενδεικτικός Κώδικας Ελλάδας.....	55
5.2	Ανάλυση Δεδομένων για Ουγγαρία .....	56
5.2.1	Διάγραμμα M.O.kWh - id_tag.....	56
5.2.2	Διάγραμμα M.O.d_fortisis - id_tag .....	57
5.2.3	Διάγραμμα M.O kWh – hrs .....	57
5.2.4	Διάγραμμα M.O.d_fortisis – date_start.....	58
5.2.5	Διάγραμμα Athroisma kWh - id_tag .....	59
5.2.6	Διάγραμμα M.O. Isxys – id_tag .....	60
5.2.7	Διάγραμμα M.O. kWh – date_start .....	61
5.2.8	Heatmap idiothta .....	62
5.3	Ανάλυση Δεδομένων για Ελλάδα.....	62
5.3.1	Διάγραμμα M.O.d_fortisis – date_start.....	63
5.3.2	Διάγραμμα M.O. Kwh – hrs.....	63
5.3.3	Διάγραμμα M.O. KiloWh – date start .....	64
5.4	Σχολιασμός της Ανάλυσης Δεδομένων και δημιουργία Μοντέλων Πρόβλεψης .....	65
6	Συμπεράσματα.....	66
1.	Καταχωρήσεις ηλεκτρικών οχημάτων και το μερίδιό τους στην αγορά.....	68
1.1	Μερίδιο νέων καταχωρήσεων BEV/PHEV 2020.....	68
1.2	Νέες καταχωρήσεις BEV και PHEV ανά μήνα 2020.....	68
1.3	Νέες καταχωρήσεις BEV/PHEV ανά μήνα 2020.....	69
1.4	Ποσοστό BEV/PHEV επί των συνολικών οχημάτων 2020 .....	70
1.5	Πλήθος BEV/PHEV 2020 .....	70
1.6	Πλήθος BEV/PHEV 2020 .....	71
1.7	Πλήθος BEV/PHEV 2020 .....	71
2.	Υποδομές εναλλακτικών καυσίμων: Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.....	72
2.1	Σημεία υποδομών για κανονική και ταχεία φόρτιση 2020.....	72
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73



# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Κατηγορίες Ηλεκτρικών Οχημάτων-EV

Τα τελευταία χρόνια τα ηλεκτρικά οχήματα [electric vehicles -EV] και η νέα τεχνολογία που τα συνοδεύει, κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο ποσοστό στον τομέα των μεταφορών της Ελλάδα και της Ευρώπης. Οι λόγοι για τους οποίους τα ηλεκτρικά όχημα τείνουν να αντικαταστήσουν τα οχήματα εσωτερικής καύσης είναι πολλοί και θα αναλυθούν παρακάτω. Αρχικά όμως πρέπει να δοθεί ένας ορισμός για τα ηλεκτρικά οχήματα και εξηγηθούν τα διάφορα είδη τους.

Ο όρος “ηλεκτρικό όχημα” αναφέρεται σε οποιοδήποτε όχημα χρησιμοποιεί ηλεκτροκινητήρες ως μέσο προώθησης. Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) μπορούν να λειτουργούν αποκλειστικά με ηλεκτρική πρόωση ή μπορούν να λειτουργούν μαζί με ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE). Βασικό είδος EV χαρακτηρίζεται αυτό που χρησιμοποιεί μόνο μπαταρίες ως πηγή ενέργειας, παρ' όλα αυτά υπάρχουν και άλλα είδη που μπορούν να χρησιμοποιούν άλλες πηγές ενέργειας. Αυτά ονομάζονται υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEV). Η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή όρισε ότι τα οχήματα που χρησιμοποιούν δύο ή παραπάνω τύπους πηγών ενέργειας, αποθήκευσης ή μετατροπών, μπορούν να ονομάζονται υβριδικά-HEV όσο τουλάχιστον ένας από τους παραπάνω τύπους παρέχει ηλεκτρική ενέργεια. Αυτός ο ορισμός καθιστά δυνατούς πολλούς συνδυασμούς υβριδικών οχημάτων όπως τον συνδυασμό κινητήρα εσωτερικής καύσης και μπαταρίας, μπαταρίας και σφονδύλου, μπαταρίας και πυκνωτή, μπαταρίας και κυψέλης καυσίμου, καθώς και άλλους. Πιο συγκεκριμένα, οχήματα και με ηλεκτρικό αλλά και με εσωτερικό κινητήρα καύσης καλούνται Υβριδικά HEV, οχήματα με μπαταρία και πυκνωτές καλούνται EV-υποβοηθούμενα από πυκνωτές και οχήματα με μπαταρία και κυψέλες καυσίμου καλούνται FEVs. Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτουν οι εξής κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων:

1. Ηλεκτρικό όχημα μπαταρίας (BEV)
2. Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (HEV)
3. Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)
4. Ηλεκτρικά οχήματα κυψέλων καυσίμου (FCEV)
5. Extended-Range Electric Vehicle (EREV)

### 1.1.1 Ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας ( Battery Electric Vehicles-BEV)

Ηλεκτρικά οχήματα που αποθηκεύουν ηλεκτροχημική ενέργεια στις μπαταρίες τους και εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους. Η ισχύς της μπαταρίας τους χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα και όλων των ηλεκτρονικών συσκευών. Κινούνται αποκλειστικά με την ηλεκτρική ενέργεια των συσσωρευτών και δεν έχουν εφεδρική πηγή καυσίμου. Φορτίζουν κυρίως από το δίκτυο αλλά και εκμεταλλεύομενα την αναγεννητική πέδηση, που είναι η χρησιμοποίηση μέρους της θερμότητας που παράγεται κατά το φρενάρισμα, για την επαναφόρτιση της μπαταρίας. Επομένως, το εύρος τέτοιων οχημάτων εξαρτάται άμεσα από τη χωρητικότητα της μπαταρίας τους. Μόλις αυτή εξαντληθεί, η φόρτιση της διαρκεί πολύ περισσότερο σε σύγκριση με τον ανεφοδιασμό ενός συμβατικού οχήματος.

#### Πλεονεκτήματα

- Χρήση ανανεώσιμης μορφής ενέργειας
- Μηδενικές εκπομπές καυσαερίων
- Ανακυκλώσιμη ενέργεια μέσω της αναγεννητικής πέδησης
- Χαμηλό κόστος
- Ήσυχη λειτουργία
- Ασφάλεια λόγω αντικατάστασης του πετρελαίου με ηλεκτρική ενέργεια

#### Μειονεκτήματα

- Μικρή αυτονομία
- Ανάγκη εξέλιξης της τεχνολογίας των μπαταριών
- Ανάγκη αύξησης του αριθμού των δημοσίων σημείων φόρτισης

### **1.1.2 Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (Hybrid Electric Vehicles -HEV)**

Υβριδικά χαρακτηρίζονται τα οχήματα στα οποία η ενέργεια κίνησης, κατά τη διάρκεια των λειτουργικών τους φάσεων, παρέχεται από δύο ή περισσότερες πηγές ή αποθήκες ενέργειας ή μετατροπείς ενέργειας. Ως Υβριδικό/Ηλεκτρικό αυτοκίνητο (HEV) ορίζεται εκείνο στο οποίο η μία από τις μορφές ενέργειας που αξιοποιείται για την κίνησή του, είναι η ηλεκτρική. Το HEV χρησιμοποιεί το ηλεκτρικό σύστημα πρόωσης όταν η ζήτηση ισχύος είναι χαμηλή. Με την παρουσία ηλεκτρικού συστήματος κίνησης επιτυγχάνεται είτε μεγαλύτερη οικονομία σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο, είτε καλύτερη επίδοση. Επίσης, μειώνει την κατανάλωση καυσίμου καθώς ο κινητήρας παραμένει εντελώς εκτός λειτουργίας κατά τη διάρκεια αδρανών περιόδων, ενώ όταν απαιτείται υψηλότερη ταχύτητα, αλλάζει στη μηχανή εσωτερικής καύσης (ICE). Ακόμα, βελτιώνει την απόδοση γεμίζοντας τα κενά μεταξύ αλλαγών ταχυτήτων και παρέχοντας ενισχύσεις ταχύτητας όπου απαιτείται. Πιο συγκεκριμένα, κατά την εκκίνηση του οχήματος ο ICE λειτουργεί σαν γεννήτρια για να παραγάγει ενέργεια που θα αποθηκευτεί στις μπαταρίες, κατά την προσέλαση που χρειάζεται ενίσχυση ταχύτητας και ο ICE και ο ηλεκτρικός κινητήρας χρησιμοποιούνται. Κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος ο ICE λειτουργεί σαν γεννήτρια για να φορτίσει η μπαταρία μέσω της αναγεννητικής πέδηση, ενώ κατά τη διάρκεια του ταξιδιού λειτουργεί ως γεννήτρια απλά για φόρτιση. Η ροή ισχύος διακόπτεται μόλις σταματήσει το όχημα. Άρα η φόρτισή των HEV εξασφαλίζεται είτε μέσω του ICE που φορτίζει τις μπαταρίες τους, είτε μέσω της ενέργειας της αναγεννητικής πέδησης όπως και τα BEV. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα υβριδικό αυτοκίνητο εκπέμπει σημαντικά λιγότερους ρύπους από την μηχανή εσωτερικής καύσης, σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο, μιας και ο βενζινοκινητήρας ενός υβριδικού αυτοκινήτου, είναι συγκριτικά μικρότερος.

### **1.1.3 Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)**

Με τον όρο «Plug-in EVs» εννοούμε τα ηλεκτρικά οχήματα που έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται στο δίκτυο και να ανταλλάσσουν ηλεκτρική ενέργεια με αυτό. Η ιδέα του Plug-in HEV προέκυψε για να επεκτείνει το ηλεκτρικό φάσμα των HEV. Χρησιμοποιεί τόσο ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE) όσο και ένα ηλεκτρικό σύστημα κίνησης, όπως ένα HEV, αλλά η διαφορά μεταξύ τους είναι ότι το Plug-in HEV χρησιμοποιεί την ηλεκτρική πρόωση ως την κύρια κινητήρια δύναμη, οπότε και απαιτεί μεγαλύτερη χωρητικότητα μπαταρίας σε σχέση με το HEV.

Όταν τα Plug-in HEV ξεκινούν βρίσκονται μόνο σε ηλεκτρική λειτουργία, λειτουργούν με ρεύμα και όταν οι μπαταρίες κοντεύουν να εξαντληθούν, καλείται ο ICE να δώσει ώθηση ή να τις φορτίσει. Τα PHEV μπορούν να φορτίσουν τις μπαταρίες τους απευθείας από το δίκτυο, πράγμα το οποίο τα HEV δεν μπορούν να κάνουν. Καταναλώνουν επίσης λιγότερα καύσιμα και έτσι μειώνουν το σχετικό κόστος. Ακόμα μία διαφορά, είναι η ικανότητά τους να λειτουργούν τις περισσότερες φορές αποκλειστικά με ηλεκτρισμό γεγονός το οποίο κάνει το αποτύπωμα άνθρακα τους μικρότερο.

Παρ' όλα αυτά σε αντιστοιχία με τα HEV, χρησιμοποιούν και αυτά την αναγεννητική πέδηση.

Τέλος, κάθε μία από τις κατηγορίες των EV μπορεί με την προσθήκη κατάλληλου εξοπλισμού να αποκτήσει τη δυνατότητα σύνδεσης στο ηλεκτρικό δίκτυο.

#### **Πλεονεκτήματα**

- Χρήση ανανεώσιμης μορφής ενέργειας.
- Ανακυκλώσιμη ενέργεια μέσω του αναγεννητικού φρεναρίσματος.
- Βελτιωμένη αποδοτικότητα και επίδοση.
- Δυνατότητα σύνδεσης με το δίκτυο.
- Μειωμένη κατανάλωση και εκπομπές καυσαερίων.

#### **Μειονεκτήματα**

- Μεγάλο κόστος, τόσο αρχικό, όσο και στην αντικατάσταση των μπαταριών.
- Επιπλέον βάρος.
- Δυσχέρεια στην εύρεση ανταλλακτικών (μπαταρίες, κινητήρες, ηλεκτρονικά ισχύος).



#### **1.1.4 Ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου (FCEV)**

Ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου ονομάζονται τα EV που κινούνται με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η μονάδα ενεργειακών στοιχείων τους (Fuel Cells). Μέσω των κυψελών καυσίμου (Fuel Cells), οι οποίες χρησιμοποιούν το υδρογόνο και το οξυγόνο είτε από τον αέρα, είτε από την διάσπαση του νερού, τροφοδοτούν τον ηλεκτροκινητήρα.

Με αυτό τον τρόπο δεν εκπέμπονται ρύποι και από την εξάτμιση βγαίνει καθαρό νερό.

Ειδικότερα, η κυψέλη καυσίμου αποτελεί μια συσκευή η οποία μετατρέπει την χημική ενέργεια που παράγεται από το καύσιμο σε ηλεκτρική μέσω μιας χημικής αντίδρασης είτε με οξυγόνο, είτε με άλλο μέσο οξείδωσης. Όλες οι κυψέλες καυσίμων αποτελούνται από τρία μέρη: έναν ηλεκτρολύτη, μια άνοδο, και μια κάθοδο. Οι κυψέλες καυσίμου σε σχέση με τις συμβατικές μπαταρίες χρειάζονται μια συνεχή πηγή καυσίμου και οξυγόνου για να λειτουργήσουν, όμως έχουν την δυνατότητα να παράγουν συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια εφόσον τροφοδοτούνται. Ωστόσο, η απαιτούμενη υποδομή για τη διανομή του υδρογόνου, η επί του οχήματος αποθήκευση του και οι απώλειες μετατροπής αποτελούν σημαντικά προβλήματα.

#### **Πλεονεκτήματα**

- Χρήση ανανεώσιμης μορφής ενέργειας (το υδρογόνο).
- Συγκριτικά απλούστερη η κυψέλη υδρογόνου.
- Μηδενικές εκπομπές αερίων (μόνο υδρατμοί).
- Ήσυχη λειτουργία.
- Ανεπηρέαστα από υψηλές θερμοκρασίες και διάβρωση.

#### **Μειονεκτήματα**

- Το υδρογόνο είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο.
- Μεγάλο κόστος εξαγωγής και αποθήκευσης του υδρογόνου σε δεξαμενές.
- Επιπλέον βάρος και όγκος.

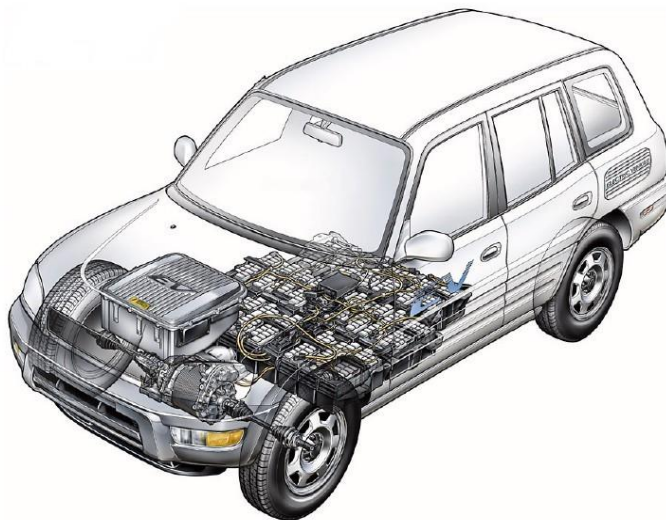
#### **1.1.5 Extended-Range Electric Vehicle (EREV)**

EREV ορίζονται τα EV με μονάδα επέκτασης της αυτονομίας οδήγησης. Είναι ηλεκτρικά οχήματα που κινούνται με τους συσσωρευτές τους για κάποιο αριθμό χιλιομέτρων. Τα υβριδικά μεγάλης εμβέλειας είναι παρόμοια με τα PHEV, αλλά τροφοδοτούνται πάντα από τον ηλεκτροκινητήρα τους. Ο βενζινοκινητήρας ή ο κινητήρας ντίζελ διατηρεί φορτισμένη τη μπαταρία σε μεγαλύτερες διαδρομές. Η μπαταρία έχει εμβέλεια 40/50 μίλια, με τον βενζινοκινητήρα να επεκτείνεται κατά 330 μίλια. Ο κινητήρας δεν τροφοδοτεί τους τροχούς. Αντί αυτού παρέχει ισχύ για τη διατήρηση της ισχύος της μπαταρίας, έτσι λειτουργεί σαν γεννήτρια.

### 1.1.6 Πίνακας σύγκρισης βασικών κατηγοριών ηλεκτρικών οχημάτων

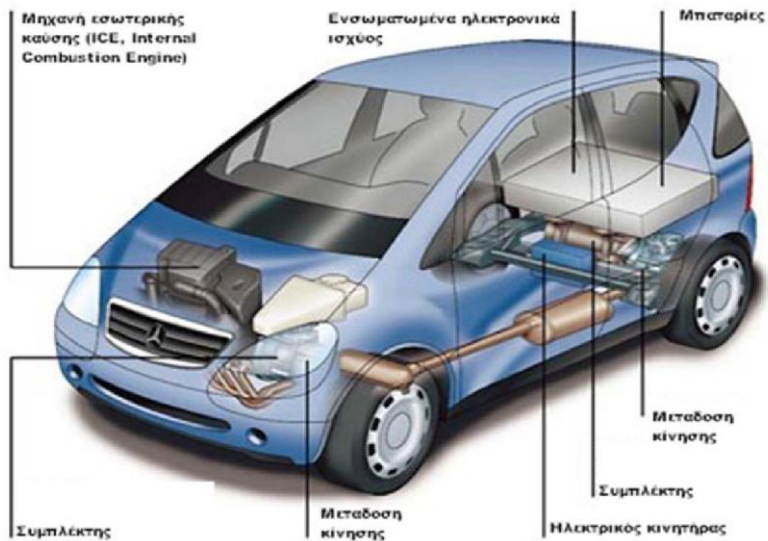
Είδος EV	Εσωτερικές Διατάξεις	Πηγές Ενέργειας	Χαρακτηριστικά	Μειονεκτήματα
<b>BEV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ηλεκτρικός κινητήρας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μπαταρίες</li> <li>• Υπερπυκνωτές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθόλου ρύπανση</li> <li>• Εξάρτηση από το είδος της μπαταρίας που χρησιμοποιείται</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τιμή και χωρητικότητα μπαταρίας</li> <li>• Διάρκεια φόρτισης</li> <li>• Διαθεσιμότητα σταθμών φόρτισης</li> </ul>
<b>HEV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ηλεκτρικός κινητήρας</li> <li>• Κινητήρας εσωτερικής καύσης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μπαταρίες</li> <li>• Υπερπυκνωτές</li> <li>• Κινητήρας εσωτερικής καύσης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ελάχιστη ρύπανση</li> <li>• Μεγάλο εύρος</li> <li>• Αντλεί ισχύ και από το καύσιμο και ηλεκτρικά</li> <li>• Περίπλοκη δομή με μηχανικό και ηλεκτρικό μέρος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαχείριση των πηγών ενέργειας</li> <li>• Ανάγκη βελτιστοποίησης του μεγέθους της μπαταρίας</li> </ul>
<b>FCEV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ηλεκτρικός κινητήρας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κυψέλες καυσίμου</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ελάχιστη ρύπανση</li> <li>• Υψηλή αποδοτικότητα</li> <li>• Δεν εξαρτάται από την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κόστος των κυψελών καυσίμου</li> <li>• Διαθεσιμότητα των εγκαταστάσεων καυσίμου</li> </ul>

Πίνακας 1: Σύγκριση ηλεκτρικών οχημάτων



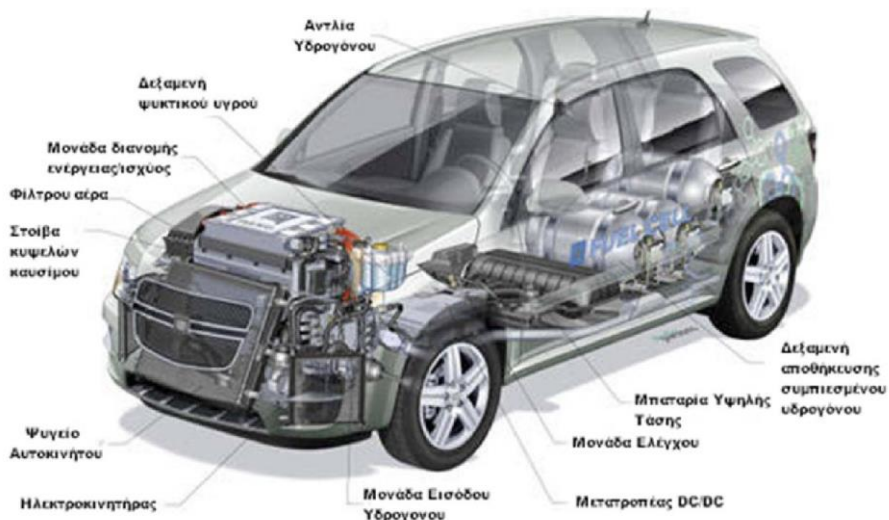
Το εσωτερικό ενός ηλεκτρικού οχήματος με μπαταρίες.

Εικόνα :Πηγή ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο.



Εσωτερικό ενός υβριδικού αυτοκινήτου

Εικόνα: Πηγή ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο.



Το εσωτερικό ενός αυτοκινήτου τύπου κυψελών καυσίμου.

Εικόνα: Πηγή ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο.

## **1.2 Σταθμοί Φόρτισης**

Η διαδικασία φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, αλλά και οι διαθέσιμες τεχνολογίες έχουν πρωταρχική σημασία για τη διάδοση και την ανεμπόδιστη χρήση των EV. Τα δίκτυα διανομής και οι πηγές ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτουν μεγάλο εύρος περιοχών και παράλληλα η τεχνολογική εξέλιξη έχει καταστήσει τη φόρτιση ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου μια προσιτή και εύκολη διαδικασία.

Με τον όρο σταθμός φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος ορίζουμε μια μηχανή που παρέχει ηλεκτρική ενέργεια για την επαναφόρτιση του EV. Οι σταθμοί φόρτισης είναι συμβατοί με καθιερωμένα πρότυπα από τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC). Τα πρότυπα αυτά, αφορούν το χρόνο λειτουργίας των οχημάτων, τη διαθέσιμη αυτονομία τους, την τεχνολογία των συσσωρευτών τους και τέλος τον χρόνο φόρτισής τους

### **1.2.1 Είδη φόρτισης**

Η σύνδεση του ηλεκτρικού οχήματος στους σταθμούς φόρτισης μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με επαγωγική (ασύρματη) είτε με ενσύρματη σύνδεση. Στην περίπτωση της τελευταίας, η σύνδεση γίνεται μέσω ηλεκτροφόρων αγωγών (καλωδίων). Αυτή η μέθοδος είναι και η πιο συνηθισμένη καθώς είναι απλή και ήδη γνώριμη στον χρήστη, αφού είναι παρόμοια διαδικασία με τη σύνδεση οποιασδήποτε άλλης συσκευής στο ηλεκτρικό δίκτυο. Από την άλλη πλευρά κατά τη διάρκεια της επαγωγικής σύνδεσης, η σύνδεση για τη μεταφορά μεγάλων ποσών ισχύος μεταξύ του δικτύου και της μπαταρίας του EV γίνεται μέσω επαγωγών και όχι με απευθείας αγωγούς. Ο τρόπος αυτός διευκολύνει τον χρήστη καθώς όχι μόνο απλοποιεί τη διαδικασία φόρτισης εφόσον δεν χρησιμοποιούνται καλώδια, αλλά τον προστατεύει από κάθε είδους κίνδυνο σχετικό με αυτά. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα της υπόγειας τοποθέτησης του φορτιστή με αποτέλεσμα, αυτός να μην επιβαρύνεται από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Οι σταθμοί φόρτισης ανεξαρτήτως ενσύρματης ή ασύρματης τεχνολογίας χωρίζονται περαιτέρω στους σταθμούς ημιταχείας φόρτισης με AC (μονοφασική ή τριφασική) παροχή και στους σταθμούς ταχείας φόρτισης με κατά κύριο λόγο DC παροχή.

#### **1.2.1.1 Ημιταχεία φόρτιση-Μονοφασική AC παροχή**

230V/16A-3,7 kW, 17 ώρες η διάρκεια φόρτισης, για το πλέον σύνηθες μέγεθος μπαταρίας 64 Kwh.

230V/32A-7,4 kW, περίπου 9 ώρες η διάρκεια φόρτισης, για το ίδιο μέγεθος μπαταρίας

#### **1.2.1.2 Ημιταχεία φόρτιση-Τριφασική AC παροχή**

400V/16A-11 kW, περίπου 6 ώρες η διάρκεια φόρτισης

400V/32A-22 kW, περίπου 3 ώρες η διάρκεια φόρτισης

Η AC παροχή των σταθμών ημιταχείας φόρτισης είναι αντίστοιχη της παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος για την ηλεκτροδότηση οικιακών συσκευών. Είναι η βασική και η πιο ευρέως διαδεδομένη εναλλακτική φόρτισης των EV εκτός κατοικίας.

### **1.2.1.3 Ταχεία φόρτιση- DC παροχή**

Σε αυτούς τους σταθμούς ταχείας φόρτισης η τροφοδοσία γίνεται με συνεχές ρεύμα το οποίο δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς πολύ υψηλής ισχύος, ώστε να επιτυγχάνεται μικρή διάρκεια φόρτισης. Τέτοιοι σταθμοί, προσφέρονται για μια ολιγόλεπτη στάση, περίπου 45 λεπτών, προκειμένου ο χρήστης να επαναφορτίσει πολύ γρήγορα ένα μεγάλο ποσοστό των μπαταριών του ηλεκτρικού οχήματός του.

## **1.3 Χώροι φόρτισης**

Οι χρήστες ηλεκτρικών οχημάτων έχουν τη δυνατότητα να φορτίσουν το αυτοκίνητό τους στο σπίτι ή σε κάποιο κοινόχρηστο σταθμό φόρτισης. Στη δεύτερη περίπτωση υπάρχει η εναλλακτική της ημιταχείας ή της ταχείας φόρτισης

### **1.3.1 Οικιακή φόρτιση**

Αυτός ο τρόπος φόρτισης αποτελεί τη βραδύτερη μέθοδο φόρτισης. Οι περισσότεροι χρήστες φορτίζουν τα οχήματα τους κατά τη διάρκεια της νύχτας, χρησιμοποιώντας τους εξής δύο τρόπους:

#### **A. Φορητή φόρτιση: χρήση πρίζας schuko.**

Ο τρόπος αυτός πραγματοποιεί αγωγή σύνδεση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σε παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος με χρήση συνήθους οικιακού τύπου ρευματοδότη προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής (πρίζα schuko), μονοφασικής ή τριφασικής σύνδεσης και με αξιοποίηση των αγωγών των φάσεων, του ουδέτερου και της γείωσης προστασίας.

Η διαδικασία της φόρτισης του οχήματος από την πρίζα schuko απαιτεί μεγάλη διάρκεια καθώς η ταχύτητα φόρτισης είναι περιορισμένη στα 2,6 kW ,ενώ μια πλήρης φόρτιση μπορεί να διαρκέσει δέκα ώρες ή και παραπάνω, αναλόγως του μοντέλου του αυτοκινήτου και της χωρητικότητας των μπαταριών του. Ακόμα ένα χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου τρόπου φόρτισης που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι απαιτεί την παρουσία προστατευτικής διάταξης ισοζυγισμού έντασης RCD (Residual Current Device) προς την πλευρά της παροχής. Όταν η παρουσία μιας τέτοιας διάταξης δεν εξασφαλίζεται από την ισχύουσα σε κάθε χώρα νομοθεσία, ο τρόπος φόρτισης δεν συνιστάται.

#### **B. Κανονική φόρτιση: σταθμοί φόρτισης επιτοίχιου τύπου ( Wall Box)**

Αντίστοιχα, αυτός ο τρόπος χρησιμοποιεί φορτιστή ο οποίος συνήθως είναι επιτοίχιου τύπου και στην Ευρωπαϊκή Ένωση απαιτεί απευθείας καλωδίωση με τον ηλεκτρολογικό πίνακα. Πραγματοποιεί απ' ευθείας αγωγή σύνδεση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σε παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος με αξιοποίηση ειδικής μόνιμης ηλεκτρικής παροχής (καλώδιο), εφοδιασμένης με μονάδα εποπτείας για ασφαλή διαχείρισης της φόρτισης, επί της οποίας και συνδέεται ο αγωγός σημάτων επικοινωνίας του οχήματος.

Ο οικιακός σταθμός φόρτισης επικοινωνεί με το ηλεκτρικό όχημα κατά την διάρκεια φόρτισης, αυξάνοντας την ασφάλεια φόρτισης και την προστασία της μπαταρίας. Μία πλήρης επαναφόρτιση μπορεί να διαρκέσει κατά μέσο όρο από 3,5 μέχρι 7 ώρες αναλόγως του τύπου του οχήματος και η μέγιστη ταχύτητα φόρτισης φτάνει στα 22 kW, άρα συμπεραίνεται ότι αυτός ο τρόπος φόρτισης είναι πιο γρήγορος από τον πρώτο τρόπο.

### 1.3.1.1 Πίνακας οικιακής φόρτισης

	<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
<b>πρίζα schuko</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Εξαιρετικός εφεδρικός φορτιστής, συμβατός με οποιαδήποτε οικιακή πρίζα</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ανεπάρκεια ασφάλειας λόγω χρήσης απλών πριζών τοίχου</li><li>Η αργή ταχύτητα φόρτισης μπορεί να είναι ανεπαρκής για να φτάσει στη πλήρη φόρτιση κατά την διάρκεια της εργάσιμης ημέρας</li></ul>
<b>Σταθμός φόρτισης επιτοίχιου τύπου</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ο γρηγορότερος τρόπος για οικιακή φόρτιση</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Οι χρόνοι φόρτισής του παραμένουν στην κατηγορία της βραδείας φόρτισης</li></ul>

Πίνακας 2: Σύγκριση των τρόπων οικιακής φόρτισης

Η οικιακή φόρτιση ίσως είναι η καλύτερη λύση για την επαναφόρτιση των EV καθώς δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες τους να εκμεταλλεύονται τις βραδινές ώρες, που είναι οι ώρες με το μικρότερο κόστος αφού συνοδεύονται από μεταμεσονύχτια χρέωση. Για την Ελλάδα ισχύει 0,07897€ /kW ΔΕΗ.

### 1.3.2 Ιδιωτικοί χώροι φόρτισης με δημόσια πρόσβαση

Οι χώροι αυτοί (παραδείγματος χάριν πάρκινγκ εμπορικών καταστημάτων, εργασιακοί χώροι) παρέχουν δημόσιους φορτιστές ταχείας ή ημιταχείας φόρτισης. Η πρόσβαση είναι ελεύθερη για όλους τους χρήστες με κόστος που εξαρτάται από τον χρόνο χρήσης του φορτιστή. Στην περίπτωση της ημιταχείας φόρτισης, οι σταθμοί παρέχουν εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα, και φορτίζουν με ισχύ φόρτισης από 3,7kW έως 22kW. Μία πλήρης φόρτιση μπορεί να διαρκέσει από 1 έως 7 ώρες, αναλόγως τα χαρακτηριστικά του οχήματος. Αντίστοιχα, στην περίπτωση της ταχείας φόρτισης, παρέχεται είτε συνεχές (DC) ρεύμα έως 150 kW είτε εναλλασσόμενο (AC) με ισχύ έως 44kW, η πλήρης φόρτιση μπορεί να διαρκέσει από 20 έως 45 λεπτά.

### 1.3.3 Ιδιωτικοί χώροι φόρτισης με ιδιωτική πρόσβαση

Οι χώροι αυτοί διαθέτουν φορτιστές δικτύου που ανήκουν σε κάποιο πάροχο. Παρέχουν και ταχεία και ημιταχεία φόρτιση με απαραίτητη προϋπόθεση τη συνδρομή. Η φόρτιση μπορεί να πραγματοποιείται τις νυχτερινές ώρες όπως και στην οικιακή φόρτιση ώστε να εκμεταλλεύεται το χαμηλού κόστους τιμολόγιο. Η διάρκεια της διαδικασίας είναι περίπου 6 έως 8 ώρες.

### 1.3.4 Δημόσιοι χώροι φόρτισης με δημόσια πρόσβαση

Οι χώροι αυτοί παρέχουν κοινόχρηστους φορτιστές, και για τις δύο εναλλακτικές (ταχεία/ ημιταχεία) φόρτισης, για τους οποίους δεν υπάρχει καμία χρέωση για τη φόρτιση του EV. Βρίσκονται συνήθως σε μεγάλα πάρκινγκ ή δημόσιους δρόμους. Για την Ελλάδα προβλέπεται η υποχρεωτική εκπόνηση του Σχεδίου Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων (ΣΦΗΟ) από τους Δήμους, με το οποίο εξασφαλίζουν τη χωροθέτηση επαρκούς αριθμού δημοσίων προσβάσιμων σημείων φόρτισης και θέσεων στάθμευσης εντός των διοικητικών τους ορίων.

Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τις επί πληρωμή επιλογές, από άποψη κόστους ίσως συμφέρει η οικιακή φόρτιση για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Όσον αφορά το χρόνο φόρτισης, η ημιταχεία φόρτιση σε κοινόχρηστους

σταθμούς είναι προτιμότερη καθώς είναι λίγο πιο γρήγορη εναλλακτική από την οικιακή φόρτιση, αφού σε μόλις 5 ώρες ή και λιγότερο ο χρήστης έχει επαναφορτίσει κάποιο ποσοστό των μπαταριών του. Τέλος, συγκριτικά με όλες τις επιλογές, η πιο γρήγορη και πιο επιθυμητή λύση είναι η ταχεία φόρτιση.

#### **1.4 Τύποι καλωδίων φόρτισης**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή-IEC έχει αναπτύξει ποικίλα πρότυπα για κάθε πτυχή των τεχνολογιών φόρτισης. Οι ειδικότερες απαιτήσεις για τα φισ, τους ρευματοδότες, τις υποδοχές των αυτοκινήτων και τα αντίστοιχα βύσματα τους, προκειμένου για αγωγήμες συνδέσεις φόρτισης του προτύπου IEC 61851, περιλαμβάνονται σε ένα ιδιαίτερο πρότυπο, το IEC 62196. Το IEC 62196, καλύπτει εξαρτήματα αγωγίμης σύνδεσης κατάλληλα για τάση μέχρι 690 V εναλλασσόμενου ρεύματος και εντάσεως μέχρι 250 A, ή 1500 V συνεχούς ρεύματος και εντάσεως μέχρι 400 A. Περιλαμβάνει προδιαγραφές για την κατασκευή, την ηλεκτρική επίδοση, την ασφάλεια, την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, την αξιοπιστία, την εσωτερική αντίσταση και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά αυτών των εξαρτημάτων. Σημειώνεται ότι το πρότυπο IEC 62196, καλύπτει υποδοχές και βύσματα προς την πλευρά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου αλλά και ρευματοδότες και ρευματολήπτες προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής. Αυτό κρίθηκε απαραίτητο γιατί στην Ευρώπη δεν είναι συνήθης η κατασκευή σημείων φόρτισης ή σταθμών φόρτισης με μονίμως συνδεδεμένο καλώδιο με βύσμα για το αυτοκίνητο.

##### Τύπος 1 (SAE J1772)

Αντιστοιχεί στο πρότυπο SAE J1772, διαθέτει 5 ακροδέκτες και χρησιμοποιείται προς την πλευρά του αυτοκινήτου για αγωγήμη φόρτιση εναλλασσόμενου ρεύματος μονοφασική μέχρι 250 V με ένταση μέχρι 32 A.

##### Τύπος 2 (VDE - AR - E 2623-2-2)

Διαθέτει 7 ακροδέκτες και χρησιμοποιείται τόσο προς την πλευρά του αυτοκινήτου όσο και προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής για αγωγήμη φόρτιση εναλλασσόμενου ρεύματος μονοφασική μέχρι 250 V με εντάσεις ρεύματος 20 ή 32 ή 63 ή 70 A, όπως και για τριφασική 380 – 480 V με εντάσεις ρεύματος 20 ή 32 ή 63 A.

##### Τύπος 3

Διαθέτει 4 ή 5 ή 7 ακροδέκτες εφοδιασμένους με σύστημα κλείστρου προστασίας, για την αποφυγή επαφής με υπό τάση μέρη και χρησιμοποιείται τόσο προς την πλευρά του αυτοκινήτου όσο και προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής για αγωγήμη φόρτιση εναλλασσόμενου ρεύματος, μονοφασική μέχρι 250 V με εντάσεις ρεύματος 16 ή 32 A, και τριφασικής 380 – 480 V με εντάσεις ρεύματος μέχρι 32 A.

##### Τύπος 4 (TEPCO/JARI)

Χρησιμοποιείται στην ταχεία φόρτιση, με συνεχές ρεύμα τάσεως 1500V και έντασης μέχρι και 400 A.

Ο Τύπος 1 είναι ισοδύναμος με την προδιαγραφή SAE J1772. Ο Τύπος 2 βρήκε σημαντική ανταπόκριση στα προγράμματα εξέλιξης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στη Γερμανία και έγινε επίσης αποδεκτός από πολλούς άλλους Ευρωπαίους κατασκευαστές ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Ο κύριος λόγος για τον οποίο δεν κατέστη ακόμα γενικώς αποδεκτό πρότυπο για ολόκληρη την Ευρώπη και για χρήση τόσο προς την πλευρά του αυτοκινήτου όσο και προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής, είναι το ότι σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες οι εθνικές νομοθεσίες απαιτούν οι ρευματοδότες να είναι εφοδιασμένοι με κλείστρα προστασίας. Η IEC βρίσκεται προς το παρόν, στο στάδιο της διαπίστωσης του αριθμού αυτών των χωρών προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος αυτού του προβλήματος. Ο Τύπος 3 αναπτύχθηκε ειδικώς για να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της υποχρεωτικής ύπαρξης κλείστρων ασφαλείας στα εξαρτήματα τόσο προς τη πλευρά του αυτοκινήτου όσο και προς την πλευρά της ηλεκτρικής παροχής.

#### 1.4.1 Πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά των τύπων των ζευκτών

Τύπος ζεύκτη	Αυστηρά μονοφασικό	Ταχεία φόρτιση DC	Ισχύς εξόδου (kW)
SAE J1772	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ναι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Όχι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,9, 19</li> </ul>
Mennekes (VDE - AR - E 2623-2-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Όχι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Όχι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,10,20,30,43</li> </ul>
TEPCO/JARI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ναι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ναι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50</li> </ul>

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά ζευκτών

#### 1.4.2 Συνοπτικός πίνακας με τις ονομασίες των ζευκτών

Τύπος 1 / J1772	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το βύσμα Τύπου 1 χρησιμοποιείται για την φόρτιση AC αυτοκινήτων</li> </ul>
Τύπος 2 / IEC 62196	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αποτελεί το κοινό πρότυπο πρίζας για όλους τους σταθμούς κανονικής φόρτισης στην ΕΕ. Επίσης το αντίστοιχο βύσμα Τύπου 2 χρησιμοποιείται για φόρτιση με εναλλασσόμενο ρεύμα (AC)</li> </ul>
Combo / CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το βύσμα COMBO 2 χρησιμοποιείται σε σταθμούς DC για την ταχυφόρτιση αυτοκινήτων</li> </ul>
CHAdeMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το βύσμα CHAdeMO χρησιμοποιείται για την ταχυφόρτιση αυτοκινήτων</li> </ul>

Πίνακας 4: Πίνακας ζευκτών



Εικόνα 1: Εικονική αναπαράσταση ζευκτών



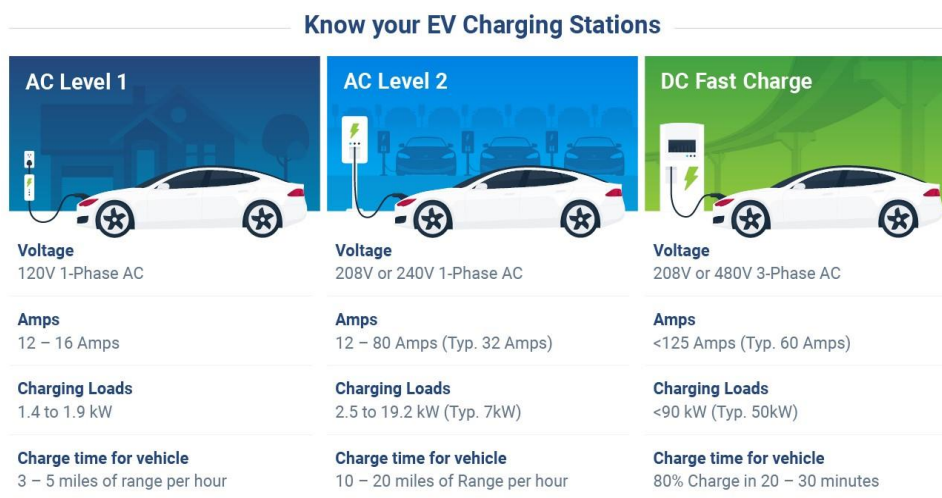
## 1.5 Τύποι φόρτισης Αμερική

Ενώ όμως στην Ευρώπη χρησιμοποιείται το πρότυπο IEC 62196, το οποίο διαχωρίζει τους τρόπους φόρτισης κατηγοριοποιώντας τον εξοπλισμό φόρτισης, στην Αμερική οι τρόποι φόρτισης, χαρακτηρίζονται ως Επίπεδα Φόρτισης- Levels.

### 1.5.1 Πίνακας με τους χρόνους φόρτισης και τις σχετικές απαιτήσεις των επιπέδων φόρτισης

	Απαιτήσεις	Τάση (V)/ Ένταση (A)	Χρόνος Φόρτισης
<b>Επίπεδο 1</b>	-	• 120/ 13	• 7-8 ώρες
<b>Επίπεδο 2</b>	• Ειδική καλωδίωση	• 240/ 32	• 3-4 ώρες
<b>Επίπεδο 3</b>	• Ειδική καλωδίωση και εξωτερικός φορτιστής	• 500/ 200	• <45 λεπτά

Πίνακας 5: Πίνακας για Αμερική



Εικόνα 2: Εικονική αναπαράσταση τύπων φόρτισης Αμερική

## 1.6 Νομοθετικό-Φορολογικό Πλαίσιο

Τα τελευταία χρόνια, καθώς η εποχή της βενζινοκίνησης ολοκληρώνεται, η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης αποτελεί βασικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της Ελλάδας. Η περισσότερη καινοτομία και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση συντελούν ώστε η αγορά της ηλεκτρικής αυτοκίνησης να κερδίζει όλο και μεγαλύτερο έδαφος, και τα πλεονεκτήματά της να γίνονται πλέον ευρέως αισθητά. Αρκετά κράτη-μέλη της ΕΕ δίνουν κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων και παρέχουν φορολογικές ελαφρύνσεις, ενώ κάποια άλλα αν και δεν παρέχουν χρηματικές επιδοτήσεις, “ανταμείβουν” τους χρήστες με διευκολύνσεις όπως μηδενικά τέλη κυκλοφορίας, δωρεάν παρκάρισμα στις πόλεις και άλλα.

Η Ελλάδα παρόλο που ακόμα δεν βρίσκεται υψηλά στην λίστα με τις χώρες που είναι καλύτερα προετοιμασμένες για τη μετάβαση στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, καταβάλλει μεγάλες προσπάθειες για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας είναι και το Σχέδιο Νόμου: «Μετάβαση στην κινητικότητα χαμηλών καυσίμων: Μέτρα προώθησης και εφαρμογής της ηλεκτροκίνησης». Κεντρικός στόχος του σχεδίου είναι μέχρι το 2025 να έχουν πραγματοποιηθεί 24.036 πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων και μέχρι το 2030 ένα στα τρία νέα αυτοκίνητα που πωλούνται να είναι ηλεκτρικό. Ακόμα, οι βασικοί άξονες του σχεδίου είναι οι εξής:

- 1) Οικολογικό bonus για την επιβράβευση της αντικατάστασης παλαιών οχημάτων με νέα ηλεκτρικά οχήματα.
- 2) Δράσεις ενίσχυσης για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων
- 3) Ενεργοποίηση του προγράμματος «**Κινούμαι ηλεκτρικά**» - 100 εκατομμύρια ευρώ για την αγορά κα μίσθωση ηλεκτρικών οχημάτων κατά την περίοδο 2020-2021.

Η φορολογία και το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τα ηλεκτρικά οχήματα, τους χρήστες τους αλλά και γενικότερα την ηλεκτροκίνηση θα μελετηθεί περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο.

### 1.7 Οφέλη της Ηλεκτροκίνησης – Περιβαλλοντικά και Οικονομικά

Η μετάβαση προς τεχνολογίες περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον, και συγκεκριμένα η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αντί για ορυκτά ρυπογόνα καύσιμα συντελεί στο να περιοριστεί ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος των τελευταίων και να προληφθεί όσο είναι εφικτό η κλιματική αλλαγή. Η βελτίωση, μέσω της ηλεκτροκίνησης, του τομέα των μεταφορών αποτελεί σημαντική βλέψη, καθώς οι μεταφορές είναι υπεύθυνες διεθνώς για το ένα τρίτο της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και το ένα πέμπτο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα οφέλη της ηλεκτροκίνησης εκτός από περιβαλλοντικά είναι και οικονομικά αφού συνοδεύεται από χαμηλότερο κόστος ενέργειας, συντήρησης και μετακίνησης. Το κόστος φόρτισης ενός ηλεκτρικού οχήματος αντιστοιχεί περίπου στο ένα τρίτο ανά χιλιόμετρο, σε σύγκριση με το κόστος σε βενζίνη για το ίδιο όχημα. Ακόμα, ένα EV έχει μικρότερη ανάγκη για σέρβις από ένα συμβατικό. Η κύρια συντήρηση που χρειάζεται είναι ο έλεγχος των φρένων, των ελαστικών και των αναρτήσεων του. Επίσης, άλλο ένα ωφέλιμο χαρακτηριστικό των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι η απουσία δαπανηρών συστημάτων εξάτμισης, εκκίνησης του κινητήρα, έγχυσης καυσίμου κι άλλων. Τέλος, τα κέρδη μόνο από την εξοικονόμηση καυσίμου για μέση κάλυψη απόστασης 15.000 χιλιομέτρων ετησίως, μπορούν να ανέλθουν στα 800 ευρώ.

Συνοπτικά, σύμφωνα με το Σχέδιο Νόμου:

- Η ηλεκτροκίνηση εξοικονομεί 18 δις. Ευρώ ετησίως στην ΕΕ από τη μείωση των ορυκτών καυσίμων και άλλα 6 δις. Ευρώ από την εισαγωγή πετρελαίου.
- Ένα ηλεκτρικό λεωφορείο εξοικονομεί 200 βαρέλια πετρελαίου ετησίως, ενώ ένα ηλεκτρικό Ι.Χ. 1300 λίτρα ορυκτού καυσίμου.
- Ο τομέας των μεταφορών ευθύνεται για το 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Ανανεώνοντας τον στόλο των οχημάτων στην Ελλάδα συμμετέχουμε στον Ευρωπαϊκό στόχο μείωσης του CO<sub>2</sub> κατά 170 εκατομμύρια τόνους έως το 2030.
- Αντικαθιστώντας ένα συμβατικό όχημα με ηλεκτρικό εξοικονομούμε 2,5 τόνους CO<sub>2</sub> ετησίως.

# 2 Αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη-Ουγγαρία

## 2.1 Ευρώπη

Όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή, η ηλεκτροκίνηση αποτελεί μεγάλο μερίδιο του αυτοκινητικού συνόλου. Η αναγκαία μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των οχημάτων αλλά και η επιβολή των θεσμοθετημένων από την Ευρωπαϊκή Ένωση υψηλών προστίμων, προς τις αυτοκινητοβιομηχανίες, αν οι κατασκευαστές δεν συμμορφωθούν με τα θεσπισμένα πρότυπα προστασίας του περιβάλλοντος, οδηγούν στη σθεναρή υποστήριξη της ηλεκτροκίνησης από πολλά κράτη-μέλη της ΕΕ.

Υπό αυτό το πρίσμα, ενώ η κάθε χώρα έχει νομοθετήσει σημαντικά οικονομικά κίνητρα για την αγορά οχημάτων με μηδενικές ή χαμηλές εκπομπές ρύπων, κάποιες προωθούν ήδη καλύτερα τα ηλεκτρικά οχήματα και είναι πιο έτοιμες για έναν γενικότερο εξηλεκτρισμό των μεταφορών.

Η ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, εκτός των οικονομικών κινήτρων, βασίζεται και στην ύπαρξη κατάλληλων υποδομών για την υποστήριξή της. Το πλήθος, η τοποθεσία και τα είδη των σταθμών φόρτισης των EV, καθώς και η σωστή ενημέρωση των χρηστών τους για αυτά, είναι βασικά ζητήματα. Μελέτες με βάση τον δείκτη EV Readiness Index 2020, που είναι μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ετοιμότητας 22 ευρωπαϊκών χωρών για τη μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση, δείχνουν ότι οι πιο προετοιμασμένες χώρες είναι η Νορβηγία, η Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι χώρες αυτές αποτελούν τις πιο ώριμες αγορές ηλεκτρικών αυτοκινήτων χάρη σε μια σταθερή αύξηση αδειών ηλεκτρικών αυτοκινήτων και την αυξημένη διαθεσιμότητα υποδομών φόρτισης. Η προώθηση της ηλεκτροκίνησης έχει αναπτυχθεί σε υψηλό επίπεδο, ώστε τα κυβερνητικά-οικονομικά κίνητρα δεν είναι πια απαραίτητα και σιγά σιγά σταθεροποιούνται.

Ταυτόχρονα, οι προσπάθειες των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών είναι εξίσου αξιοσημείωτες. Συνολικά στην Ευρώπη το 5,7% όλων των πρόσφατα ταξινομημένων αυτοκινήτων είναι ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Ο αριθμός τους αυξήθηκε κατά 60% μεταξύ του 2018 και του 2019, ενώ ακόμα σημειώθηκε αύξηση της τάξης του 73% στους δημόσιους σταθμούς φόρτισης καθώς υπάρχουν πάνω από 4.000 σημεία ταχείας φόρτισης.

### 2.1.1 Πίνακα AVERE 2020

Εκτιμήσεις σύμφωνα με την AVERE- The European Association for Electromobility για το 2020

Εκτιμώμενα ηλεκτρικά επιβατικά αυτοκίνητα στο δρόμο στην Ευρώπη	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2.166.931</li></ul>
Δημόσια σημεία φόρτισης EV στην Ευρώπη	<ul style="list-style-type: none"><li>• 271.337</li></ul>

Πίνακας 6: Πίνακας προβλέψεων AVERE



Εικόνα 3: Απεικόνιση προβλέψεων από το επίσημο site

## 2.2 Απορρόφηση της Αγοράς-Ευρώπη

### 2.2.1 Καταχωρήσεις νέων οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με βάση τον τύπο καυσίμου

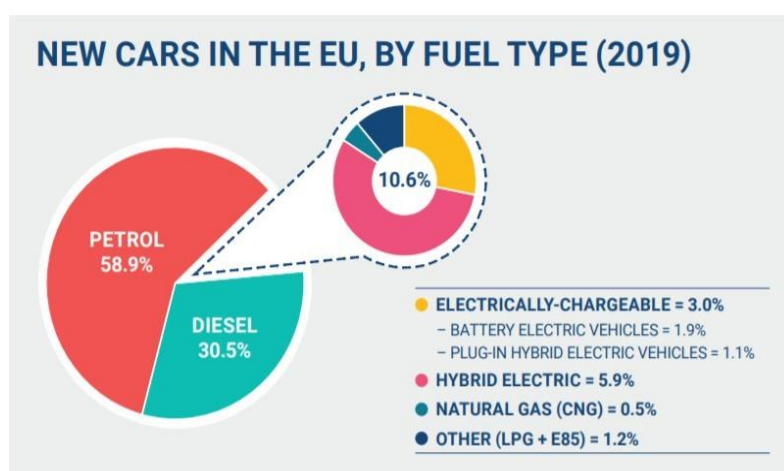
Πίνακας των τάσεων της Ευρώπης την περίοδο 2014-2019, σε μονάδες.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Electrically chargeable<sup>1</sup></b>	69,958	148,027	155,634	218,083	300,258	458,915
<b>Battery electric</b>	37,517	59,165	63,479	97,667	147,428	284,812
<b>Plug-in hybrid</b>	32,441	88,862	92,155	120,416	152,830	174,103
<b>Hybrid electric (HEV)</b>	176,525	218,755	278,729	426,769	598,462	896,785
<b>Fuel cell (FCEV)</b>	38	176	123	253	266	535

Πίνακας 7: Πίνακας τάσεων σύμφωνα με στοιχεία της European Automobile Manufacturers Association-ACEA

#### Παρατηρήσεις:

- Τα Ηλεκτρικά Φορτιζόμενα αυτοκίνητα αυξήθηκαν κατά 389.000 (σε 458.915 αυτοκίνητα) κατά την εξαετία.
- 720.260 περισσότερα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα πωλήθηκαν το 2019 σε σύγκριση με το 2014.
- Οι πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων κυψελών καυσίμου διπλασιάστηκαν το 2019, από 266 αυτοκίνητα το 2018, σε 535.



Εικόνα 4: Το μερίδιο της αγοράς στην Ευρώπη το 2019 σύμφωνα με την ACEA

<sup>1</sup> Στα Ηλεκτρικά Φορτιζόμενα Οχήματα περιλαμβάνονται τα Ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας (BEV) και τα υβριδικά plug-in (PHEV)

#### Παρατηρήσεις:

- Το 10,6% όλων των καινούργιων επιβατικών αυτοκινήτων είχε εναλλακτική ισχύ το 2019(από 7,5% το 2018).
- 3,0% όλων των αυτοκινήτων που πωλήθηκαν το 2019 ήταν ηλεκτρικά φορτισμένα και 5,9% ήταν υβριδικά ηλεκτρικά

#### **2.2.2 Νέες πωλήσεις: Μερίδιο των εναλλακτικών οχημάτων**

Πίνακας τάσεων της Ευρώπης την περίοδο 2014-2019, σε ποσοστά της αγοράς

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Διαφορά 2014-2019</b>
<b>Electrically<sup>1</sup> chargeable</b>	0,60%	1,10%	1,10%	1,50%	2,00%	3,00%	+2,4%
<b>Battery electric</b>	0,30%	0,40%	0,40%	0,60%	1,00%	1,90%	+1,6%
<b>Plug-in hybrid</b>	0,3%	0,70%	0,60%	0,80%	1,00%	1,10%	+0,80%
<b>Hybrid electric (HEV)</b>	1,40%	1,60%	1,90%	2,80%	4,00%	5,90%	+4,50%
<b>Fuel cell (FCEV)</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	+0,04%

Πίνακας 8: Πίνακας τάσεων σύμφωνα με στοιχεία της ACEA<sup>2</sup>

#### Παρατηρήσεις:

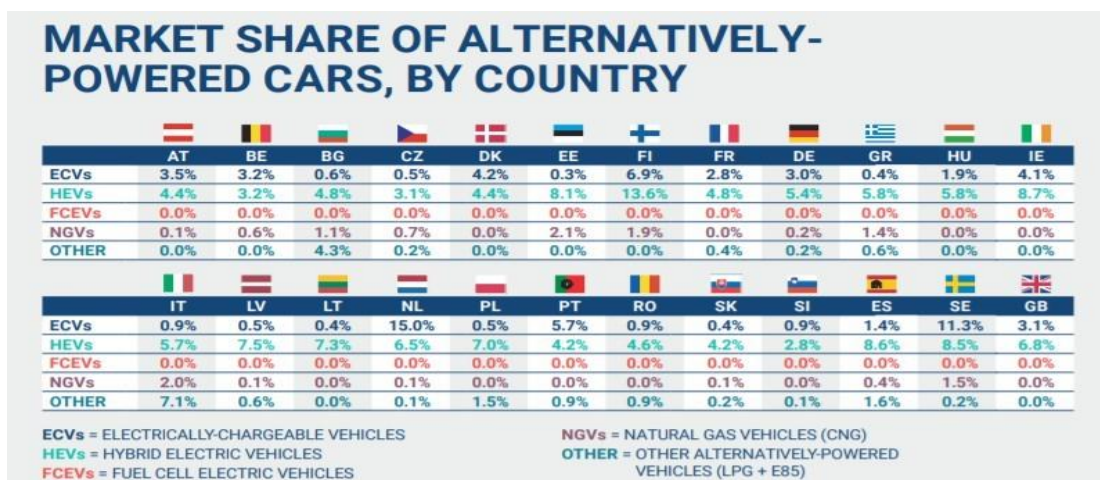
- Το μερίδιο των Ηλεκτρικά Φορτιζόμενων Οχημάτων στην αγορά αυξήθηκε κατά 2,4 ποσοστιαίες μονάδες τα τελευταία έξι χρόνια.
- Κατά την ίδια περίοδο, το μερίδιο των υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων αυξήθηκε κατά 4,5 ποσοστιαίες μονάδες.
- Παρόλο που οι πωλήσεις διπλασιάστηκαν το 2019, τα αυτοκίνητα κυψελών καυσίμου αντιπροσωπεύουν ένα μικρό μερίδιο (0,04%) των πωλήσεων στην ΕΕ.

1 Στα Ηλεκτρικά Φορτιζόμενα Οχήματα περιλαμβάνονται τα Ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας (BEV) και τα υβριδικά plug-in (PHEV)

2 ACEA-European Automobile Manufacturers Association

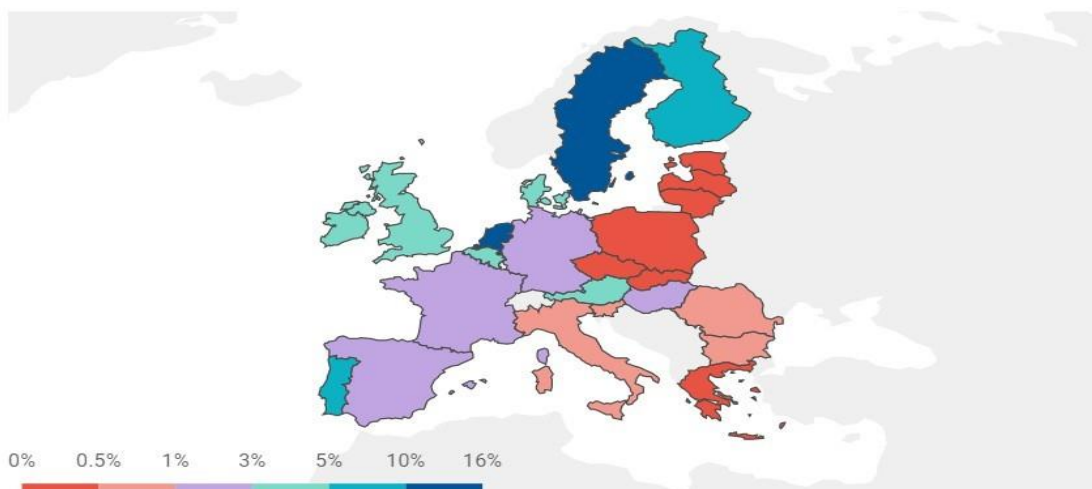
## 2.2.3 Μερίδιο εναλλακτικών οχημάτων στη αγορά

### 2.2.3.1 Ανά χώρα



Εικόνα 5: Ποσοστά των Ηλεκτρικών Οχημάτων στην Ευρώπη σύμφωνα με την ACEA

### 2.2.3.2 Ανά χώρα-γάρτης 2019

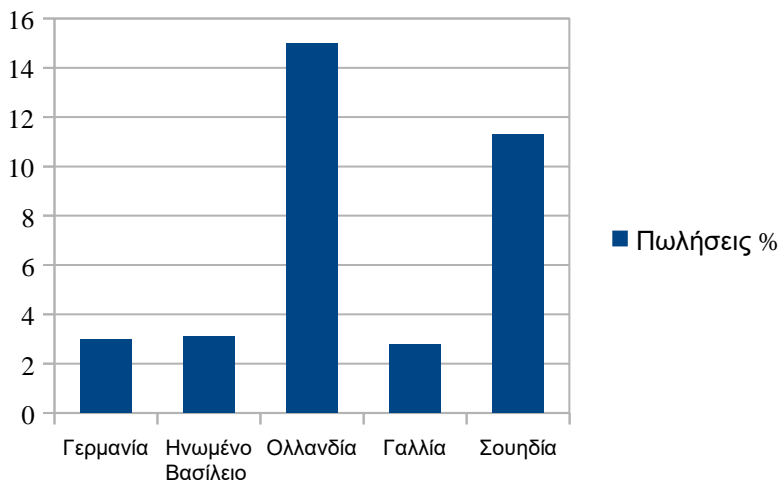


Εικόνα 6: Χάρτης ποσοστών Ηλεκτρικών Οχημάτων 2019 σύμφωνα με την ACEA

### Ηλεκτρικά Φορτιζόμενα Οχήματα- ECV

Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό ECV πωλήσεων (σε μονάδες και ποσοστό)

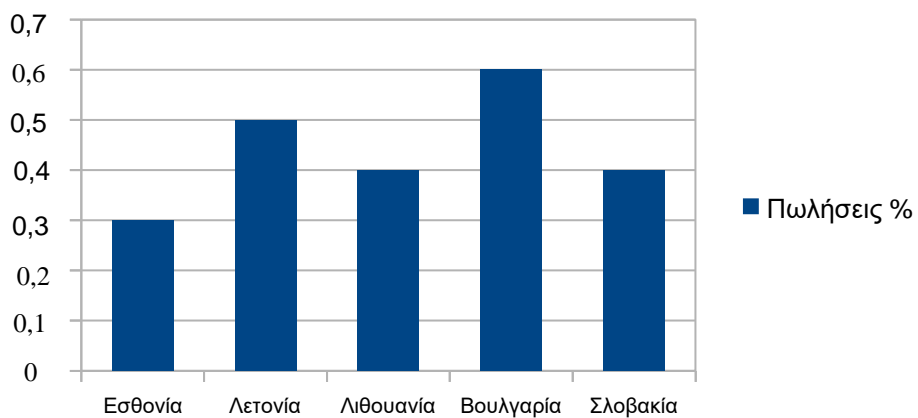
1. Γερμανία: 108,629 (3.0%)
2. Ηνωμένο Βασίλειο: 72,766 (3.1%)
3. Ολλανδία: 66,801 (15.0%)
4. Γαλλία: 61,356 (2.8%)
5. Σουηδία: 40,404 (11.3%)



Διάγραμμα χωρών με τις μεγαλύτερες ECV πωλήσεις

Χώρες με το μικρότερο ποσοστό ECV πωλήσεων (σε μονάδες και ποσοστό)

1. Εσθονία: 97 (0.3%)
2. Λετονία: 102 (0.5%)
3. Λιθουανία: 162 (0.4%)
4. Βουλγαρία: 237 (0.6%)
5. Σλοβακία: 367 (0.4%)

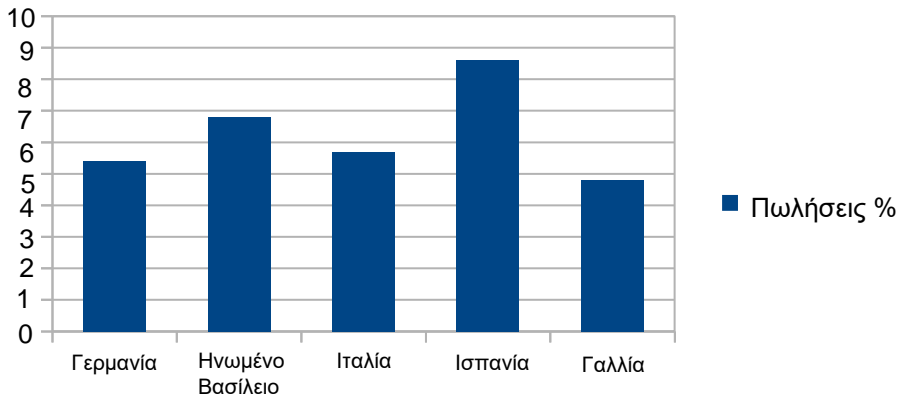


Διάγραμμα χωρών με τις λιγότερες ECV πωλήσεις

## Υβριδικά Ηλεκτρικά Οχήματα- HEV

Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό HEV πωλήσεων (σε μονάδες και ποσοστό)

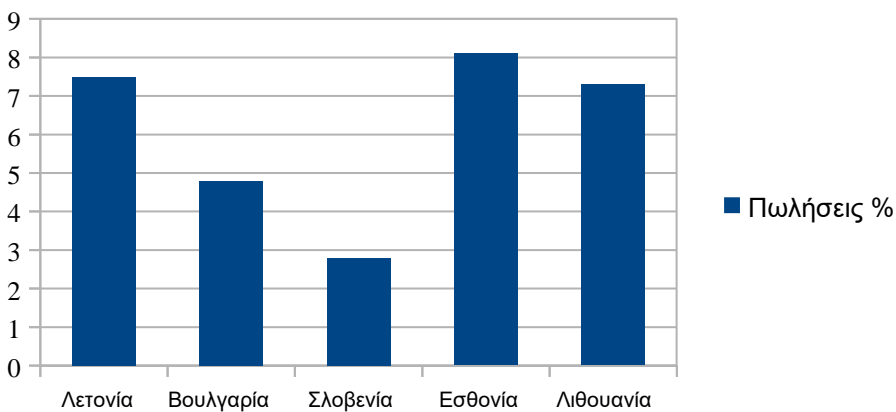
1. Γερμανία: 193,902 (5.4%)
2. Ηνωμένο Βασίλειο: 156,178 (6.8%)
3. Ιταλία: 109,789 (5.7%)
4. Ισπανία: 108,684 (8.6%)
5. Γαλλία: 106,781 (4.8%)



Διάγραμμα χωρών με τις μεγαλύτερες HEV πωλήσεις

Χώρες με το μικρότερο ποσοστό HEV πωλήσεων (σε μονάδες και ποσοστό)

1. Λετονία: 1,468 (7.5%)
2. Βουλγαρία: 1,975 (4.8%)
3. Σλοβενία: 2,002 (2.8%)
4. Εσθονία: 2,693 (8.1%)
5. Λιθουανία: 3,355 (7.3%)



Διάγραμμα χωρών με τις λιγότερες HEV πωλήσεις



## **Ηλεκτρικά Οχήματα Κυψελών Καυσίμου- FCEV**

### **Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό FCEV πωλήσεων (σε μονάδες και ποσοστό)**

1. Γερμανία: 210 (0%)
2. Ολλανδία: 156 (0%)
3. Ηνωμένο Βασίλειο: 68 (0%)
4. Γαλλία: 63 (0%)
5. Αυστρία: 19 (0%)

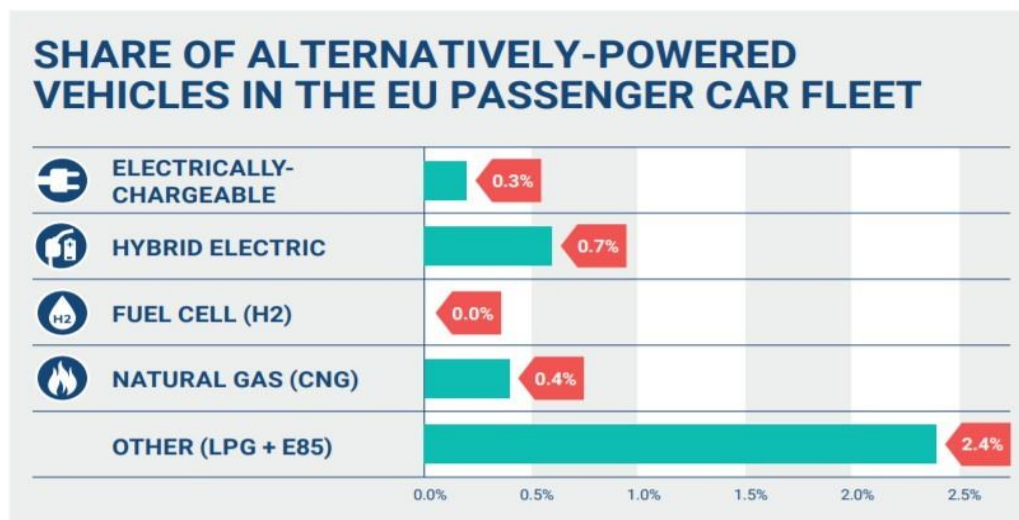
### **Χώρες με το μικρότερο ποσοστό FCEV πωλήσεων (σε μονάδες και ποσοστό)**

1. Ιταλία: 0 (0%)
2. Πολωνία: 0 (0%)
3. Τσεχία: 0 (0%)
4. Πορτογαλία: 0 (0%)
5. Ρουμανία: 0 (0%)

### **Παρατηρήσεις:**

- Σε μόνο έξι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα ηλεκτρικά φορτιζόμενα οχήματα έχουν μερίδιο αγοράς άνω του 3,5%.
- 18 κράτη μέλη έχουν μερίδιο αγοράς ECV 3,5% και κάτω.
- 11 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν μερίδιο αγοράς ECV χαμηλότερο από 1%, εκ των οποίων τα 7 έχουν 0,5% ή χαμηλότερο.
- Το μερίδιο αγοράς των υβριδικών ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι σχεδόν δύο φορές μεγαλύτερο από αυτό των ECV.
- Τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν πάνω από το ήμισυ του συνόλου των πωλήσεων αυτοκινήτων εναλλακτικής ισχύος στην Ευρωπαϊκή Ένωση και 66,1% της «ηλεκτρικής» αγοράς αυτοκινήτων.
- Όσον αφορά τις μονάδες, η Γερμανία είναι η νούμερο ένα αγορά για όλους τους τύπους ηλεκτρικών οχημάτων.

## **2.2.4 Μερίδιο εναλλακτικών επιβατικών οχημάτων στην Ευρωπαϊκή αγορά**



Εικόνα 7: Μερίδιο EV στην Ευρώπη σύμφωνα με τη ACEA

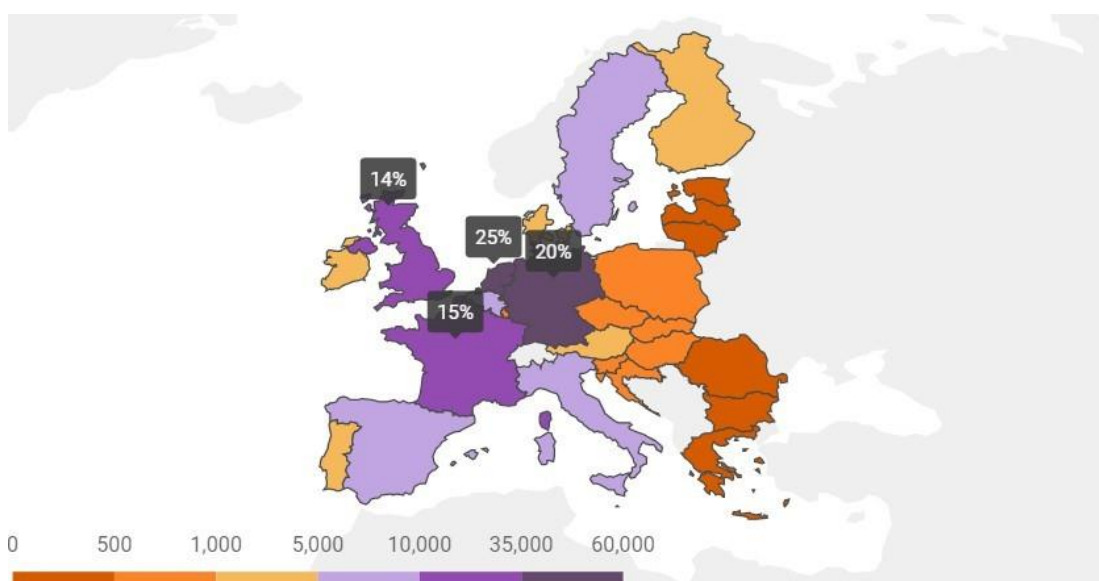
### **Παρατηρήσεις:**

- 0,3% όλων των επιβατικών αυτοκινήτων στους δρόμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης σήμερα είναι ηλεκτρικά φορτιζόμενα.

- Τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν το 0,7% όλων των αυτοκινήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Άλλα οχήματα εναλλακτικής ισχύος αντιπροσωπεύουν το 2,4% όλων των επιβατικών αυτοκινήτων στους δρόμους της Ευρώπης.

## **2.2.5 Σημεία φόρτισης-Ευρώπη:**

### **2.2.5.1 Σημεία φόρτισης Ηλεκτρικά Φορτιζόμενων Οχημάτων ανά χώρα 2019**

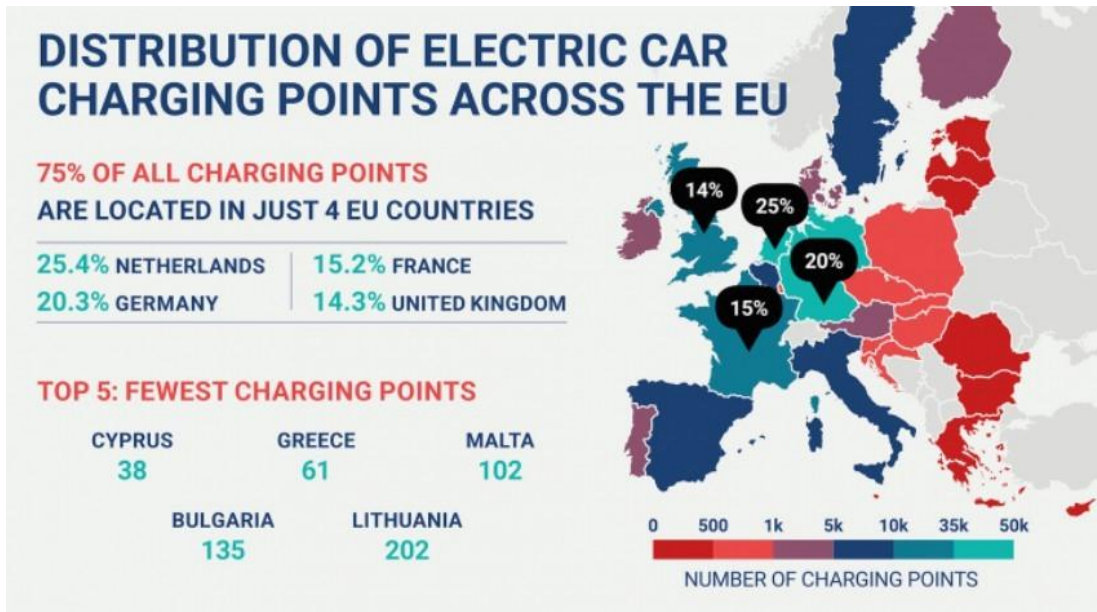


Εικόνα 8: Χάρτης σημείων φόρτισης EV 2019 σύμφωνα με την ACEA

#### **Παρατηρήσεις:**

- Περισσότερο από το 75% όλων των σημείων φόρτισης EV στην Ευρωπαϊκή Ένωση βρίσκονται σε μόνο τέσσερις χώρες.
- Παραπάνω από το 25% των 199.825 σημείων φόρτισης που είναι διαθέσιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, βρίσκονται στην Ολλανδία (50.824), το 20% βρίσκονται στη Γερμανία (40.517), το 15% στη Γαλλία (30.367) και το 14% στο Ηνωμένο Βασίλειο (28.538).
- Μαζί, αυτές οι τέσσερις χώρες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 75% όλων των σημείων φόρτισης των ECV στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Αντίθετα, οι ίδιες τέσσερις χώρες καλύπτουν μόνο το 27% της συνολικής επιφάνειας της ΕΕ, ενώ μια τεράστια χώρα όπως η Ρουμανία ( περίπου έξι φορές μεγαλύτερη από την Ολλανδία ) μετρά μόνο 344 σημεία φόρτισης, δηλαδή 0,2% του συνόλου της ΕΕ.

### 2.2.5.2 Καταμερισμός των σημείων φόρτισης των EV στην Ευρώπη



Εικόνα 9: Σημεία φόρτισης στην Ευρώπη σύμφωνα με την ACEA

Σύμφωνα με έρευνα της ACEA (European Automobile Manufacturers Association-Ευρωπαϊκή Ένωση Κατασκευαστών Αυτοκινήτων) παρά την έντονη ανάπτυξη, οι διαθέσιμες υποδομές φόρτισης για τα ηλεκτρικά οχήματα στην ΕΕ εξακολουθούν να μην ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες και παραμένουν άνισα κατανομημένες στα κράτη μέλη. Η έρευνα δείχνει ότι οι πωλήσεις των EV στην Ευρωπαϊκή Ένωση αυξήθηκαν κατά 110% τα τελευταία τρία χρόνια. Ωστόσο, κατά την ίδια περίοδο, ο αριθμός των σημείων φόρτισης αυξήθηκε μόλις κατά 58% (κάτω από 200.000) αποδεικνύοντας ότι οι επενδύσεις σε υποδομές δεν συμβαδίζουν με τις αυξημένες πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων. Πράγματι, από την ανάλυση προκύπτει ότι μόλις 1 στα 7 σημεία φόρτισης στην ΕΕ είναι ταχείας φόρτισης, καθώς μόνο 28.586 σημεία φόρτισης είναι κατάλληλα για αυτό το είδος φόρτισης (με χωρητικότητα  $\geq 22\text{kW}$ ), ενώ τα μη ταχείας φόρτισης («κανονικά») σημεία ( $< 22\text{kW}$ ) αντιπροσωπεύουν τη πλειοψηφία (171.239). Πολλά από τα λεγόμενα «κανονικά» σημεία φόρτισης που περιλαμβάνονται στις στατιστικές της ΕΕ είναι πρίζες κοινής χαμηλής χωρητικότητας που δεν είναι κατάλληλες για φόρτιση οχημάτων με αποδεκτή ταχύτητα.

## 2.2.6 Φορολογικά οφέλη για Ηλεκτρικά Φορτιζόμενα οχήματα: αγορά/απόκτηση, ιδιοκτησία/κατοχή και εταιρικά αυτοκίνητα ανά χώρα

TAX BENEFITS FOR ELECTRIC CARS											
	Acquisition	Ownership	Company car		Acquisition	Ownership	Company car		Acquisition	Ownership	Company car
AUSTRIA	✓	✓	✓	GERMANY	✓	✓	✓	POLAND	✓	✗	✗
BELGIUM	✓	✓	✓	GREECE	✓	✓	✓	PORTUGAL	✓	✓	✓
BULGARIA	✗	✗	✗	HUNGARY	✓	✓	✓	ROMANIA	✗	✓	✗
CROATIA	✓	✓	✗	IRELAND	✓	✓	✓	SLOVAKIA	✓	✓	✗
CYPRUS	✓	✓	✗	ITALY	✗	✓	✗	SLOVENIA	✓	✗	✗
CZECH REPUBLIC	✓	✓	✗	LATVIA	✓	✓	✓	SPAIN	✓	✓	✗
DENMARK	✓	✓	✓	LITHUANIA	✗	✗	✗	SWEDEN	✗	✓	✓
ESTONIA	✗	✗	✗	LUXEMBOURG	✗	✓	✓	UNITED KINGDOM	✓	✓	✓
FINLAND	✓	✓	✗	MALTA	✓	✓	✗				
FRANCE	✓	✗	✓	NETHERLANDS	✓	✓	✓				

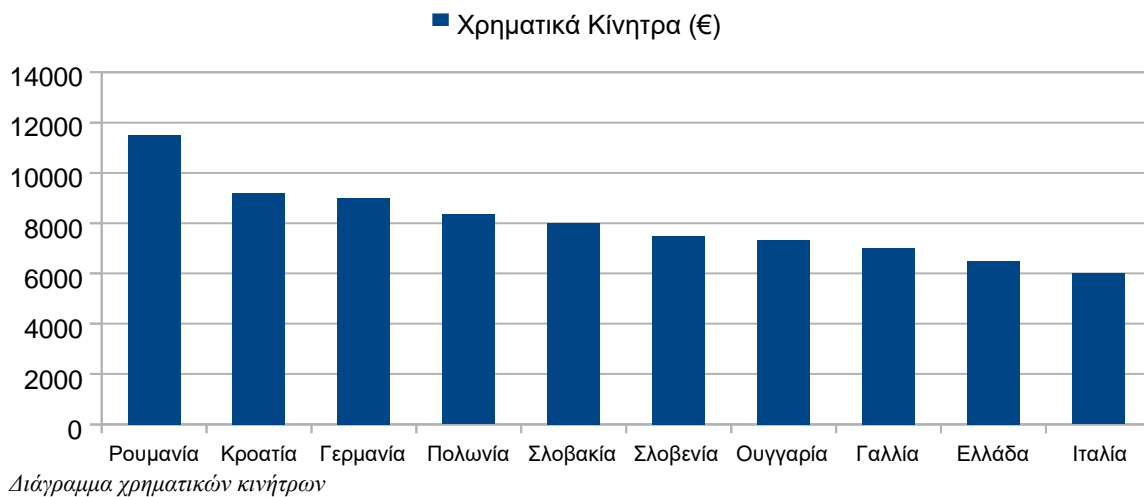
Εικόνα 10: Φορολογικές απαλλαγές σύμφωνα με την ACEA

### Παρατηρήσεις:

- Μόνο 10 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προσφέρουν φορολογικά οφέλη για την ενίσχυση της απορρόφησης ηλεκτρικών οχημάτων σχετικά με την απόκτηση, την κατοχική και τα εταιρικά αυτοκίνητα.
- Η πλειονότητα των κρατών μελών παρέχει έναν ή δύο από τους παραπάνω τύπους φορολογικών πλεονεκτημάτων, αλλά όχι το πλήρες πακέτο

### Χώρες με τα υψηλότερα κίνητρα για αγορά Ηλεκτρικών Φορτιζόμενων Οχημάτων- ECV

1. Ρουμανία (μέχρι και €11,500)
2. Κροατία (μέχρι και €9,200)
3. Γερμανία (μέχρι και €9,000)
4. Πολωνία (μέχρι και €8,350)
5. Σλοβακία (μέχρι και €8,000)
6. Σλοβενία (μέχρι και €7,500)
7. Ουγγαρία (μέχρι και €7,350)
8. Γαλλία (μέχρι και €7,000)
9. Ελλάδα (μέχρι και €6,500)
10. Ιταλία (μέχρι και €6,000)



### 2.3 Ουγγαρία

Πληθυσμός: 9.769.526, Έκταση: 93.028 km<sup>2</sup>

#### 2.3.1 Εθνικό Πολιτικό Πλαίσιο - National Policy Framework (NPF)

Μεταξύ των προτάσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την υποστήριξη εν γένει των εναλλακτικών καυσίμων, συνεπώς και των ηλεκτρικών οχημάτων, για τη μείωση εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων στις οδικές μεταφορές, είναι ένα σχέδιο δράσης με επενδυτικές λύσεις για τη διευρωπαϊκή ανάπτυξη των υποδομών εναλλακτικών καυσίμων. Κάθε κράτος μέλος υποβάλλει στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκθεση σχετικά με την εφαρμογή του εθνικού πολιτικού του πλαισίου (National Policy Framework-NPF) σε τριετή βάση. Τα NPF παρέχουν στόχους ή εκτιμήσεις για τον απαιτούμενο αριθμό οχημάτων και υποδομών ανεφοδιασμού/επαναφόρτισης.

Παρακάτω αναλύεται το NPF της Ουγγαρίας που αφορά τα ηλεκτρικά οχήματα για το έτος 2019. Η Ουγγαρία είναι μια Ευρωπαϊκή χώρα παρόμοια με την Ελλάδα σε επίπεδο πληθυσμού και έκτασης. Παρ' όλα αυτά όσον αφορά την ηλεκτροκίνηση είναι πιο προχωρημένη, και γι' αυτό αποτελεί ένα καλό μέτρο σύγκρισης και αξίζει να μελετηθεί, ώστε να μπορέσει να προβλεφθεί ένα αντίστοιχο μοτίβο ανάπτυξης και για την Ελλάδα.

Χώρα	Πληθυσμός	Έκταση	Δείκτης Ετοιμότητας index2020 της χώρας για τα ηλεκτρικά οχήματα
<b>Ουγγαρία</b>	9,769,526	93,03 km <sup>2</sup>	22
<b>Ελλάδα</b>	10,722,287	132,96 km <sup>2</sup>	16

Πίνακας 8: Σύγκριση των δύο χωρών

Το Εθνικό Πολιτικό Πλαίσιο θέτει έναν φιλόδοξο στόχο έως το 2030 για την ηλεκτροκίνηση. Η Ουγγαρία υποστηρίζει ήδη τη διάδοση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις οδικές μεταφορές με ένα ευρύ φάσμα ενεργειών, με πρόσθετα μέτρα όμως, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων θα αυξηθεί πάνω από μισό εκατομμύριο έως το 2030. Ακόμα, φαίνεται ότι η ηλεκτρική ενέργεια θα τροφοδοτήσει την πλειονότητα των επιβατικών αυτοκινήτων και επιπλέον για το ίδιο χρονικό όριο, ο αριθμός των συνοδευτικών σημείων φόρτισης θα αυξηθεί επίσης σημαντικά και θα ξεπεράσει τις 50.000.

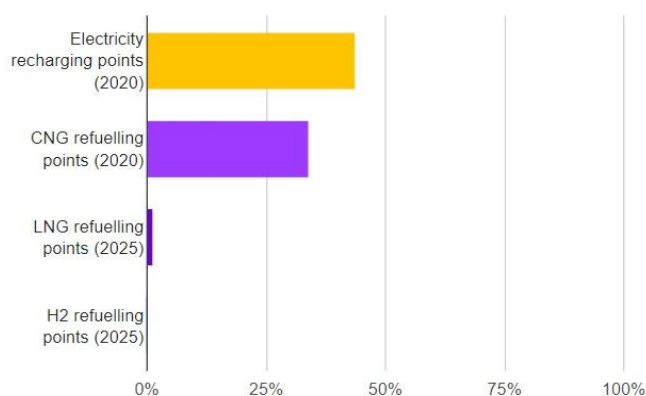
Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν αναγνωριστεί ως βασικό εργαλείο για την επίτευξη των στόχων της Ουγγαρίας σχετικά με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, την ανανεώσιμη ενέργεια και την ενεργειακή απόδοση, καθώς η χώρα εξαρτάται λιγότερο από την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ότι στις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Τα ηλεκτρικά

οχήματα με μπαταρία σε βάση δεξαμενής-τροχού παρέχουν τη μόνη εναλλακτική λύση μηδενικών εκπομπών σε σχέση με τους συμβατικούς κινητήρες. Επιπλέον, οι ηλεκτρικοί κινητήρες προκαλούν ελάχιστη ηχορύπανση, είναι πολύ πιο αποδοτικοί από εκείνους που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα και χρειάζονται λιγότερη συντήρηση με αποτέλεσμα να μειώνουν τα λειτουργικά κόστη. Ωστόσο, μικρός παραμένει ακόμα ο αριθμός των EV σε κυκλοφορία εξαιτίας του υψηλού τους κόστους και της χαμηλής τους εμβέλειας. Βέβαια, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, ο αριθμός αυτός αυξάνεται. Συγκεκριμένα, μεταξύ 2016 και 2018 το πλήθος των EV υπερδιπλασιάστηκε κάθε χρόνο. Το 2018 τα BEV (Ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας) και τα Plug-in EV (Υβριδικά Plug-in) αυξήθηκαν σε 9240, και αποτελούσαν το 0,21% των συνολικών οχημάτων της Ουγγαρίας, ενώ το ποσοστό πωλήσεων των ηλεκτρικών οχημάτων ξεπέρασε το 1,5%.

Ακόμα, προβλέπεται αύξηση της ζήτησης των EV μιας και η τιμή των μπαταριών μειώνεται ενώ η χωρητικότητά τους αυξάνεται. Σύμφωνα με ένα σενάριο (σενάριο WEM) το 2030 ο αριθμός των EV θα φτάσει τις 420.000, ενώ με ένα δεύτερο (WAM) θα ξεπεράσει το μισό εκατομμύριο. Τέλος, τα ταξίδια μεγάλων αποστάσεων είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για την ηλεκτροκίνηση των οδικών μεταφορών, το μερίδιο των ηλεκτρικών οχημάτων για αυτό τον σκοπό θα είναι οριακό για το μεγαλύτερο μέρος της δεκαετίας. Ωστόσο, αναμένουμε γρήγορη αύξηση του πλήθους τους μετά το 2025 φθάνοντας τις 9000 μονάδες στο σενάριο WEM και 16.000 στο σενάριο WAM.

### **2.3.1.1 Στόχοι επίτευξης υποδομών εναλλακτικών καυσίμων 2020**

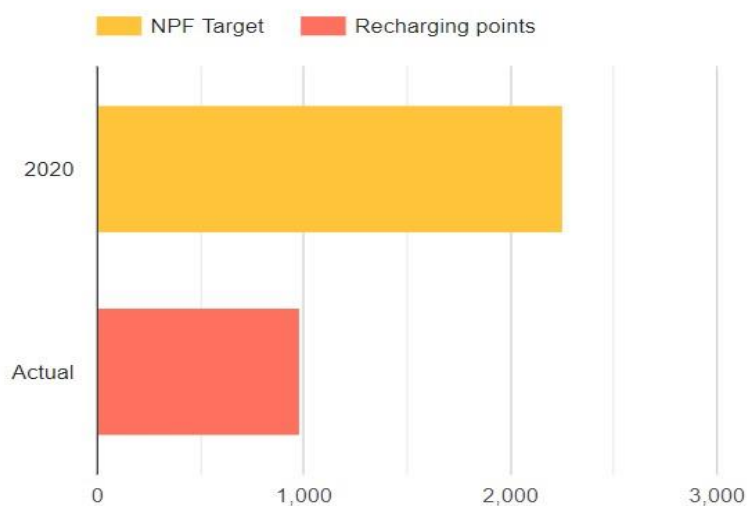
Τρέχον ποσοστό επίτευξης των στόχων του NPF



*Διάγραμμα επίτευξης στόχων NPF*

### 2.3.1.2 Ηλεκτρικές υποδομές για οχήματα 2020

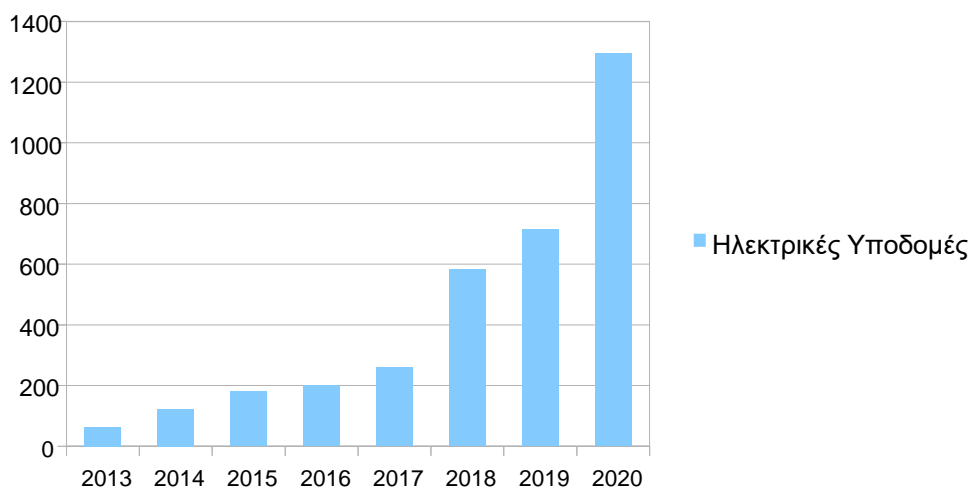
Στόχος NPF έναντι τρέχοντος επιτευχθέντος αριθμού σημείων φόρτισης



Διάγραμμα σύγκρισης σημείων φόρτισης NPF

### 2.3.2 Γενικά στοιχεία για τα ηλεκτρικά οχήματα και τις υποδομές φόρτισης στην Ουγγαρία

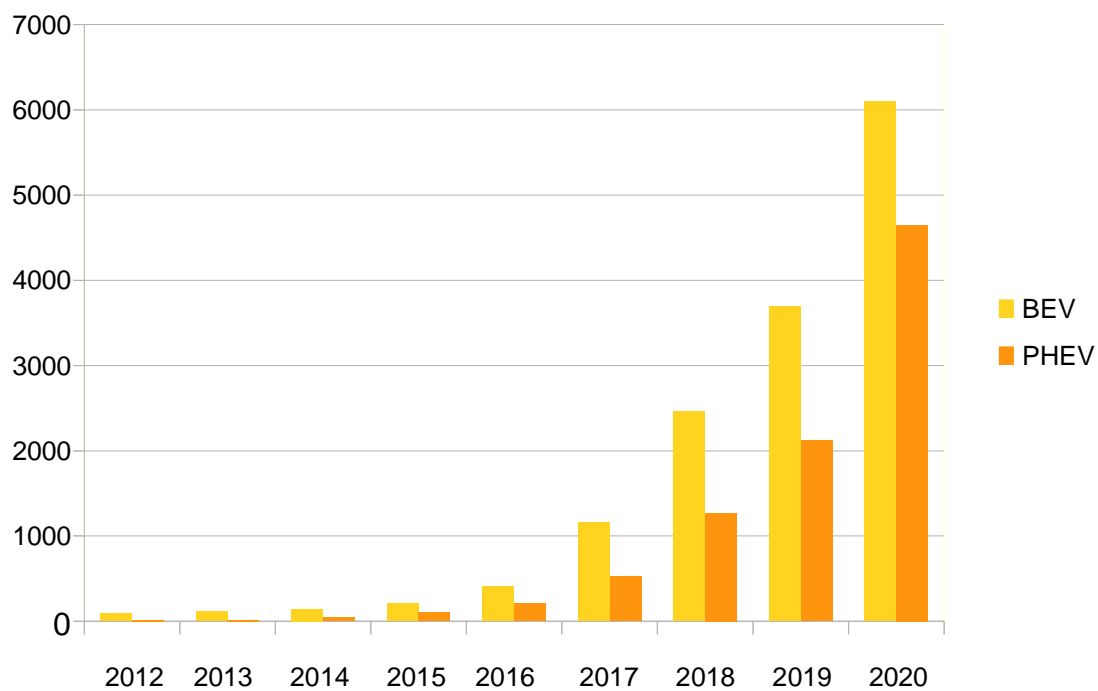
#### 2.3.2.1 Συνολικός αριθμός ηλεκτρικών υποδομών 2020



Μέγιστο 2020 : 1.295 σημεία φόρτισης

### **2.3.2.2 Συνολικός αριθμός BEV/ PHEV 2020**

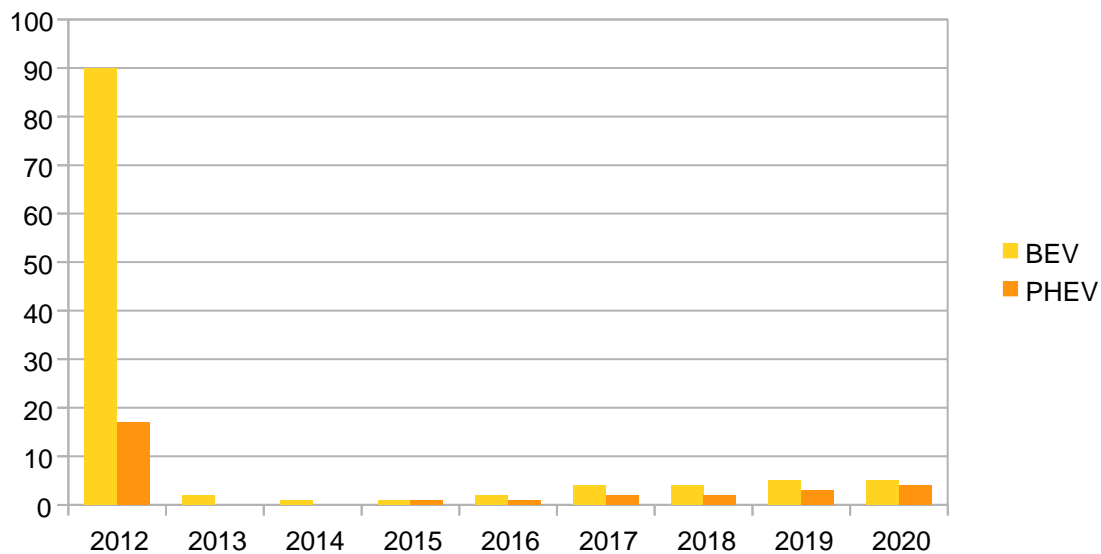
Συνολικός αριθμός επιβατικών αυτοκινήτων



Μέγιστο 2020 : 6.101 BEV, 4.652 PHEV

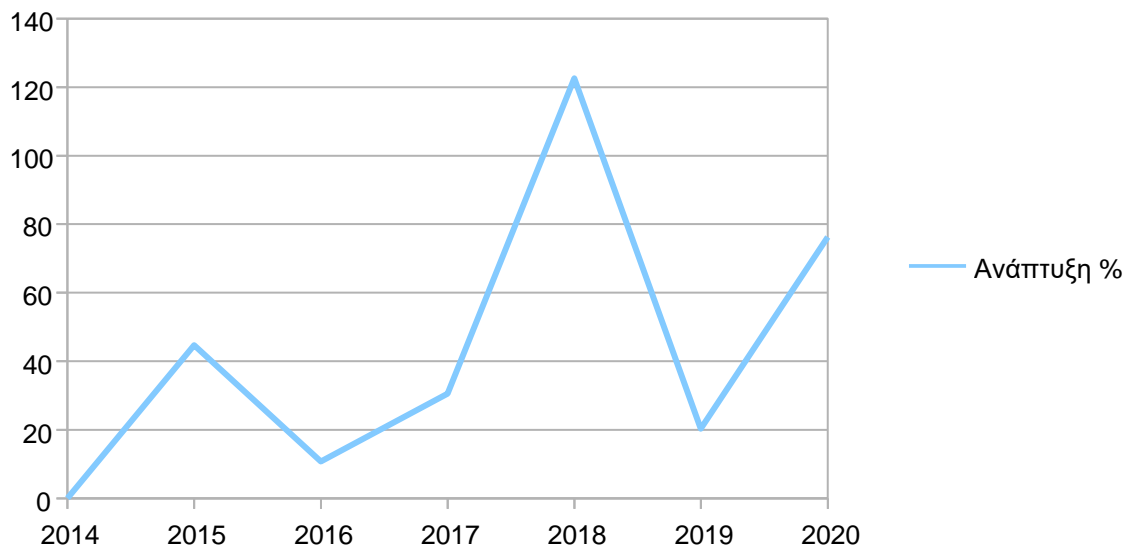


### 2.3.2.3 BEV/ PHEV ανά δημόσια σημεία φόρτισης 2020



Μέγιστο 2012: 90 BEV, 17 PHEV

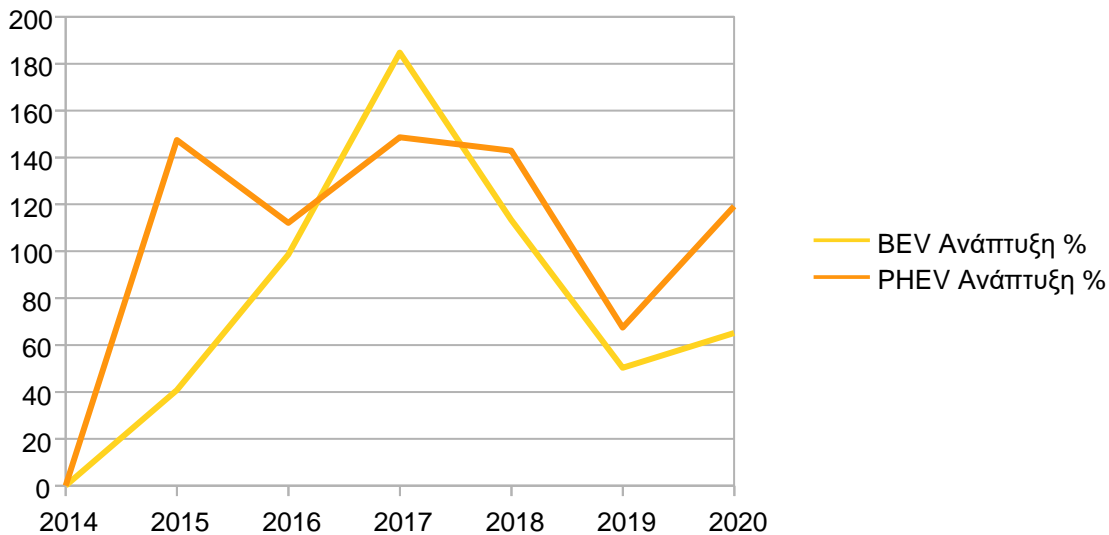
### 2.3.2.4 Ανάπτυξη σημείων φόρτισης 2020



Μέγιστο 2018: 122,6 %

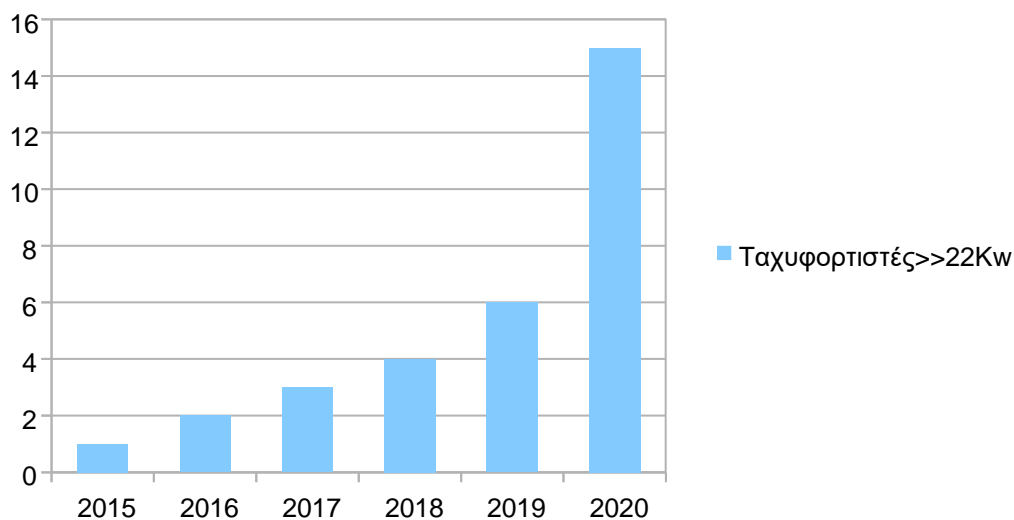
### 2.3.2.5 Ανάπτυξη αριθμού BEV/PHEV οχημάτων 2020

Αύξηση συνολικών επιβατικών αυτοκινήτων



Μέγιστο: 184,7 % BEV, 148,6 % PHEV

### 2.3.2.6 Δημόσια σημεία ταχυφορτιστών (>= 22kW) ανά 100 γλμ αυτοκινητόδρομον 2020

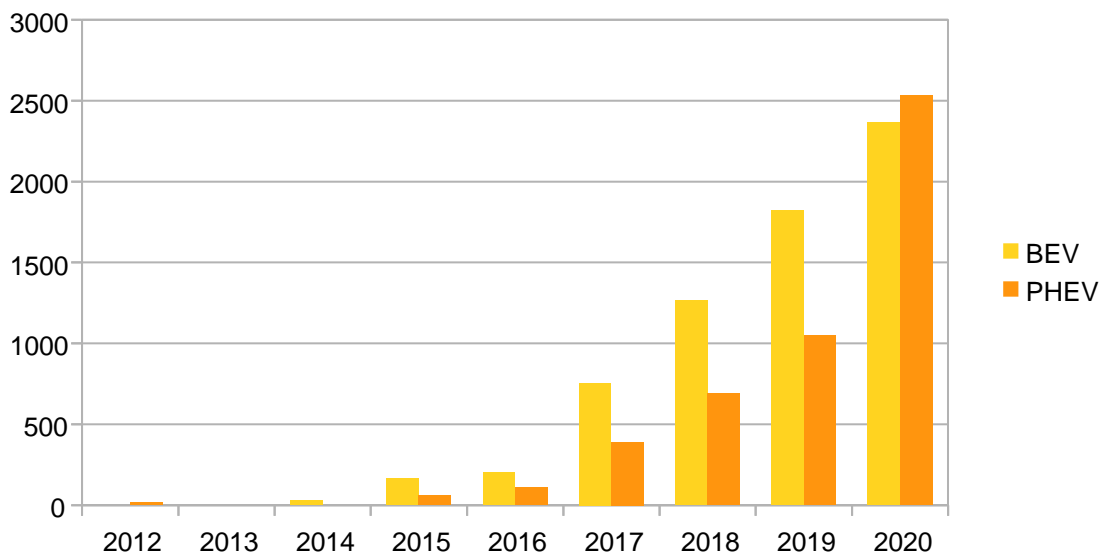


Μέγιστο 2020: 15 ταχυφορτιστές

### 2.3.3 Καταχωρήσεις ηλεκτρικών οχημάτων και το μερίδιό τους στην αγορά

#### 2.3.3.1 Νέες καταχωρήσεις 2020

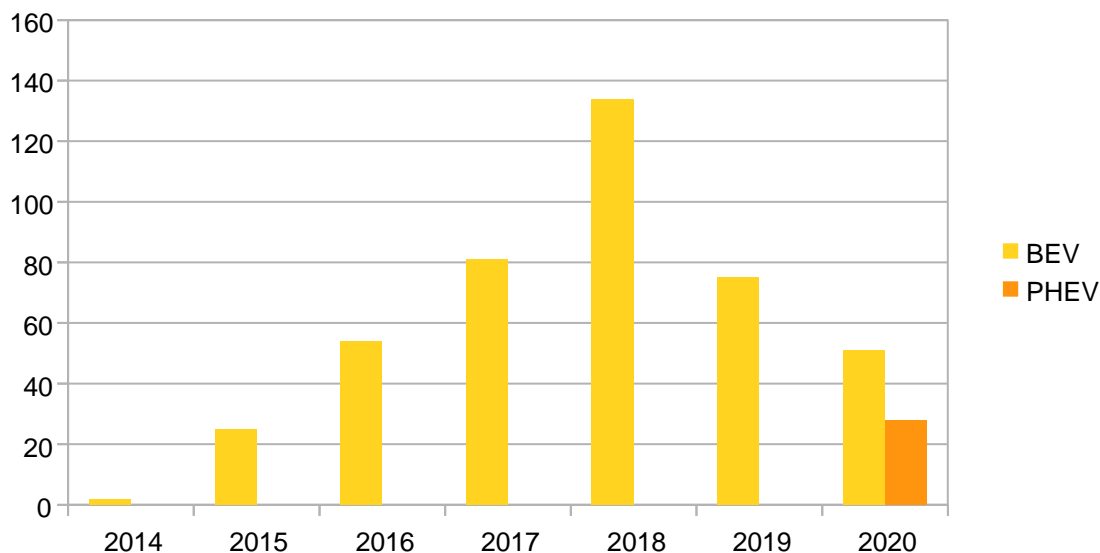
Αριθμός νέων καταχωρήσεων επιβατικών αυτοκινήτων BEV/PHEV



*Μέγιστο 2020: 2.367 BEV, 2.531 PHEV*

#### 2.3.3.2 Νέες καταχωρήσεις 2020

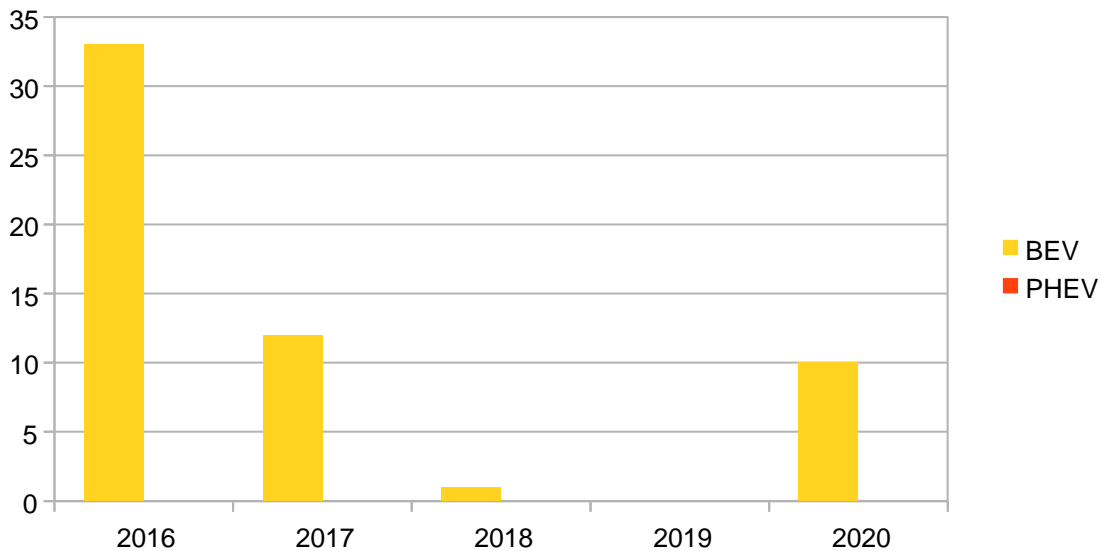
Αριθμός νέων καταχωρήσεων ελαφρών επαγγελματικών αυτοκινήτων BEV/PHEV



*Μέγιστο 2018: 134 BEV, Μέγιστο 2020: 28 PHEV*

### 2.3.3.3 Νέες καταχωρήσεις 2020

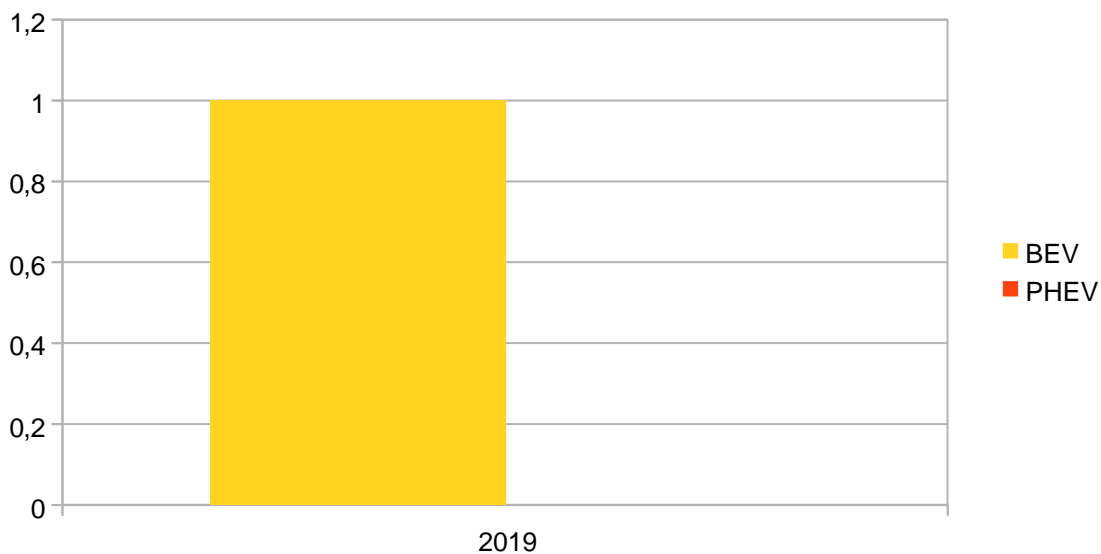
Αριθμός νέων καταχωρήσεων λεωφορείων BEV/PHEV



*Μέγιστο 2016: 33 BEV, Συνολικά : 0 PHEV*

### 2.3.3.4 Νέες καταχωρήσεις 2020

Αριθμός νέων καταχωρήσεων φορτηγών BEV



*Μέγιστο 2016: 1 BEV, Συνολικά : 0 PHEV*

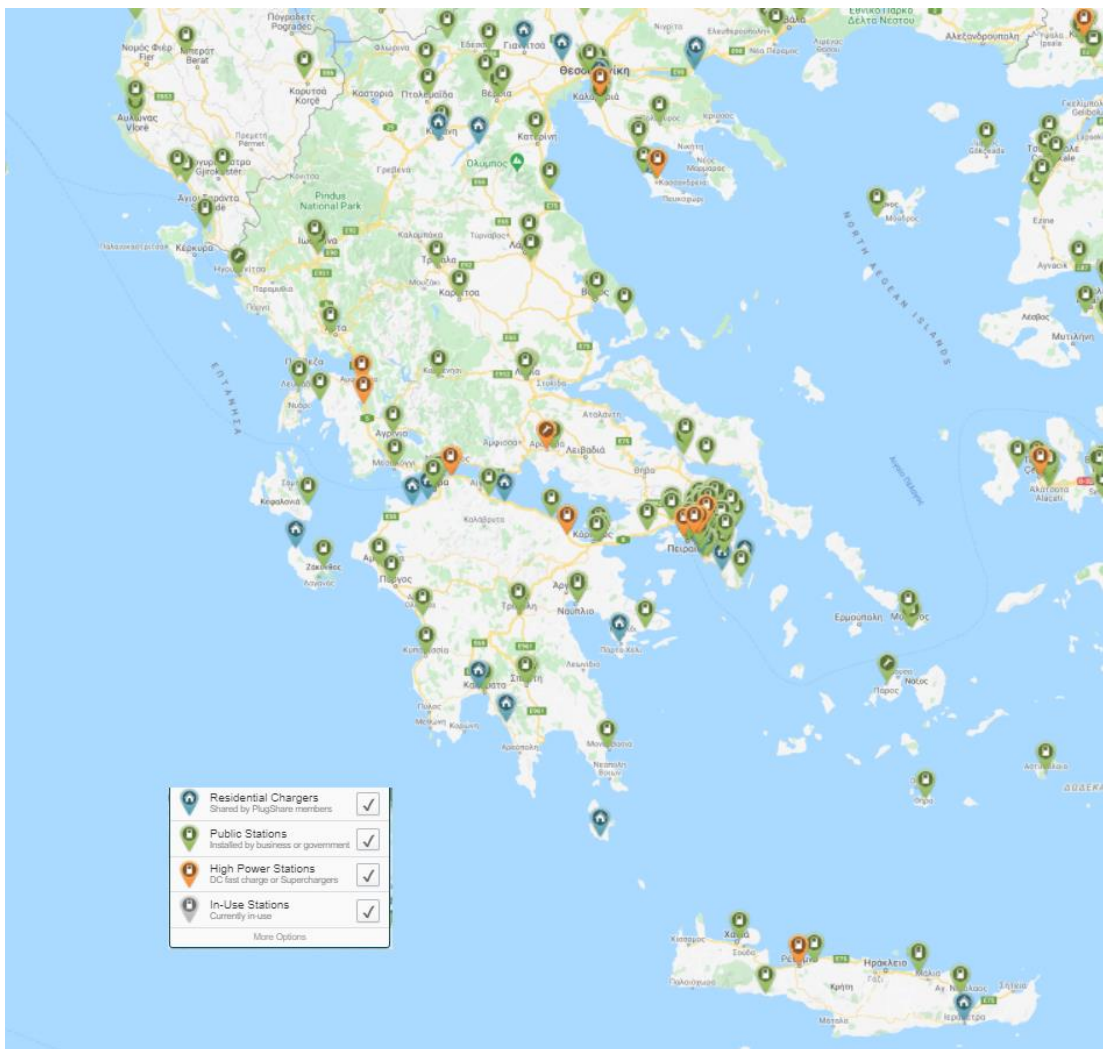
# 3 Αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ευρώπη- Ελλάδα

## 3.1 Ελλάδα

Πληθυσμός: 10.722.287 Έκταση: 132.96 km<sup>2</sup>

### 3.1.1 Εισαγωγικά

Στην Ελλάδα, σημειώτεον ότι οι πρώτες υποδομές φόρτισης για EV εγκαταστάθηκαν το 2014 και ότι οι πρώτες πωλήσεις ξεκίνησαν το 2012, η χρήση και η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ευρώπης. Παρ' όλ' αυτά εν έτη 2021 έχει σημειωθεί σημαντική ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στη χώρα μας. Για το έτος 2020 με βάση τα στοιχεία του EAF0 (European Alternative Fuels Observatory) ο συνολικός αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων ήταν 3.135 και ο συνολικός αριθμός υποδομών φόρτισης 334.



Ενδεικτικός χάρτης σημείων φόρτισης 2020- Πηγή ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο<sup>3</sup>

<sup>3</sup> ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο - Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων

### 3.2 Εθνικό Πολιτικό Πλαίσιο-National Policy Framework (NPF)

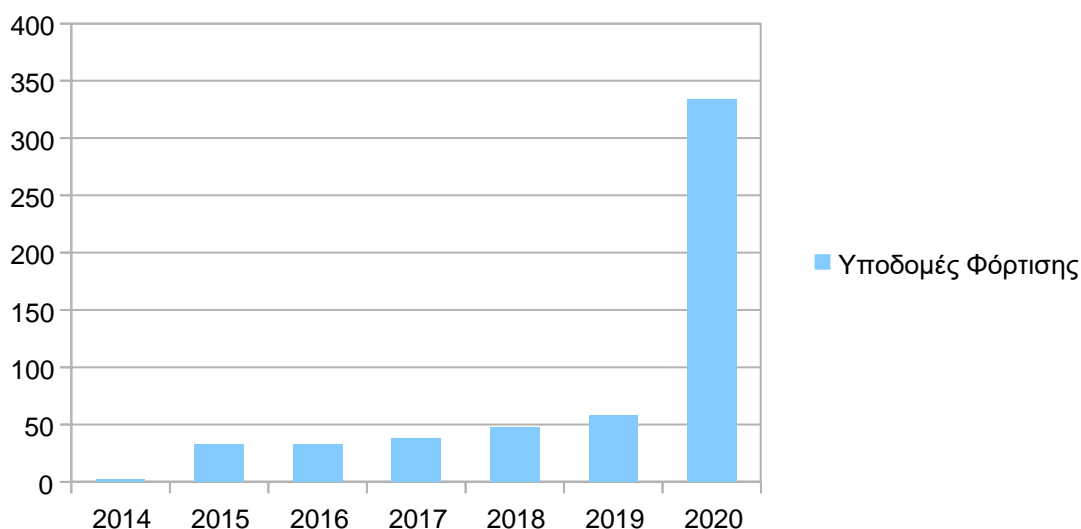
Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, το κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης υποβάλλει στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το τριετές του Εθνικό Πολιτικό Πλαίσιο για την υποστήριξη των εναλλακτικών καυσίμων. Στο τελευταίο Πλαίσιο που υπέβαλλε η Ελλάδα καταρτίστηκαν δύο σενάρια για την διείσδυση της ηλεκτροκίνησης.

Σενάριο Α (Σενάριο Αναφοράς): Σύμφωνα με αυτό, το ποσοστό διείσδυσης ηλεκτρικών οχημάτων θα ανέρχεται σε 24,1% επί των νέων ταξινομήσεων το έτος 2030. Δηλαδή ο αριθμός των Ηλεκτρικά Φορτιζόμενων Οχημάτων θα ανέρχεται σε 66.371 οχήματα.

Σενάριο Β (Σενάριο Εμπροσθοβαρές με οικονομική ανάπτυξη και αυξημένα μέτρα πολιτικής): Σύμφωνα με αυτό, το ποσοστό διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων το έτος 2030 θα ανέρχεται σε 30% επί των νέων ταξινομήσεων. Δηλαδή ο αριθμός των Ηλεκτρικά Φορτιζόμενων Οχημάτων θα ανέρχεται σε 82.422 οχήματα.

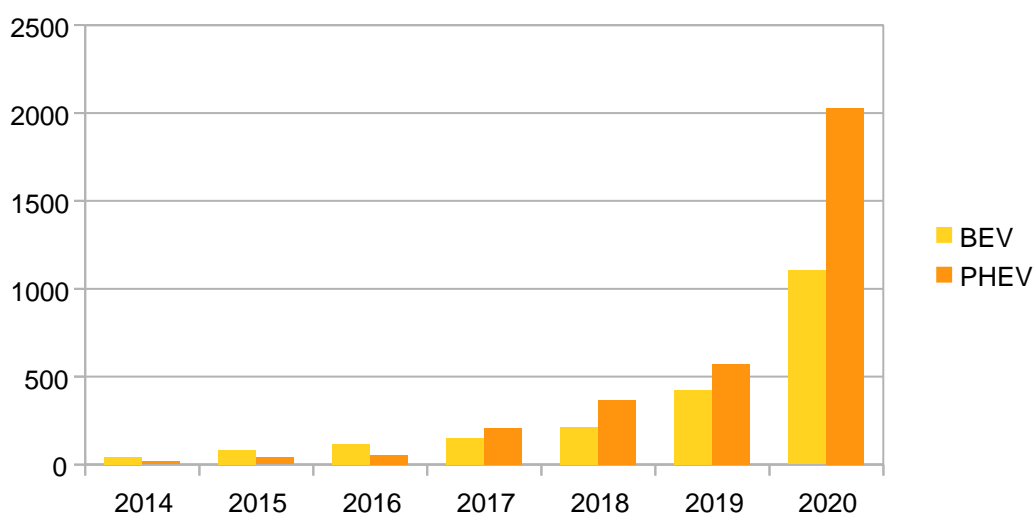
Συνολικά η ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων και των σημείων φόρτισης ανά τα χρόνια με βάση το NPF απεικονίζεται στα παρακάτω διαγράμματα:

#### 3.2.1 Συνολικός αριθμός υποδομών φόρτισης EV



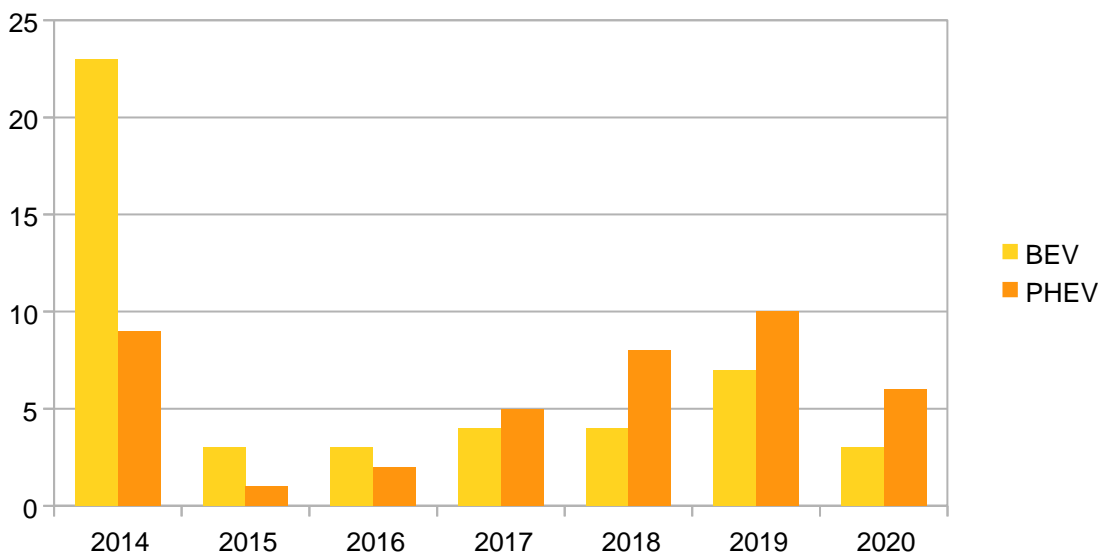
Μέγιστο 2020: 334 σταθμοί φόρτισης

#### 3.2.2 Συνολικός αριθμός επιβατικών BEV/PHEV



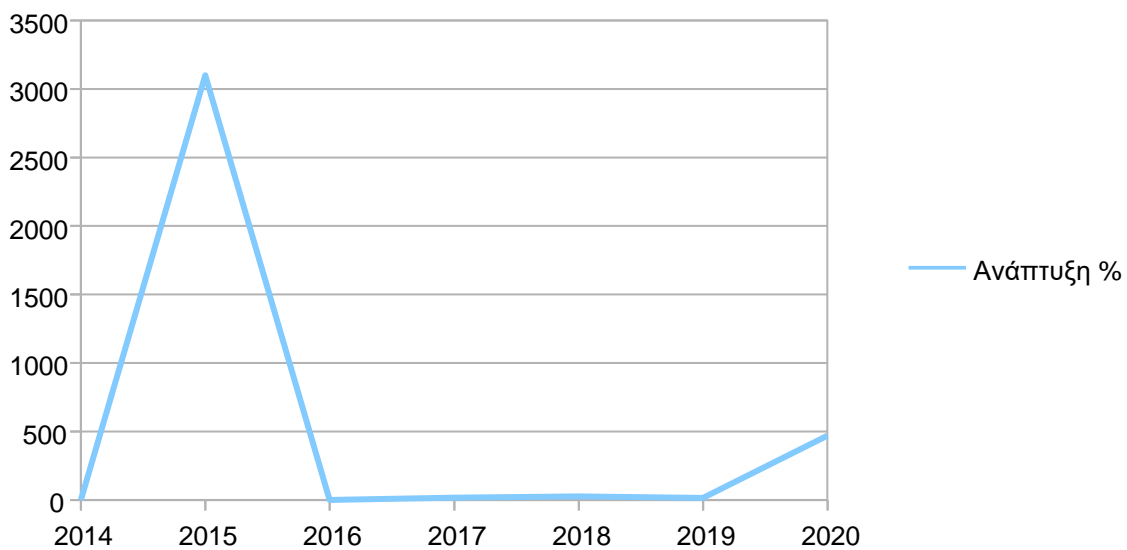
Μέγιστο 2020: 1.104 BEV, 2.031 PHEV

### 3.2.3 EV ανά δημόσιο σταθμό φόρτισης



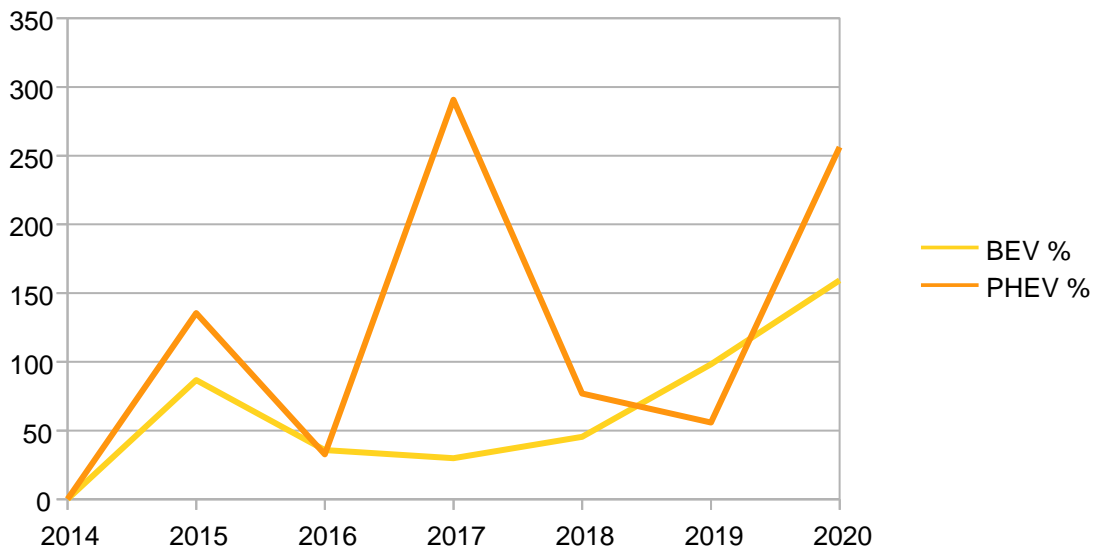
Μέγιστο 2014: 23 BEV, Μέγιστο 2019: 10 PHEV

### 3.2.4 Ανάπτυξη σταθμών φόρτισης



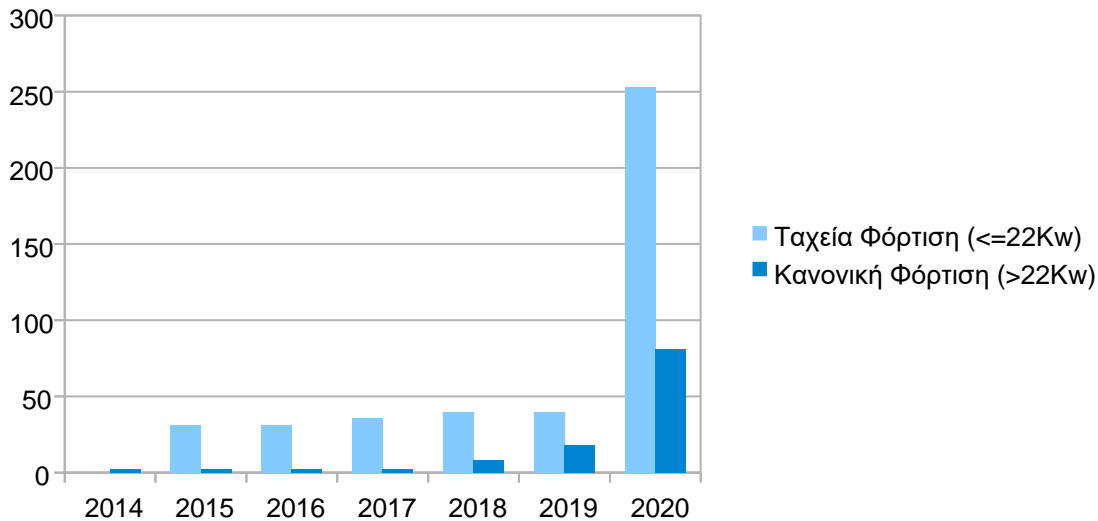
Μέγιστο 2020: 467,3 %

### 3.2.5 Ανάπτυξη επιβατικών οχημάτων BEV/PHEV



Μέγιστο 2020: 159,2 % BEV, 256,3 % PHEV

### 3.2.6 Συνολικός αριθμός σημείων κανονικής και ταχείας φόρτισης



Μέγιστο Ταχείας Φόρτισης: 253 σημεία φόρτισης, Μέγιστο Κανονικής Φόρτισης: 81 σημεία φόρτισης



### **3.3 Νομοθετικό Πλαίσιο –Φορολογικά κίνητρα για ηλεκτρικά οχήματα στην Ελλάδα**

#### **3.3.1 Κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος**

Με δεδομένα όσα έχουν ήδη αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια για την μετάβαση της Ελλάδας στην ηλεκτροκίνηση, σε αυτό το κεφάλαιο αναπτύσσονται τα φορολογικά κίνητρα που έχουν θεσπιστεί στη χώρα για την υποστήριξη των EV. Σύμφωνα με το Άρθρο 7- Ύψος ενισχύσεων και Έναρξη Επιλεξιμότητας Δαπανών , της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως ( ΦΕΚ Β 3323, 7Αγούστου 2020) το ύψος των ενισχύσεων (οικολογικό bonus για την αγορά νέου οχήματος, επιδότησης αγοράς «έξυπνου» οικιακού σημείου επαναφόρτισης και επιδότησης μέσω της απόσυρσης) ανά κατηγορία ωφελούμενου/τελικού αποδέκτη και ανά όχημα, καθορίζεται στον παρακάτω πίνακα, ως εξής:

##### Κατηγορία Α' (Φυσικά πρόσωπα):

Ι) Για ηλεκτρικά οχήματα με Λιανική Τιμή Προ Φόρων (Λ.Τ.Π.Φ.) έως 50.000€ το οικολογικό bonus ανέρχεται:

Α) σε ποσοστό 20% επί της Λ.Τ.Π.Φ. για οχήματα αξίας έως 30.000€, με μέγιστο ποσό τις έξι χιλιάδες ευρώ (6.000€).

Β) σε ποσοστό 15% επί της Λ.Τ.Π.Φ. για οχήματα αξίας από 30.001€ έως 50.000€, με μέγιστο ποσό τι έξι χιλιάδες ευρώ (6.000€).

ΙΙ) Για ηλεκτρικά δίκυκλα ή τρίκυκλα το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 20% επί της αξίας αγοράς προ Φ.Π.Α., με μέγιστο ποσό τα οκτακόσια ευρώ (800€).

ΙΙΙ) Για ηλεκτρικά ποδήλατα το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 40% επί της αξίας αγοράς προ Φ.Π.Α., με μέγιστο ποσό τα οκτακόσια ευρώ (800€).

Η απόσυρση οχήματος ή δίκυκλου/τρικύκλου (εξαιρουμένων των ποδηλάτων) επιβραβεύεται με ποσό ίσο με χίλια ευρώ (1.000€) και τετρακόσια ευρώ (400€), αντίστοιχα και είναι προαιρετική.

Η αγορά «έξυπνου» οικιακού σημείου επαναφόρτισης Η/Ο επιδοτείται με ποσό συνολικού ύψους πεντακοσίων ευρώ (500€) και είναι προαιρετική. Σε περίπτωση που η τιμή αγοράς του «έξυπνου» σημείου επαναφόρτισης Η/Ο είναι μικρότερη των 500,00€ προ ΦΠΑ, το ποσό της επιδότησης ισούται με το ποσό της τιμής αγοράς προ ΦΠΑ.

##### Κατηγορία Β' (ΕΔΧ ΤΑΞΙ):

Για αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα Ε.Δ.Χ.-ΤΑΞΙ με Λιανική Τιμή Προ Φόρων (Λ.Τ.Π.Φ.) έως 50.000€, το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 25% επί της Λ.Τ.Π.Φ., με μέγιστο ποσό τις οκτώ χιλιάδες ευρώ (8.000€) και τις δέκα χιλιάδες πεντακόσια ευρώ (10.500€), αθροίζοντας το ποσό της υποχρεωτικής απόσυρσης παλαιού οχήματος ύψους δύο χιλιάδων πεντακοσίων ευρώ (2.500€).

Για υβριδικά οχήματα εξωτερικής φόρτισης και εκπομπών ρύπων έως 50gr CO<sub>2</sub>/km με Λιανική Τιμή Προ Φόρων (Λ.Τ.Π.Φ.) έως 50.000€, το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 15% επί της Λ.Τ.Π.Φ., με μέγιστο ποσό τις πέντε χιλιάδες πεντακόσια ευρώ (5.500€) και τις οκτώ χιλιάδες ευρώ (8.000€), αθροίζοντας το ποσό της υποχρεωτικής απόσυρσης παλαιού οχήματος ύψους δύο χιλιάδων πεντακοσίων ευρώ (2.500€).

##### Κατηγορία Γ' (Νομικά πρόσωπα):

Για αμιγώς ηλεκτρικά επιβατικά και επαγγελματικά οχήματα με Λιανική Τιμή Προ Φόρων (Λ.Τ.Π.Φ.) έως 50.000€, το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 15% επί της Λ.Τ.Π.Φ., με μέγιστο ποσό τις πέντε χιλιάδες πεντακόσια ευρώ (5.500€).

Για υβριδικά επαγγελματικά ηλεκτρικά οχήματα εξωτερικής φόρτισης μέγιστης μάζας έως 3,5 τόνους (N1/van) και εκπομπών ρύπων έως 50gr CO<sub>2</sub>/km με Λιανική Τιμή Προ Φόρων (Λ.Τ.Π.Φ.) έως 50.000€, το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 15% επί της Λ.Τ.Π.Φ., με μέγιστο ποσό τις τέσσερις χιλιάδες ευρώ (4.000€).

Για ηλεκτρικά δίκυκλα ή τρίκυκλα το οικολογικό bonus ανέρχεται σε ποσοστό 20% επί της αξίας αγοράς προ Φ.Π.Α., με μέγιστο ποσό τα οκτακόσια ευρώ (800€).

Η αντικατάσταση οχήματος ή και δίκυκλου/τρικύκλου (εξαιρουμένων των ποδηλάτων) επιβραβεύεται με συνολικό ποσό ύψους χιλίων ευρώ (1.000€) και τετρακοσίων ευρώ (400€) αντίστοιχα και είναι προαιρετική.

### 3.3.1.1 Συνοπτικός Πίνακας Κατηγοριών Κινήτρων

Συνοπτικά τα παραπάνω απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

	Λιανική Τιμή Προ Φόρων έως 30.000€	Λιανική Τιμή Προ Φόρων 30.001€-50.000€	Προαιρετική Απόσυρση	«Έξυπνο» σημείο επαναφόρτισης H/O	ΑμεΑ, Τρίτεκνοι/ Πολύτεκνοι (επιπλέον)
<b>ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΣΩΠΑ-ΙΧ</b>	20%, έως 6.000€	15%, έως 6.000€	1.000,00 €	500,00 €	1.000,00 €
	Αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα	Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα εξωτερικής φόρτισης εκπομπών έως 50γρ/χλμ	Απόσυρση		
<b>ΕΛΧ ΤΑΞΙ</b>	25%, έως 10.500€	15%, έως 8.000€	Περιλαμβάνει υποχρεωτική απόσυρση		1.000,00 €
	Αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα	Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα van εξωτερικής φόρτισης εκπομπών έως 50γρ/χλμ	Προαιρετική Απόσυρση		
<b>ΝΟΜΙΚΑ ΠΡΟΣΩΠΑ</b>	15%, έως 5.500€	15%, έως 4.000	1.000,00 €		
	Οικολογικό bonus	Προαιρετική Απόσυρση	ΑμεΑ, Τρίτεκνοι Πολύτεκνοι (επιπλέον μόνο για φυσικά πρόσωπα)		
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΙΚΥΚΛΑ, ΤΡΙΚΥΚΛΑ (Φυσικά και νομικά πρόσωπα)</b>	20%, έως 800€	400,00 €	500,00 €		
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΟΔΗΛΑΤΑ (μόνο φυσικά πρόσωπα)</b>	40%, έως 800€	-	500,00 €		

Πίνακας 10: Πίνακας κινήτρων

### **3.3.2 Φορολογικά κίνητρα για τα ηλεκτρικά οχήματα**

Εκτός από τα κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων εξίσου σημαντικά είναι και τα φορολογικά κίνητρα για όσους χρησιμοποιούν οχήματα μηδενικών ή εξαιρετικά χαμηλών ρύπων. Αντίστοιχα, με βάση το Κεφάλαιο Γ: Φορολογικά κίνητρα για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, του νόμου 4710, στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως αναγράφονται τα παρακάτω άρθρα:

#### **Άρθρο 6:**

Απαλλαγές από το εισόδημα για δαπάνες ή παραχώρηση οχήματος μηδενικών ή χαμηλών ρύπων έως 50 γρ. CO<sub>2</sub> /χλμ

#### **Άρθρο 7:**

Προσαυξημένη έκπτωση για συγκεκριμένες δαπάνες οχημάτων μηδενικών ή χαμηλών ρύπων που αφορούν στους εργαζόμενους, τις επιχειρήσεις και την προστασία του περιβάλλοντος

#### **Άρθρο 9:**

Εξαιρέση αγοράς αυτοκινήτου μηδενικών ρύπων από την ετήσια αντικειμενική δαπάνη και δαπάνη απόκτησης περιουσιακών στοιχείων

#### **Αναλυτικότερα :**

Η δαπάνη αγοράς ή/και μίσθωσης ηλεκτρικού οχήματος έως 40.000 ευρώ είναι προσαυξημένη κατά 50% και μειώνει το φορολογητέο εισόδημα.

Για τα υβριδικά οχήματα εξωτερικής φόρτισης εκπομπών έως 50grCO<sub>2</sub>/km ο συντελεστής θα είναι 30% .

Η δαπάνη αγοράς και εγκατάστασης φορτιστών στους χώρους των επιχειρήσεων είναι προσαυξημένη κατά 30% και μειώνει το φορολογητέο εισόδημα.

Η δαπάνη αγοράς και εγκατάστασης δημόσια προσβάσιμων σημείων φόρτισης είναι προσαυξημένη κατά 50% και μειώνει το φορολογητέο εισόδημα, ενώ ειδικά για τα ηησιά ο συντελεστής διαμορφώνεται στο 70% .

### **3.3.2 Δημιουργία δωρεάν θέσεων στάθμευσης για ηλεκτρικά οχήματα**

Άλλο ένα κίνητρο που ωφελεί την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης ,αν και όχι φοροαπαλλακτικό είναι η δωρεάν στάθμευση για τα EV. Σύμφωνα με το Άρθρο 1 του ΦΕΚ Β 5570:

Από την 1η Ιανουαρίου 2021 έως την 31η Δεκεμβρίου 2022, εντός των διοικητικών ορίων των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης Α΄ βαθμού όπου υπάρχουν θέσεις ελεγχόμενης στάθμευσης με πληρωμή, τα Η/Ο (ηλεκτρικά οχήματα) μηδενικών ή χαμηλών ρύπων έως 50γρ. CO<sub>2</sub> /χλμ. απαλλάσσονται από την καταβολή τέλους στάθμευσης. Οι περιορισμοί ως προς τη διάρκεια της στάθμευσης συνεχίζουν να ισχύουν για Η/Ο μηδενικών ή χαμηλών ρύπων έως 50γρ CO<sub>2</sub> /χλμ. .

### 3.4 Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας συναρτήσει Δείκτη Ετοιμότητας EV Readiness Index 2020

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2, ο δείκτης EV Readiness Index 2020 της LeasePlan είναι μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ετοιμότητας 22 ευρωπαϊκών χωρών για τη μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση. Ο δείκτης βασίζεται σε τρεις παράγοντες: την ωριμότητα της αγοράς ηλεκτρικών αυτοκινήτων, τη διαθεσιμότητα υποδομών φόρτισης και τα κυβερνητικά κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων ανά χώρα.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δύο χωρών παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Ορισμός Ηλεκτρικά Φορτιζόμενου αυτοκινήτου: ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπαταρίας (BEV) + plug-in υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (PHEV)

#### 3.4.1 Πίνακας Δείκτη Ετοιμότητας για τα EV

	Ουγγαρία 2019	Ελλάδα 2019	Ελλάδα 2021
Συνολική βαθμολογία	17	13	16
Ωριμότητα αγοράς E.V.	5	3	3
Ωριμότητα υποδομών φόρτισης	4	2	1
Κυβερνητικά κίνητρα	8	8	12

Πίνακας 11: Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας

#### 3.4.2. Πίνακας 1<sup>ο</sup> Παράγοντα: Ωριμότητα Αγοράς EV

	Ουγγαρία 2019	Ελλάδα 2019	Ελλάδα 2021
Πληθυσμός	9.769.526	10.722.287	10.722.287
Άδειες E.V.	2043	341	882
E.V. ανά κάτοικο	0,21	0,03	0,08
Βαθμολογία E.V. ανά πληθυσμό	2	1	1
Άδειες αυτοκινήτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης 2019	11.5042	92.772	51.198
Μερίδιο αγοράς E.V. 2019	1,78%	0,37%	1,69%
Βαθμολογία μεριδίου αγοράς E.V.	1	1	0
Πωλήσεις E.V. μπαταρίας	1352	152	292
Ποσοστό % των E.V. Μπαταρίας 2019	66,00%	45,00%	33%
Βαθμός μεριδίου των αμιγώς E.V.	2	1	0

Πίνακας 12: Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας

### 3.4.3 Πίνακας 2<sup>ο</sup> Παράγοντα: Ωριμότητα Υποδομών Φόρτισης

	<b>Ουγγαρία 2019</b>	<b>Ελλάδα 2019</b>	<b>Ελλάδα 2021</b>
Αριθμός συνολικών κοινόχρηστων τοποθεσιών φόρτισης	679	51	199
Αριθμός κοινόχρηστων τοποθεσιών φόρτισης για κανονική ταχύτητα φόρτισης	592	40	118
Αριθμός κοινόχρηστων τοποθεσιών φόρτισης για γρήγορη ταχύτητα φόρτισης	103	18	81
Αριθμός τοποθεσιών φόρτισης ανά κάτοικο	0,07	0	0,02
Βαθμολογία σημείων φόρτισης ανά πληθυσμό	1	0	0
Αριθμός σταθμών ανά καταχωρημένο E.V.	0,33	0,15	0,226
Βαθμολογία σταθμών φόρτισης ανά E.V.	1	1	1
Ποσοστό τοποθεσιών γρήγορης φόρτισης	15,20%	35,30%	40,7%
% Βαθμολογία ποσοστού τοποθεσιών γρήγορης φόρτισης	2	1	0

Πίνακας 13: Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας

### 3.4.4 Πίνακας 3<sup>ο</sup> Παράγοντα: Κυβερνητικά Κίνητρα

	<b>Ουγγαρία 2019</b>	<b>Ελλάδα 2019</b>	<b>Ελλάδα 2021</b>
Επιδότησεις αγοράς	ναι		ναι
Φορολογικά οφέλη εγγραφής	ναι	ναι	ναι
Φορολογικά οφέλη ιδιοκτησίας	ναι	ναι	ναι
Φορολογικά οφέλη εταιρείας	ναι	ναι	ναι
Οφέλη ΦΠΑ			ναι
Άλλα οικονομικά οφέλη	ναι	ναι	ναι
Τοπικά κίνητρα	ναι	ναι	ναι

<b>Κίνητρα υποδομής</b>	ναί		ναί
<b>Βαθμολογία κυβερνητικών κινήτρων</b>	5	3	3
<b>Βαθμολογία φορολογίας οδηγού</b>	3	5	5
<b>Επιπτώσεις στη φορολογία οδηγού</b>	0,00%	0,00%	0,00%

Πίνακας 14: Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας

### 3.4.6 Πίνακας Οχημάτων και Σταθμών Φόρτισης 2020

	<b>Ουγγαρία</b>	<b>Ελλάδα</b>	<b>Ευρωπαϊκή Ένωση</b>
<b>Σύνολο ECV (BEV+PHEV)</b>	10.753	3.135	2.111.414
<b>Σταθμοί Φόρτισης</b>	1.295	334	224.538

Πίνακας 16: Σύγκριση Ελλάδας-Ουγγαρίας-Ευρώπης

# 4 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

## 4.1 Εισαγωγή

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αφορά στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνει διεθνείς έρευνες το αντικείμενο των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με αυτό της παρούσας Εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται επιστημονικές εργασίες που ασχολούνται με την επίδραση των ηλεκτρικών οχημάτων στο σύγχρονο τρόπο ζωής. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι σχετικές έρευνες, οι μέθοδοι ανάλυσης που ακολουθήθηκαν, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

### **4.1.1 A statical analysis of EV charging behavior in the UK**

Σκοπός της έρευνας του Jairo Quiros-Tortos et al., 2015 είναι η κατανόηση της συμπεριφοράς φόρτισης των χρηστών των EV στο Ηνωμένο Βασίλειο το 2013-2014. Πραγματοποιείται μια μακροσκοπική ανάλυση για να διαπιστωθεί ο αντίκτυπος της φόρτισης των EV στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα στο δείγμα των 68000 φορτίσεων, για κάθε μία μετριέται:

- Η ώρα έναρξης της φόρτισης
- Η ώρα λήξης της φόρτισης
- Η αρχική κατάσταση φόρτισης
- Η τελική κατάσταση φόρτισης

Από τις συναρτήσεις κατανομής πιθανότητας (PDF) των παραπάνω δημιουργούνται στοχαστικά, ρεαλιστικά και λεπτομερή προφίλ για την επαρκή μοντελοποίηση της ζήτησης φόρτισης των EV.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι :

Το 70% των EV χρειάζονται φόρτιση μία φορά την ημέρα ανεξαρτήτως καθημερινής ή σαββατοκύριακου, αντίθετα η ώρα έναρξης φόρτισης είναι διαφορετική αναλόγως την ημέρα. Ακόμα η πρώτη σύνδεση για φόρτιση (αρχική κατάσταση φόρτισης SOC) συνήθως συμβαίνει όταν η SOC είναι ανάμεσα στο 25% και 75%. Περίπου το 65% των EV τελειώνουν την φόρτισή τους με πλήρη μπαταρία, αντίθετα η δεύτερη σύνδεση για φόρτιση συμβαίνει σε μεγαλύτερη SOC όμως τα EV αποσυνδέονται νωρίτερα από την πλήρη τους φόρτιση.

### **4.1.2 Charging demand analysis framework for electric vehicles considering the bounded rationality behavior of users**

Το άρθρο των Jun Yang, Fuzhang και Jun Yan, που δημοσιεύτηκε το 2020 προτείνει ένα αναλυτικό πλαίσιο για τη ζήτηση φόρτισης των EV, το οποίο τονίζει ότι η ζήτηση φόρτισης καθορίζεται πρωτίστως από τη διαδρομή του ταξιδιού και τη λογική συμπεριφορά των χρηστών στις επιλογές ταξιδιού. Αναλύονται οι απαιτήσεις φόρτισης των EV, βάση των αποφάσεων των χρηστών και των χαρακτηριστικών οδήγησης των οχημάτων ανάλογα με τον χρόνο και τον χώρο του ταξιδιού. Μελέτες σχετικά με τη ζήτηση φόρτισης των EV παρέχουν δεδομένα για την υποστήριξη του σχεδιασμού εγκαταστάσεων φόρτισης, την βελτιστοποίηση του φορτίου δικτύου, καθώς επίσης και για την ασφαλή και σταθερή λειτουργία του συστήματος ισχύος. Τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι:

Η συμπεριφορά και η ζήτηση φόρτισης των EV επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες με αποτέλεσμα μεγάλες διαφορές υπό διάφορες συνθήκες. Ακόμα καθώς μειώνεται το ποσοστό κατοχής EV, μειώνεται και ο ρυθμός ταξιδιού, οι ημερήσιες συχνότητες φόρτισης και η ζήτηση φόρτισης τους ενώ ο χρόνος έναρξης φόρτισης και η μέγιστη ισχύς φόρτισης σε διαφορετικούς χρόνους θα είναι νωρίτερα. Επιπλέον καθώς οι δυνατότητες εξυπηρέτησης των σταθμών φόρτισης μειώνονται, ο ρυθμός ταξιδιού και η ζήτηση φόρτισης μειώνονται επίσης, παρ' όλα αυτά οι ημερήσιες συχνότητες φόρτισης αυξάνονται. Ταυτόχρονα, ο χρόνος έναρξης φόρτισης και η μέγιστη ισχύς φόρτισης σε διαφορετικούς χρόνους καθυστερούν. Τέλος όσο οι βαθμοί λογικής των χρηστών αυξάνονται, ο χρόνος έναρξης φόρτισης και ο μέγιστος χρόνος ισχύος φόρτισης των EV καθυστερούν και η ημερήσια ζήτηση φόρτισης μειώνεται.

#### **4.1.3 The potential and economics of EV smart charging: A case study in Shanghai**

Η μελέτη του Liu Jian et al.,2018 διεξάγει μια έρευνα σχετικά με τις συμπεριφορές φόρτισης τεσσάρων τύπων EV στη Σαγκάη και αξιολογεί το δυναμικό χωρητικότητας και το κόστος της έξυπνης φόρτισης EV. Διαπιστώνει ότι τα ιδιωτικά και εμπορικά EV θα μπορούσαν να προσφέρουν μεγαλύτερη έξυπνη φόρτιση από εκείνη των ηλεκτρικών λεωφορείων και ταξί.

#### **4.1.4 Statistical Representation of EV Charging: Real Data Analysis and Applications**

Η ανάλυση που δημοσιεύθηκε από τον Jairo Quiros-Tortos et al.,2018 προτείνει τη χρήση συναρτήσεων πυκνότητας πιθανότητας βασισμένων σε Gaussian Mixture Models (GMMs) για να διερευνήσει τις εξής βασικές μετρήσεις φόρτισης των EV:

- Αριθμό φορτίσεων ανά ημέρα
- Ώρα έναρξης φόρτισης
- Αρχική/Τελική κατάσταση φόρτισης
- Ποσοστό φόρτισης

Σκοπός είναι η δημιουργία ρεαλιστικών προφίλ ώστε να διεξαχθούν συμπεράσματα από μεγάλες έρευνες που κατανοούν την στοχαστική φύση της φόρτισης των EV, μίας και οι μελέτες που στηρίζονται σε ταξιδιωτικές έρευνες ή σε έρευνες μικρότερης κλίμακας δεν μπορούν πια να παράξουν λεπτομερή μοντέλα. Πιο συγκεκριμένα το άρθρο αναλύει δεδομένα από 221 Evs σε βάθος 2 χρόνων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση ρεαλιστικών προφίλ αποφεύγει υποτιμήσεις ή υπερεκτιμήσεις έτσι, εξασφαλίζεται ο καλύτερος σχεδιασμός και η καλύτερη λειτουργία των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα, συμπεραίνεται ότι τα EV φορτίζονται παραπάνω από μία φορά την ημέρα, οποιαδήποτε στιγμή της. Κατά κύριο λόγο φορτίζονται όταν ή μπαταρία είναι στο 25%-75% και 7 στα 10 φορτίζονται πλήρως.

#### **4.1.5 Estimating the Charging Profile of Individual Charge Sessions of Electric Vehicles in The Netherlands**

Η έρευνα του Jerome Jacob Mies et al.,2018 επικεντρώνεται στη βελτιστοποίηση του συστήματος φόρτισης των EV μελετώντας τους ρεαλιστικούς παράγοντες που την επηρεάζουν. Εξετάζονται πραγματικά δεδομένα κοινόχρηστων σημείων AC φόρτισης στην Ολλανδία και παρουσιάζεται η βελτιστοποιημένη ανάλυση των προφίλ που προκύπτουν.

Αρχικά έχει παρατηρηθεί ότι η δραστηριότητα φόρτισης είναι υψηλότερη το απόγευμα με ώρα αιχμής περίπου στις 18:00. Γίνεται λοιπόν η υπόθεση ότι η ταυτόχρονη φόρτιση την ώρα αιχμής επηρεάζει αρνητικά το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μεγάλης ζήτησης και επιπρόσθετου φορτίου. Παρ' όλα αυτά τα αποτελέσματα της έρευνας, συγκεκριμένα για την Ολλανδία, δείχνουν ότι η ταχύτητα φόρτισης είναι υψηλότερη όταν το EV φορτίζει κατά το χρόνο αιχμής, με εκτιμώμενο αποτέλεσμα θετικής επιρροής της μεγάλης ζήτησης στη μέση ταχύτητα φόρτισης (εκφρασμένο σε W) : 65 W στην περίπτωση που το όχημα φορτίζει πλήρως μεταξύ 17.00-21.00.

Ωστόσο, κι' άλλες μεταβλητές επηρεάζουν την ταχύτητα και τον συνολικό χρόνο φόρτισης όπως:

- Η θερμοκρασία : Η θερμοκρασία της μπαταρίας επηρεάζει το προφίλ φόρτισης επειδή η μπαταρία δεν μπορεί να φορτιστεί αποτελεσματικά σε πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Η φόρτιση των περισσότερων μπαταριών περιορίζεται στους 5-45 βαθμούς Κελσίου για γρήγορη φόρτιση.
- Η ώρα της ημέρας (ημέρα νύχτα): Από τη μία πλευρά, ο ρυθμός απώλειας ισχύος κατά τη φόρτιση των EV είναι υψηλότερος την ημέρα(10:00 – 21:00) από ότι τη νύχτα ( 21: 00–06: 00) οπότε τη νύχτα μπορεί να έχουμε υψηλότερες ταχύτητες. Από την άλλη πλευρά όμως, το επίπεδο της τάσης την νύχτα είναι αρκετά χαμηλό και αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στη φόρτιση. Η έρευνα δείχνει ότι ένα δείγμα EV φορτίζουν περίπου 10% πιο αργά γύρω στις 05:00 από ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Συμπερασματικά τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περαιτέρω ανάπτυξη ενός μοντέλου που προβλέπει και περιλαμβάνει τους πιο σημαντικούς πραγματικούς παράγοντες επιρροής των προφίλ φόρτισης των EV, όπως η πτώση και η θερμοκρασία της μπαταρίας, οι εποχές και τα σημεία φόρτισης.



#### **4.1.6 Future standard and fast charging infrastructure planning: An analysis of electric vehicle charging behavior.**

Η μελέτη του Patrick Morrissey et al., 2016 έχει σκοπό την κατανόηση της συμπεριφοράς φόρτισης των μέχρι τώρα χρηστών EV στην Ευρώπη όσον αφορά τη τοποθεσία φόρτισης, την ποσότητα ενέργειας που απαιτούν οι χρήστες, την διάρκεια φόρτισης και τον επιλεγθέντα τρόπο φόρτισης. Η μελέτη πραγματοποιείται στην Ιρλανδία (2012-2015) και αναλύει δεδομένα για οικιακή χρήση και για κοινόχρηστους σταθμούς φόρτισης ( απλούς και ταχείας φόρτισης) . Σχετικά με την οικιακή χρήση τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρήστες προτιμούν να φορτίζουν το απόγευμα σπίτι τους κατά την περίοδο της υψηλότερης ζήτησης ηλεκτρικού δικτύου.

Αντίστοιχα για τις ανάγκες της μελέτης παρακολουθήθηκαν και αναλύθηκαν ξεχωριστά 711 κοινόχρηστοι σταθμοί φόρτισης ,τοποθετημένοι σε χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων, εκ των οποίων οι 83 ήταν γρήγορης φόρτισης (DC, 3Φ) και οι υπόλοιποι απλοί (AC,3Φ). Οι τιμές κατανάλωσης φόρτισης ήταν υψηλότερες για τις υποδομές γρήγορης φόρτισης, με μέση κατανάλωση 8,32 kWh σε σύγκριση με τα 6,8 kWh των απλών. Επίσης η διάρκεια της φόρτισης δεν ξεπερνούσε τις 3 ώρες.

Ακόμα, η μελέτη εμπεριέχει διαγράμματα μερικών σταθμών φόρτισης για να παρουσιάσει μια οπτική περιγραφή των δεδομένων. Μαθηματικά αυτό επιτυγχάνεται είτε με Διατεταρτημοριακού εύρους αναλύσεις (Interquartile range (IQR) σε ορισμένες μεταβλητές των δεδομένων είτε με στατιστικές αναλύσεις (Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και δοκιμές t) ως μέσο ποσοτικοποίησης των πιθανών διαφορών μεταξύ περιπτώσεων χρήσης των σταθμών φόρτισης.

#### **4.1.7 Quantitative analysis of electric vehicle flexibility: A data-driven approach**

Σκοπός της έρευνας του N. Sadeghianpourhamami et al., 2018 είναι να μελετήσει την ευελιξία φόρτισης των EV, να γνωστοποιήσει τα οφέλη της και να ερευνήσει αν υπάρχουν μοτίβα για την αξιοποίησή της.

Η ευελιξία του ηλεκτρικού οχήματος, υποδεικνύει σε ποιο βαθμό το φορτίο φόρτισης του οχήματος μπορεί να συνδυαστεί με τα φορτία φόρτισης άλλων δραστηριοτήτων που επίσης χρειάζονται το δίκτυο. Για τα EV δεν είναι πάντα αναγκαία η πλήρης φόρτιση, γιατί μπορούν να φορτίζουν κάθε φορά ανάλογα με το επίπεδο που καλύπτει το επόμενο ταξίδι τους, ώστε να μην δημιουργούν πρόβλημα στο υπόλοιπο δίκτυο τις ώρες αιχμής. Άρα η ευελιξία των ηλεκτρικών οχημάτων υποδεικνύει σε ποιο βαθμό το φορτίο φόρτισής τους, μπορεί να συντονιστεί με τη ζήτηση του δικτύου για άλλες λειτουργίες.

Στην έρευνα μελετάται η αξιοποίηση των χαρακτηριστικών της ευελιξίας με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν από 390.000 φορτίσεις.

Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται οι τύποι της συμπεριφορά φόρτισης των EV , ομαδοποιώντας τους συνδυασμούς ώρας άφιξης/αναχώρησης , αναλύονται τα χαρακτηριστικά φόρτισης κάθε τύπου συμπεριφοράς και διερευνάται η επίδραση των καθημερινών και εποχιακών αλλαγών στα χαρακτηριστικά αυτά με βάση την ώρα άφιξης , διαμονής και αδράνειας.

Η έρευνα καταλήγει σε τρεις κατηγορίες τύπων φόρτισης: φόρτιση κοντά στο σπίτι, φόρτιση κοντά στην εργασία και φόρτιση σε υποδομές στάθμευσης με δημόσιους φορτιστές. Αντίστοιχα για την ανάλυση των χαρακτηριστικών του κάθε τύπου συγκρίνονται οι διαφορές τους κατά τη διάρκεια της εβδομάδας και των σαββατοκύριακων.

Η έρευνα συμπεραίνει , ότι για φόρτιση στους χώρους στάθμευσης (62,86% των φορτίσεων που μελετήθηκαν) οι αφίξεις είναι διάσπαρτες όλη την ημέρα και ο μέσος όρος αδράνειας είναι περίπου 48 λεπτά, ενώ για φόρτιση κοντά στην εργασία (27,84%) οι ώρες άφιξης είναι 6-9 π.μ. ο χρόνος παραμονής λιγότερος από 9 ώρες και ο μέσος όρος αδράνειας είναι 5,5 ώρες και γι' αυτό η φόρτιση γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Για αυτές τις δύο κατηγορίες τα σαββατοκύριακα οι ώρες παραμονής και αδράνειας είναι λιγότερες.

Για φόρτιση κοντά στο σπίτι (9,3%) οι ώρες άφιξης είναι το βράδυ και ο μέσος όρος των ωρών αδράνειας είναι 10 ώρες, ενώ η φόρτιση γίνεται το βράδυ. Σε αυτή την κατηγορία οι ώρες παραμονής και αδράνειας είναι περισσότερες τα σαββατοκύριακα.

Συνολικά για τις κατηγορίες: οι ώρες άφιξης είναι νωρίτερα την άνοιξη και το καλοκαίρι, ωστόσο, οι εποχές δεν έχουν ουσιαστικό αντίκτυπο στις ώρες παραμονής και αδράνειας.

Στη συνέχεια, με δεδομένα τα παραπάνω συμπεράσματα, η έρευνα αναλύει την ευελιξία των EV μελετώντας πώς η ενέργεια φόρτισης μπορεί να “μετατοπιστεί” αλλάζοντας τις ώρες φόρτισης, για να διευκολυνθεί ο συγχρονισμός του φορτίου.

Καταλήγει ότι τις καθημερινές πρέπει να γίνουν μεγαλύτερες μετατοπίσεις από τις πρωινές ώρες φόρτισης προς τις απογευματινές και ομοίως, μεγαλύτερες μετατοπίσεις προς το Σάββατο σε σύγκριση με την Κυριακή.

Αντίστοιχα, όσον αφορά τα μέρη των φορτίσεων, συμπεραίνει ότι όσες φορτίσεις πραγματοποιούνται κοντά στην εργασία, και άρα υποθετικά τις πρωινές ώρες, πρέπει να καλύπτουν την ανάγκη του οχήματος για απογευματινή ή βραδινή φόρτιση. Ακόμα, όσες πραγματοποιούνται κοντά στο σπίτι, άρα υποθετικά τις απογευματινές ώρες, πρέπει να εξασφαλίζουν το να μην υπάρξει ανάγκη για βραδινή φόρτιση ενώ τέλος όσες φορτίσεις πραγματοποιούνται στους χώρους στάθμευσης, πρέπει επίσης κατά κύριο λόγο να καλύπτουν την ανάγκη για απογευματινή φόρτιση.

#### **4.1.8 Data-driven spatial-temporal prediction of electric vehicle load profile considering charging behavior.**

Η έρευνα του Xiaolin Ge et al., 2020 προτείνει μια χωρική-χρονική κατανομή πρόβλεψης για τα φορτία φόρτισης των EV, η οποία λαμβάνει υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς φόρτισης και τη χωροχρονική σύνδεση μεταξύ των EV και των σταθμών φόρτισης. Αρχικά δημιουργεί ένα μοντέλο πρόβλεψης της ζήτησης της φόρτισης χρησιμοποιώντας τη μαθηματική μέθοδο βελτιωμένου τυχαίου δάσους (IRF), τον αλγόριθμο αρμονίας (AHS) για την αναζήτηση και την αρχή ελαχίστου σφάλματος. Ακόμα, προτείνει μία bottom-up μέθοδο για πρόβλεψη χωρικής και χρονικής κατανομής της φόρτισης των EV και τέλος χρησιμοποιεί μια παράλληλη υπολογιστική μέθοδο με παραλληλισμό δεδομένων για βελτιωμένη αποτελεσματικότητα των παραπάνω.

Το άρθρο καταλήγει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους, όχι μόνο μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια της πρόβλεψης του συνολικού φορτίου φόρτισης, αλλά και να επιτύχει την χωρική και χρονική κατανομή του φορτίου φόρτισης.

#### **4.1.9 Location of electric vehicle charging stations: A perspective using the grey decision-making model.**

Το άρθρο του Xianqiang et al., 2019 ορίζει αρχικά ένα μοντέλο τοποθεσιών σταθμών φόρτισης (Location model) για την ελαχιστοποίηση των συνολικών κοινωνικών δαπανών μέσω ενός γενικού αλγορίθμου. Στη συνέχεια, κατασκευάζει ένα σύστημα αξιολόγησης βάσει πέντε παραγόντων που επηρεάζουν τη θέση: κόστος γης, κόστος κατασκευής, ροή οδικής κυκλοφορίας, συνθήκες δικτύου και το γύρω περιβάλλον. Τέλος, διεξάγει ποσοτική επεξεργασία σε ποιοτικούς δείκτες εφαρμόζοντας τη γκρι διαδικασία λήψης αποφάσεων και τη γκρι διαδικασία λήψης αποφάσεων στόχου, καθώς παράγει το βέλτιστο αποτέλεσμα λήψης αποφάσεων.

Η γκρι διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι ένας κλάδος εφαρμοσμένων μαθηματικών για τη μελέτη φαινομένων με εν μέρει σαφείς και ασαφείς πληροφορίες και με κάποια αβεβαιότητα. Σύμφωνα με την γκριζα πρόβλεψη μπορούμε να βρούμε το νόμο της ανάπτυξης του συστήματος, και να κάνουμε μια επιστημονική ποσοτική πρόβλεψη για το μέλλον του συστήματος. Η γκριζα λήψη αποφάσεων πραγματοποιείται όταν το μοντέλο λήψης αποφάσεων περιέχει γκρι περιοχές (ορίζονται ως μαύρες αυτές χωρίς καθόλου πληροφορίες, ως λευκές αυτές με τέλειες πληροφορίες και ως γκρι οι ενδιάμεσες μη εξιδανικευμένες περιοχές) ή όταν το συνηθισμένο μοντέλο λήψης αποφάσεων και το γκρι μοντέλο συνδέονται, εστιάζοντας στην επιλογή ερευνητικού σχήματος.

Πιο συγκεκριμένα η έρευνα, αναλύει τους σταθμούς φόρτισης EV στην πόλη Ναντζίνγκ της Κίνας. Συμπεραίνει ότι μέχρι το τέλος του 2017, περισσότερα από 20.000 νέα EV είχαν κυκλοφορήσει σε ολόκληρη την πόλη, έχοντας αυξηθεί σε σχέση με το 2015 και το 2016. Για την τροφοδοσία τους, εφαρμόστηκε ένα πλαίσιο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρικό δίκτυο της πόλης συμπεριλαμβανομένου ενός πλέγματος διπλού βρόχου 500 KV, ενός πλέγματος διπλού βρόχου 220 kV νότια και βόρεια του ποταμού Yangtze, ένα δίκτυο ακτινοβολίας 110 KV και ένα δίκτυο 10 KV στην αστική περιοχή. Αυτό το δίκτυο διανομής ισχύος μπορεί να ανταποκριθεί πλήρως στις απαιτήσεις φόρτισης του Nanjing, και γι' αυτό η εργασία επιλέγει το Ναντζίνγκ ως ερευνητικό αντικείμενο με σημαντική ρεαλιστική σημασία ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελλοντικό σχεδιασμό σταθμών φόρτισης.

Για τον προσδιορισμό των θέσεων των σταθμών φόρτισης, του Location Model μέσω του παραπάνω αλγορίθμου, κατασκευάζεται η εξής Αντικειμενική Συνάρτηση:  $\min TC = C1 + C2 + C3$ ,  $N=5$  μέχρι  $N=10$

C1: Ετήσιο κόστος κατασκευής σταθμού φόρτισης

C2: Ετήσιο κόστος λειτουργίας σταθμού φόρτισης

C3: Άμεσο και Έμμεσο κόστος χρήστη για φόρτιση

N : Ο αριθμός των σταθμών φόρτισης

Η έρευνα καταλήγει ότι βάση των διαφορετικών παραγόντων που επηρεάζουν τη θέση, προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα αξιολόγησης της τοποθεσίας και γι' αυτό το λόγο επιλέγονται η γκρι διαδικασία λήψης αποφάσεων και η γκρι διαδικασία λήψης αποφάσεων στόχου για να προσδιορίσουν το πιο ικανοποιητικό ερευνητικό σχήμα. Μετά από υπολογισμούς και την εφαρμογή των παραπάνω συμπεραίνεται ότι στην περιοχή του Ναντζίνγκ ο ιδανικός αριθμός σταθμών φόρτισης είναι 7, οι οποίοι κατανέμονται στις ιδανικές τοποθεσίες σύμφωνα με τις οδηγίες των αποτελεσμάτων.

# 5 Ανάλυση Δεδομένων

## 5.1 Εισαγωγικά

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Δεδομένων που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, σχετικά με τα σημεία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων. Χρησιμοποιώντας το περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού R μελετήθηκαν δεδομένα συλλεγμένα από σημεία φόρτισης στην Ουγγαρία και στην Ελλάδα. Όπως αναφέρθηκε ξανά στα προηγούμενα κεφάλαια, επειδή στην Ελλάδα η ηλεκτροκίνηση ακόμα αναπτύσσεται, η αντίστοιχη ανάλυση των σημείων φόρτισης στην Ελλάδα, βασίζεται σε ένα περιορισμένο dataset που προκύπτει από οικιακό φορτιστή plug-in υβριδικού οχήματος (PHEV) στα Μελίτσια.

Στο dataset της Ουγγαρίας περιέχονται οι εξής μεταβλητές:

- charge box id : Ταυτότητα του φορτιστή του σημείου φόρτισης
- id tag : Ταυτότητα του σημείου φόρτισης
- start/stop time : Χρόνος που ξεκινάει και τελειώνει η φόρτιση
- start/stop value : Ενέργεια στην αρχή και στο τέλος της φόρτισης
- idiothta : Κατηγορία του μέρους που βρίσκεται το σημείο φόρτισης : Ξενοδοχείο, Κατάστημα ή Εστιατόριο

Αντίστοιχα, στο dataset της Ελλάδας περιέχονται οι:

- start/end date : Ημερομηνία και χρόνος που ξεκινάει και τελειώνει η φόρτιση
- duration (min) : Διάρκεια φόρτισης σε λεπτά
- kWh : Ενέργεια που δαπανήθηκε στην φόρτιση
- date start : Ημέρα που ξεκίνησε η φόρτιση

Για το τεχνικό κομμάτι της ανάλυσης, στον κώδικα της R χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω βιβλιοθήκες-πακέτα:

- Library (tidyverse) : Είναι η βασική συλλογή πακέτων για την ανάλυση των δομών δεδομένων και το σχεδιασμό διαγραμμάτων
- Library (lubridate): Είναι μέρος του βασικού tidyverse και χρησιμοποιείται για την εύκολη και γρήγορη ανάλυση των ημερομηνιών, καθώς διαχωρίζει τις ημέρες από τις ώρες, τα λεπτά και τα δευτερόλεπτα. Στα dataset της Ουγγαρίας και της Ελλάδας έχει συνδυαστεί με τις εντολές ymd\_hms και hour που η πρώτη φέρνει σε επεξεργάσιμη μορφή το format της μεταβλητής start/stop time και η δεύτερη απομονώνει την ώρα της πρώτης από τα λεπτά και τα δευτερόλεπτα του συνολικού format.
- Library (heatmap3): Είναι πακέτο για δημιουργία heatmap. Χρησιμοποιήθηκε στην εντολή της συνάρτησης «heatmap».
- Library (heatmapplus): Χρησιμοποιήθηκε εξίσου κατά την δημιουργία heatmap καθώς του επιτρέπει να έχει πανομοιότυπες διαστάσεις X και Y.
- Library (ggplots): Χρησιμοποιήθηκε γιατί δείχνει χρώματα και μέσους όρους.

Ακόμα, οι βασικότερες εντολές του κώδικα είναι οι:

- group\_by : Χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον για την ομαδοποίηση των μεταβλητών κυρίως στο dataset της Ουγγαρίας που οι μετρήσεις προερχόντουσαν από πολλούς διαφορετικούς φορτιστές.
- Summarise(mean ()) : Αλληλένδετη εντολή με την παραπάνω αφού ουσιαστικά τις δίνει μεταξύ τους σε ένα πίνακα που αντιστοιχεί την ομαδοποιημένη μεταβλητή στο μέσο όρο της.
- ggplot() : Απαραίτητη εντολή για την κατασκευή των διαγραμμάτων.

Σκοπός είναι, μέσα από την ανάλυση, να εξαχθούν συμπεράσματα για την διάρκεια, την ισχύ και την ενέργεια φόρτισης του φορτιστή και επομένως και του EV, χρησιμοποιώντας περιγραφική στατιστική με βασικό μέγεθος ανάλυσης τον μέσο όρο. Παρουσιάζεται ο συνολικός κώδικας πρώτα της Ουγγαρίας και στη συνέχεια της Ελλάδας.

### **5.1.2 Ενδεικτικός Κώδικας Ουγγαρίας**

```
#group_by id_tag-diafora_value=kwh pou fortisan
grtag1<-data_hl_ox %>% group_by(id_tag) %>%
  summarise(M.O.Kwh=mean(na.omit(diafora_value1)))

M.O.Kwh_synolo <- mean(grtag1$M.O.Kwh)

#barplots grtag1
ggplot(grtag1)+aes(x=id_tag,y=M.O.Kwh)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))

#group_by box-diafora_value=kwh pou fortisan
grbox1 <- data_hl_ox %>% group_by(charge_box_id) %>%
  summarise(M.O.Kwh=mean(na.omit(diafora_value1)))

#barplot grbox1
ggplot(grbox1)+aes(x=charge_box_id,y=M.O.Kwh)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))

#group_by wres hmeras- diafora_value1
grhourdiafora_val<-data_hl_ox%>% group_by(hrs)%>%
  summarise(M.O.Kwh=mean(na.omit(diafora_value1)))

#barplot grhourdiafora_val
ggplot(grhourdiafora_val)+aes(x=hrs,y=M.O.Kwh)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))

# group_by id_tag-sum diafora_value1
grtag2<-data_hl_ox %>% group_by(id_tag) %>%
  summarise(Athroisma_Kwh=sum(na.omit(diafora_value1)))

Athroisma_Kwh_synolo <- mean(grtag2$Athroisma_Kwh)

#barplot grtag2
ggplot(grtag2)+aes(x=id_tag,y=Athroisma_Kwh)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))

# group_by idiothta-diafora_value=kwh pou fortisan
gridiot <- data_hl_ox %>% group_by(idiothta) %>%
  summarise(M.O.Kwh=mean(na.omit(diafora_value1)))
```

### **5.1.3 Ενδεικτικός Κώδικας Ελλάδας**

```
# group_by date_start-duration.min=lepta pou fortisan
grmeres <- data_mel %>% group_by(date_start) %>%
  summarise(M.O.d_fortisis=mean(duration.min))

M.O.d_fortisis_synolo <- mean(grmeres$M.O.d_fortisis)

#barplot grmeres
ggplot(grmeres)+aes(x=date_start,y=M.O.d_fortisis)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))

#barplot grhkwh
ggplot(grhkwh)+aes(x=hrs,y=M.o.kWh)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))+
  scale_x_continuous(breaks=c(8,10,12,13,14,16,17,18,19,20,22))

grhkwh_synolo <- mean(grhkwh$M.o.kWh)

# group_by date_start-kwh=energeia pou fortise kathe mera
grmeres_kwh <- data_mel %>% group_by(date_start) %>%
  summarise(M.O.kiloWh=mean(kWh))

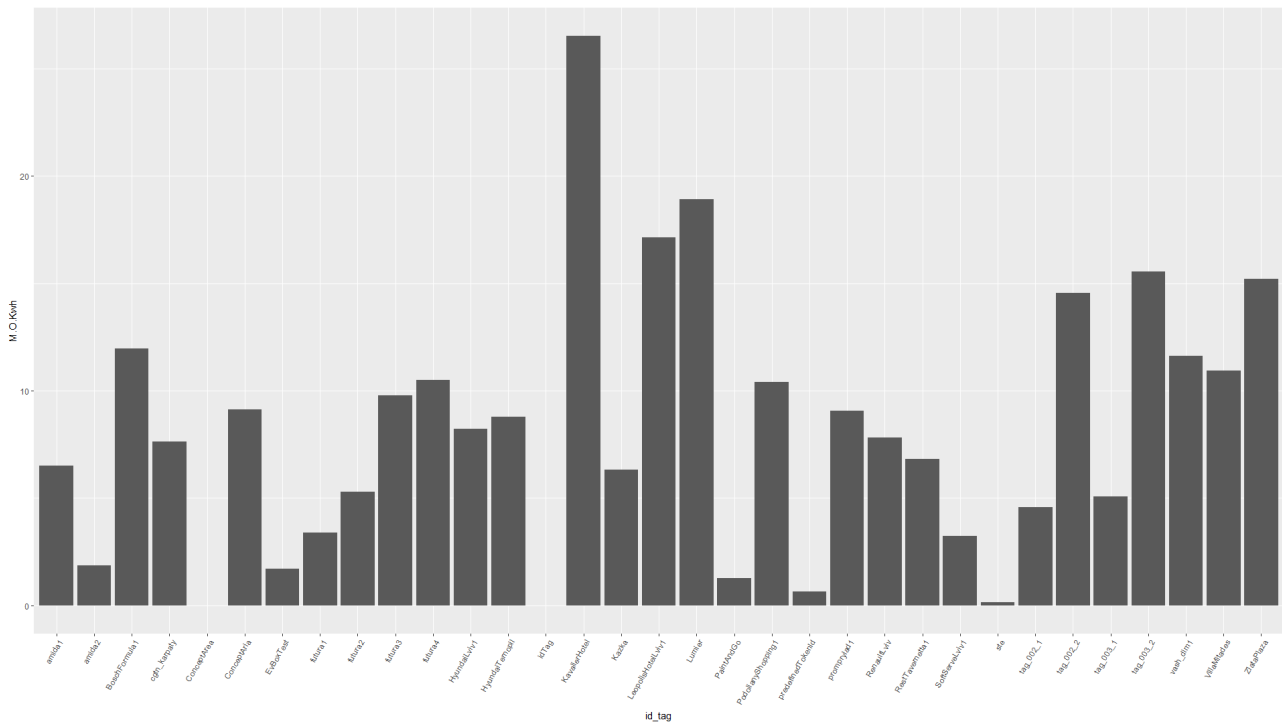
M.O.kiloWh_synolo <- mean(grmeres_kwh$M.O.kiloWh)

#barplot grmeres_kwh
ggplot(grmeres_kwh)+aes(x=date_start,y=M.O.kiloWh)+geom_bar(stat="identity")+
  theme(axis.text.x=element_text(angle = 60,vjust = 1,hjust = 1))
```

## 5.2 Ανάλυση Δεδομένων για Ουγγαρία

### 5.2.1 Διάγραμμα M.O.kWh - id tag

Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στους σταθμούς φόρτισης της Ουγγαρίας, το πρώτο βήμα της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε ήταν να βρεθεί ο μέσος όρος του ποσού της ενέργειας που δαπανήθηκε κατά τη φόρτιση στο κάθε σημείο φόρτισης (id tag). Το μέγεθος αυτό ονομάστηκε *diafora value* και απεικονίζει τον μέσο όρο των kWh της διαφοράς *stop value – start value*, που φόρτισαν. Ακολουθεί το ανάλογο διάγραμμα.

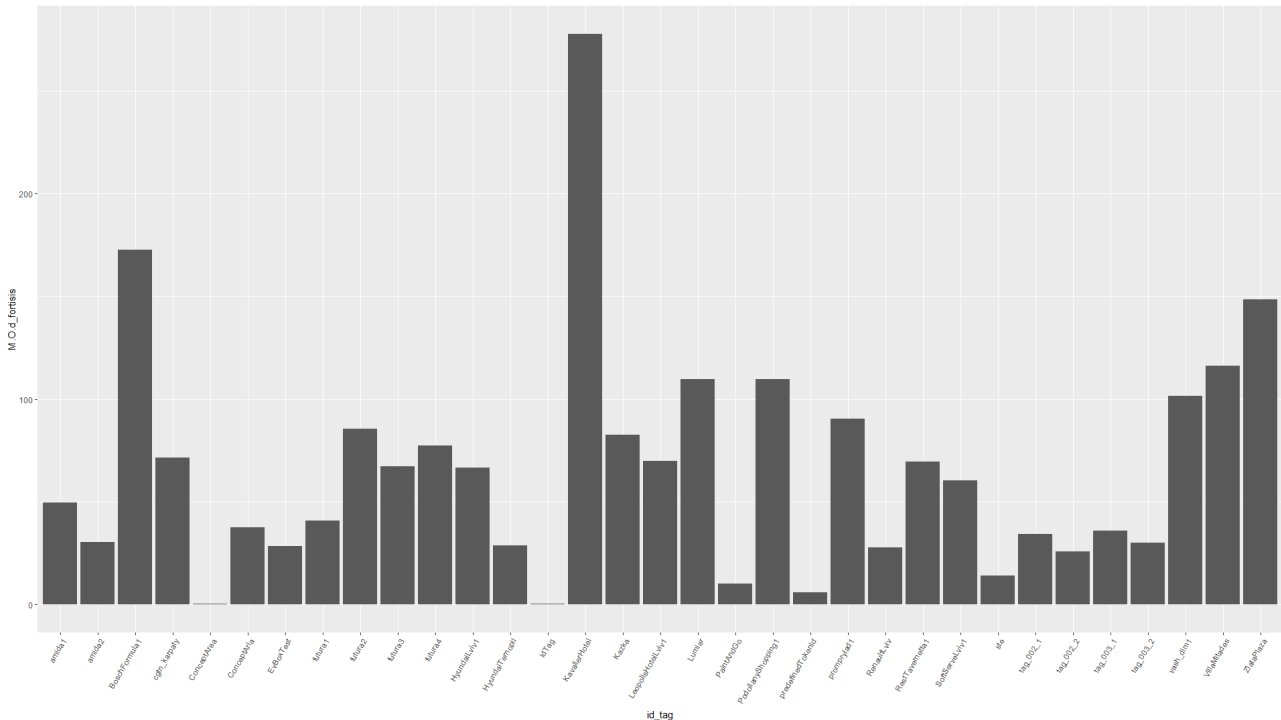


Διάγραμμα Ενέργειας (kWh)

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα ο μεγαλύτερος M.O ισούται με περίπου 26.5 kWh και αντιστοιχίζεται στο Kavalier Hotel. Το νούμερο αυτό που έχει προκύψει από όλες τις τιμές των kWh που καταγράφηκαν ότι δαπανήθηκαν για φορτίσεις ηλεκτρικών οχημάτων στο συγκεκριμένο ξενοδοχείο, είναι αρκετά μεγαλύτερο από το μέσο όρο της μεταβλητής *diafora value* που είναι ίσος με 8 kWh. Αυτό σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος φορτιστής χρησιμοποιείται περισσότερο από τους υπόλοιπους και έτσι αξίζει να σημειωθεί ότι η ιδιότητα του μέρους, παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς ένα πολυσύχναστο μέρος όπως αυτό, λόγω της δημοτικότητάς του, πιθανώς να στεγάζει δημόσια υποδομή φόρτισης και όχι ιδιωτική τοποθετημένη από το ξενοδοχείο. Ανεξαρτήτως όμως του τι πραγματικά ισχύει, η ανάλυση συναρτήσει της ιδιότητας της τοποθεσίας του σημείου φόρτισης είναι αξιοσημείωτη και γι' αυτό αναλύεται παρακάτω.

### 5.2.2 Διάγραμμα M.O.d fortisis - id tag

Σε αυτό το βήμα εισάγεται η δεύτερη βασική μεταβλητή ως προς την οποία πραγματοποιείται η ανάλυση : Η διάρκεια φόρτισης. Η διάρκεια φόρτισης ,που στο κώδικα της R αναφέρεται ως *diafora time*, είναι ο συνολικός χρόνος που κρατάει η κάθε “συνεδρία” φόρτισης του οχήματος , δηλαδή η διαφορά του χρόνου λήξης και του χρόνου έναρξης της φόρτισης (  $diafora\ time = stop\ time - start\ time$  ). Σε αντιστοιχία με τα προηγούμενα διαγράμματα, υπολογίζεται ο μέσος όρος χρόνου φόρτισης για κάθε σημείο φόρτισης.



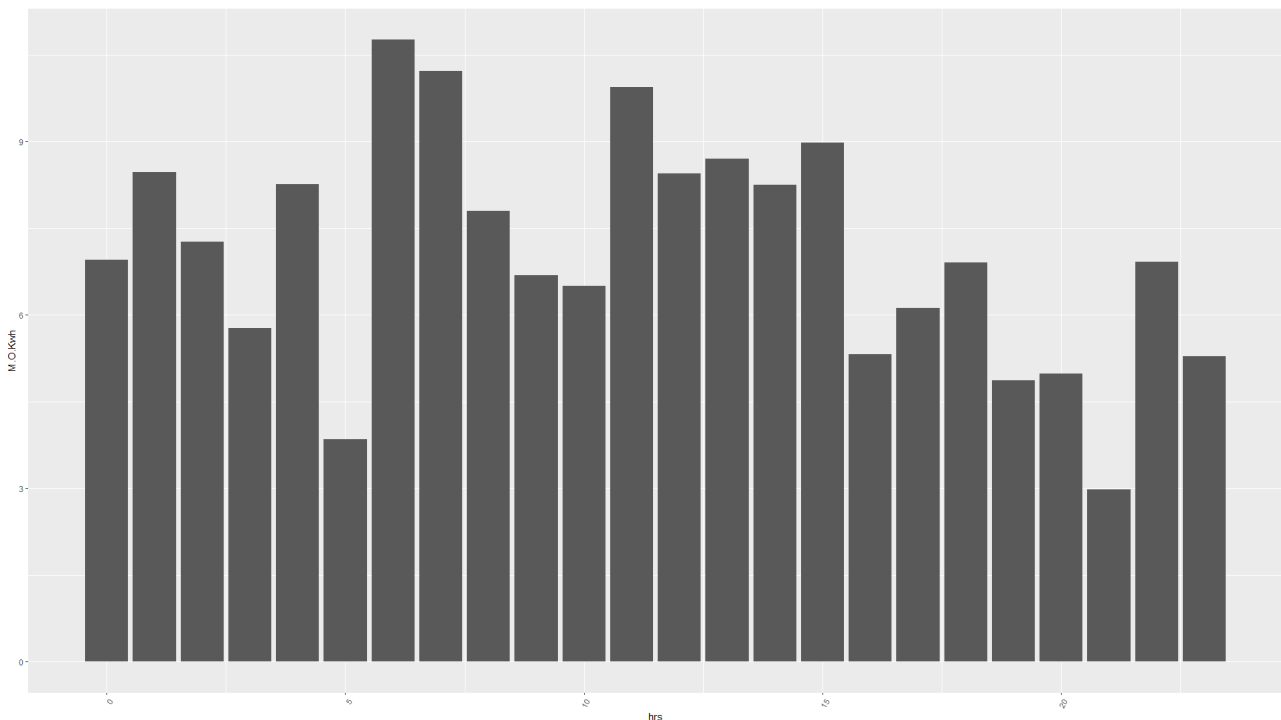
Διάγραμμα Διάρκειας Φόρτισης (min)

Στο διάγραμμα απεικονίζονται οι μέσοι όροι όλων των χρόνων φόρτισης που πραγματοποιήθηκαν στο κάθε σημείο φόρτισης ( M.O.d\_fortisis ). Ο μέγιστος μέσος όρος είναι 5 ώρες, πέντε φορές μεγαλύτερος από το συνολικό μέσο όρο όλων των σημείων φόρτισης ( συνολικός M.O.= 1 ώρες) και αντιστοιχεί στην υποδομή φόρτισης Kavalier Hotel. Από τη μία πλευρά, γνωρίζοντας ότι η υποδομή Kavalier Hotel στην Ουγγαρία είναι ξενοδοχείο, υποθέτουμε ότι θα έχει αρκετούς επιμέρους φορτιστές και χαμηλές χρεώσεις ρεύματος οπότε και θα προσελκύει σημαντικό αριθμό ηλεκτρικών οχημάτων. Άρα, λόγω πληθώρας φορτιστών, χαμηλής κοστολόγησης και ίσως μεγάλης παραμονής σε αυτό ,αφού είναι κατάσταση, οι ιδιοκτήτες των EV προτιμούν το συγκεκριμένο μέρος για να φορτίζουν πλήρως τα αυτοκίνητά τους.

Από την άλλη πλευρά, ακόμα ένας λόγος που στο σημείο Kavalier Hotel πραγματοποιούνται οι μεγαλύτερες σε διάρκεια φορτίσεις, μπορεί να είναι ότι δεν διαθέτει ταχυφορτιστές και έτσι η “συνεδρία” ακολουθεί τα πρότυπα της κανονικής φόρτισης ( Normal Charging < 25kW ) και συνεπώς διαρκεί μεγάλο διάστημα.

### 5.2.3 Διάγραμμα M.O kWh – hrs

Σε αυτό το διάγραμμα παρουσιάζεται ο μέσος όρος των kWh που δαπανήθηκαν κατά τη διάρκεια της φόρτισης, αυτή τη φορά συναρτήσει της ώρας που άρχισε η φόρτιση. Ομαδοποιήθηκαν δηλαδή οι μεταξύ τους, όσες ώρες έναρξης φόρτισης ( start time ) ήταν ίδιες, που στην ανάλυση της R ονομάστηκαν hrs , και υπολογίστηκε ο M.O της ενέργειας που αντιστοιχεί στη φόρτιση που ξεκίνησε.



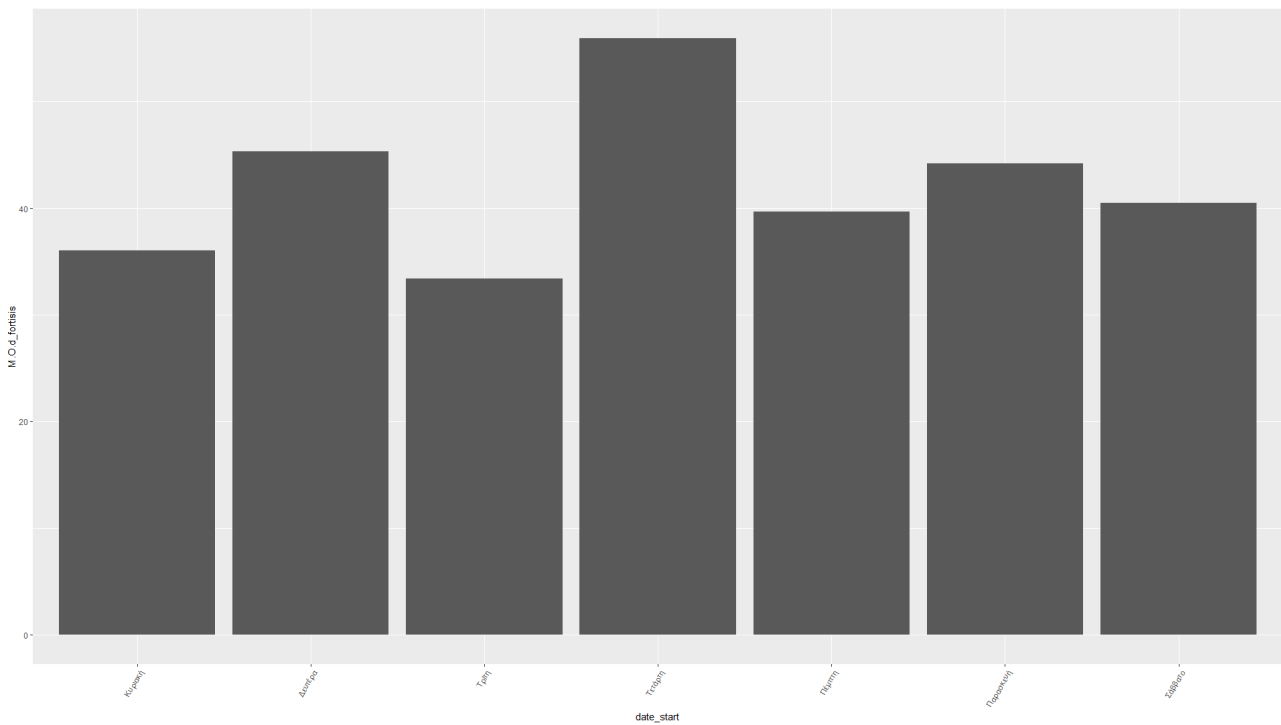
Διάγραμμα Ενέργειας (kWh)

Συμπεραίνεται ότι 06:00 το πρωί είναι η ώρα αιχμής καθώς την συγκεκριμένη ώρα φορτίζουν 10,76 kWh, ποσό μεγαλύτερο του μέσου όρου που ισούται με 7,34 kWh. Μπορεί το μέγιστο σύμφωνα με το διάγραμμα να είναι 06:00 το πρωί αλλά και στις 07:00, η τιμή δεν παρουσιάζει μεγάλη διαφορά ( 9,39 kWh ). Το γεγονός αυτό εξηγείται αν σκεφτούμε ότι αυτές είναι οι συνηθέστερες ώρα που οι χρήστες των οχημάτων ετοιμάζονται για τη διαδρομή προς την εργασία τους. Παρ' όλα αυτά, το συγκεκριμένο διάγραμμα ως προς το σύνολό του δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλες διακυμάνσεις. Παρατηρείται ένα μοτίβο φόρτισης καθ' όλη την ημέρα με μικρή έμφαση στις πρωινές (06:00, 07:00), μεσημεριανές (11:00) και νυχτερινές (22:00) ώρες. Επειδή λοιπόν, όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα στοιχεία που επεξεργάζεται η παρούσα ανάλυση δεδομένων έχουν συλλεχθεί από τοποθεσίες καταστημάτων, ξενοδοχείων και εστιατορίων είναι λογικό και επόμενο να μην παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις στις ώρες φόρτισης καθώς δημοφιλή μέρη, όπως αυτά, έχουν μεγάλη επισκεψιμότητα ολόκληρη την ημέρα. Αυτός είναι και ο λόγος που έχει μεγαλύτερη σημασία να σημειωθούν οι ώρες 05:00 και 21:00 που έχουν τον μικρότερο μέσο όρο kWh. Αυτές είναι δύο ώρες “χρονικά αντίθετες” μεταξύ τους, με όμως πολύ κοντινές τιμές ενέργειας : 4,27 kWh και 3,76 kWh αντίστοιχα. Οι χαμηλές αυτές τιμές πιθανώς εξηγούνται από την γενική παραδοχή ότι αυτές οι ώρες συμπίπτουν με τις ώρες ξεκούρασης των ιδιοκτητών των EV και άρα δεν προτιμώνται για την φόρτιση των οχημάτων για τους κοινόχρηστους σταθμούς και όχι για τους οικιακούς.

#### **5.2.4 Διάγραμμα M.O.d fortisis – date start**

Σε αυτό το διάγραμμα παρουσιάζεται ο μέσος όρος της χρονικής διάρκειας κάθε φόρτισης συναρτήσει της ημέρας που άρχισε η φόρτιση. Η μεταβλητή που ορίζεται για τη διάρκεια είναι η *diafora time*, όπως και παραπάνω, και η μεταβλητή για την ημέρα φόρτισης η *date start*, η οποία αναπαριστά διαδοχικά τις ημέρες της εβδομάδας. Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι ο μέσος όρος της Τετάρτης είναι περίπου 1 ώρα και άρα είναι η μέρα με τον μεγαλύτερο μέσο όρο διάρκειας φόρτισης. Αυτό σημαίνει είτε ότι οι χρήστες των ηλεκτρικών οχημάτων έχουν επιλέξει την Τετάρτη ως μέρα που φορτίζουν πλήρως το όχημά τους, καθώς πραγματοποιούν τις αγορές τους σε κάποιο κατάστημα ή δειπνώντας σε κάποιο εστιατόριο, είτε ότι την συγκεκριμένη μέρα πραγματοποιούνται οι περισσότερες φορτίσεις. Ακόμα και αν αυτές έχουν μικρή διάρκεια, αθροιστικά οι τιμές τους δομούν τον μεγαλύτερο μέσο όρο της ημέρας.

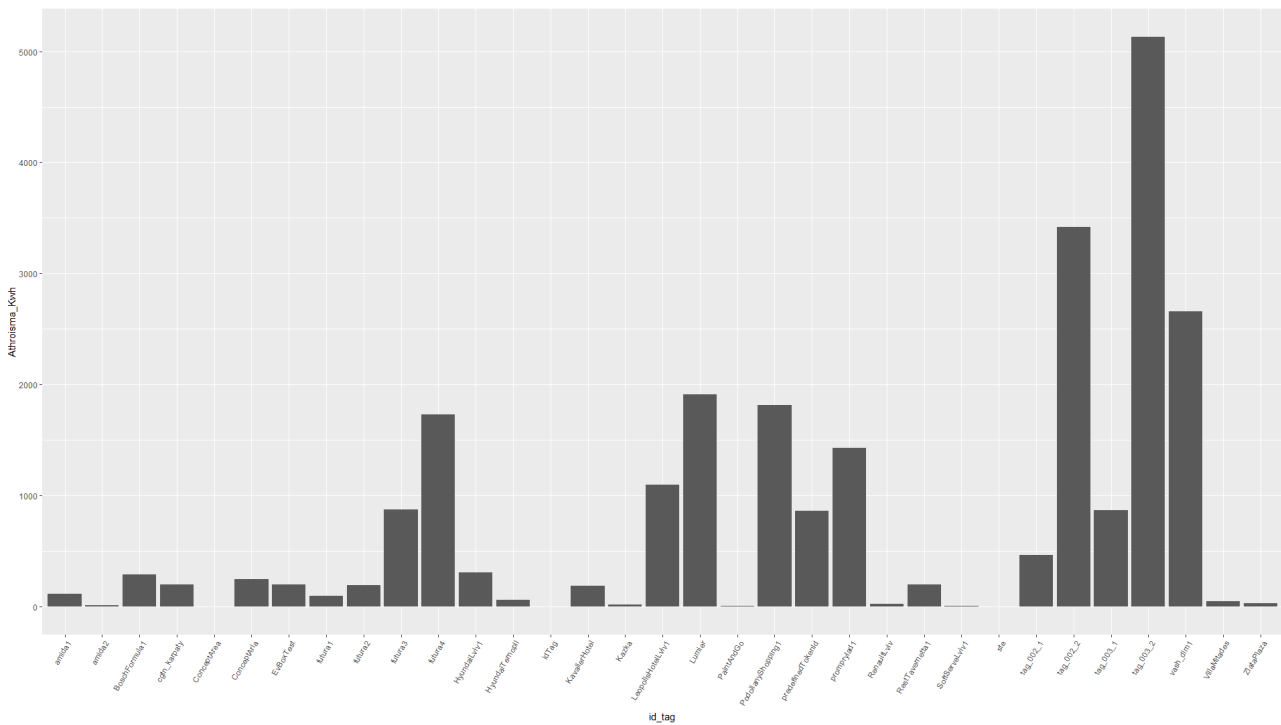




Διάγραμμα Διάρκειας Φόρτισης (min)

### 5.2.5 Διάγραμμα Athroisma kWh - id tag

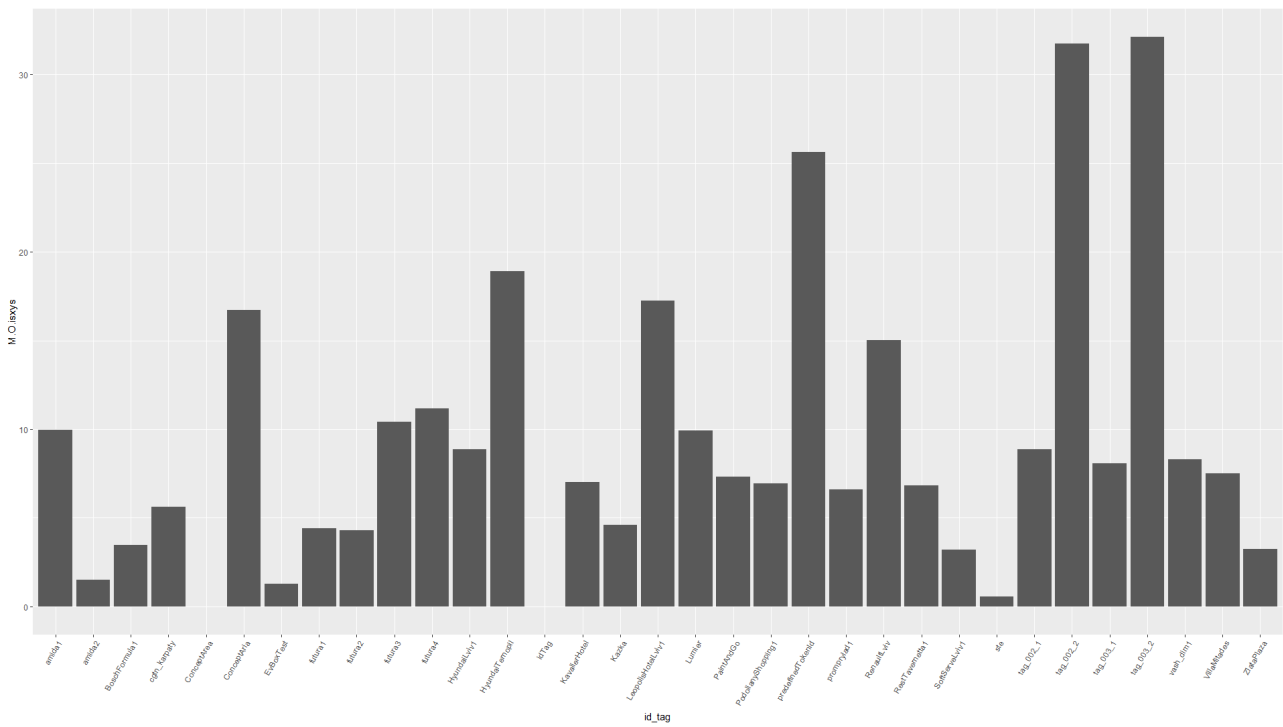
Για αυτό το διάγραμμα πραγματοποιείται περίπου η ίδια διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για τη δημιουργία του πρώτου διαγράμματος που αναλύθηκε, με τη διαφορά ότι στη προκειμένη περίπτωση το διάγραμμα κατασκευάζεται συναρτήσει του συνολικού αθροίσματος της ενέργειας που δαπανήθηκε στο κάθε σημείο φόρτισης. Η μεταβλητή της R που αντιπροσωπεύει το μέγεθος αυτό ονομάστηκε Athroisma kWh. Η μέγιστη κορυφή του διαγράμματος ισούται με περίπου 5 MWh και έχει προκύψει από το άθροισμα όλων των kWh που δαπανήθηκαν για τις συνολικές φορτίσεις του ξενοδοχείου. Διαπιστώνεται ότι ο αριθμός αυτός είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τον μέσο όρο των συνολικών αθροισμάτων όλων των σημείων φόρτισης, που ισούται με 740 kWh. Εξάγεται το συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο μέρος είναι πολυσύχναστο και ότι πιθανώς στο διάστημα που καταγράφηκαν οι μετρήσεις του dataset τα περισσότερα EV που φόρτισαν ήταν πλήρως ηλεκτρικά BEV και άρα η ανάγκη τους σε ενέργειας , μεγάλη.



Διάγραμμα Ενέργειας (kWh)

### 5.2.6 Διάγραμμα Μ.Ο. Isxys – id\_tag

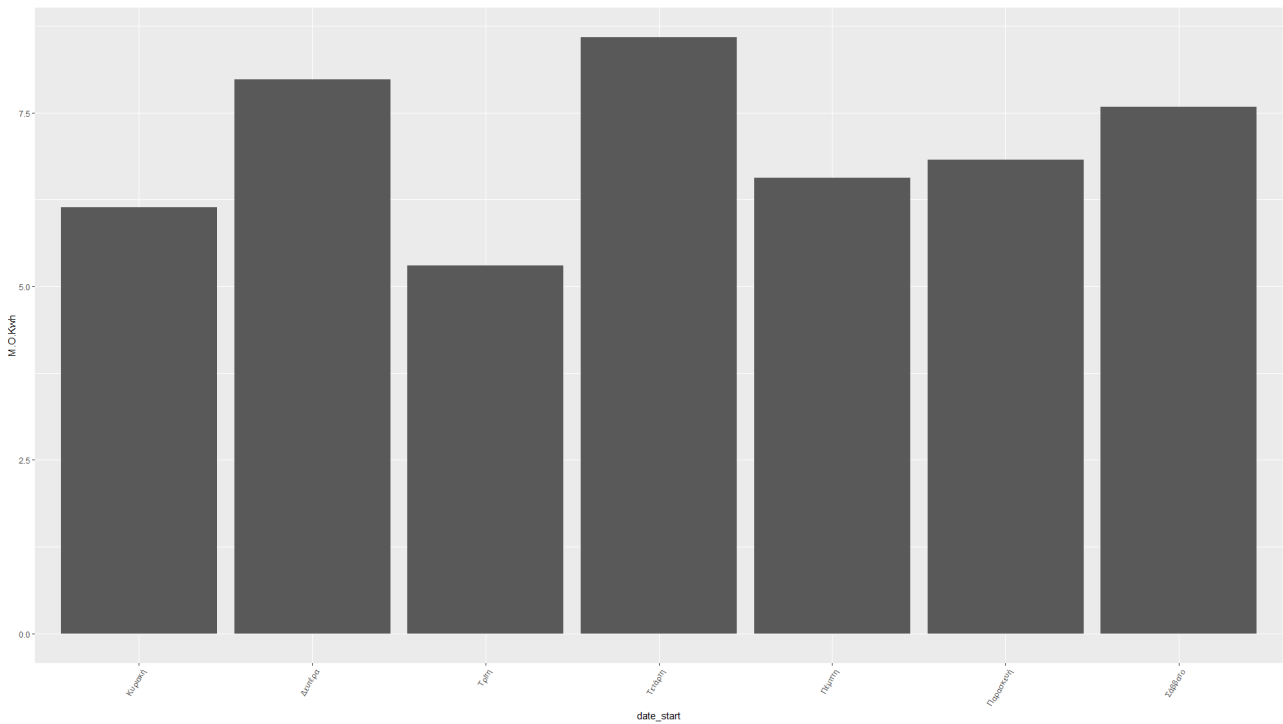
Για την υλοποίηση του ακόλουθου διαγράμματος εισάγεται το μέγεθος της ισχύος, με την αντίστοιχη ονομασία στον κώδικα της R power id tag. Η ισχύς είναι ο λόγος της ενέργειας σε kWh προς μία ώρα σε λεπτά, οπότε και προκύπτει το μέγεθος σε kW. Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο μέσος όρος της ισχύος που καταναλώθηκε σε κάθε (id\_tag) υποδομή φόρτισης. Η μέγιστη ισχύς ισούται με 32 kW, και είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από τον συνολικό μέσο όρο των φορτιστών που είναι ίσος με 9 kW. Για την συγκεκριμένη τοποθεσία, αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η διάρκεια της φόρτισής της είναι πολύ μικρή (περίπου η μισή από τον μέσο όρο διάρκειας φόρτισης) και άρα το κλάσμα του υπολογισμού της ισχύος έχει μικρό παρονομαστή.



Διάγραμμα Ισχύος(kW)

### 5.2.7 Διάγραμμα M.O. kWh – date\_start

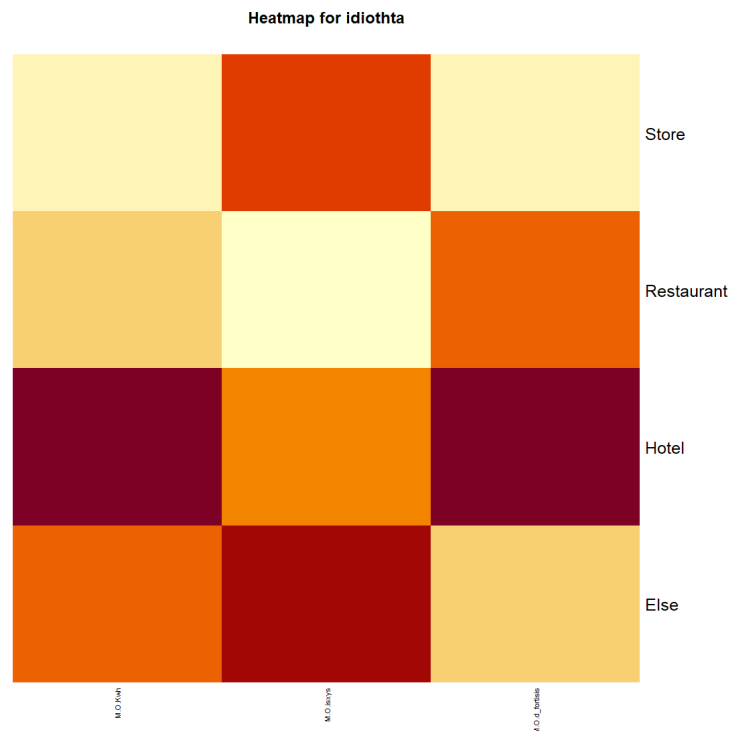
Σε αυτό το διάγραμμα παρουσιάζεται ο μέσος όρος της ενέργειας που καταναλώθηκε κατά τη διάρκεια της φόρτισης, συναρτήσει της ημέρας που άρχισε η φόρτιση. Παρατηρείται ότι η Δευτέρα, η Τετάρτη και το Σάββατο παρουσιάζουν τους μεγαλύτερους μέσους όρους με τιμές κοντά στα 8 kWh. Γενικά οι τιμές του διαγράμματος δεν έχουν μεγάλες διακυμάνσεις (+/- 1kWh) από τον συνολικό μέσο όρο τους, που ισούται με 7 kWh.



Διάγραμμα Ενέργειας (kWh)

### 5.2.8 Heatmap idiothta

Το διάγραμμα τύπου Heat map είναι μια τεχνική οπτικοποίησης δεδομένων που δείχνει το μέγεθος ενός φαινομένου ως χρώμα σε δύο διαστάσεις. Το Heat map που δημιουργήθηκε στην εργασία αναλύεται κατά στήλες και παρουσιάζει τους μέσους όρους της ενέργειας, της ισχύος και της διάρκειας φόρτισης συναρτήσει της ιδιότητας του κάθε σταθμού φόρτισης. Όσο αυξάνουν οι τιμές των μέσω όρων, τόσο σκουραίνουν και τα χρώματα του. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι η μεγαλύτερη και η μικρότερη ενέργεια φόρτισης απαντώνται στα ξενοδοχεία (17 kWh) και τα καταστήματα (4 kWh) αντίστοιχα, η μεγαλύτερη διάρκεια φόρτισης (1,5 ώρες) απαντάται επίσης στα ξενοδοχεία και τέλος, η μικρότερη ισχύς (6kW) εντοπίζεται στα εστιατόρια.



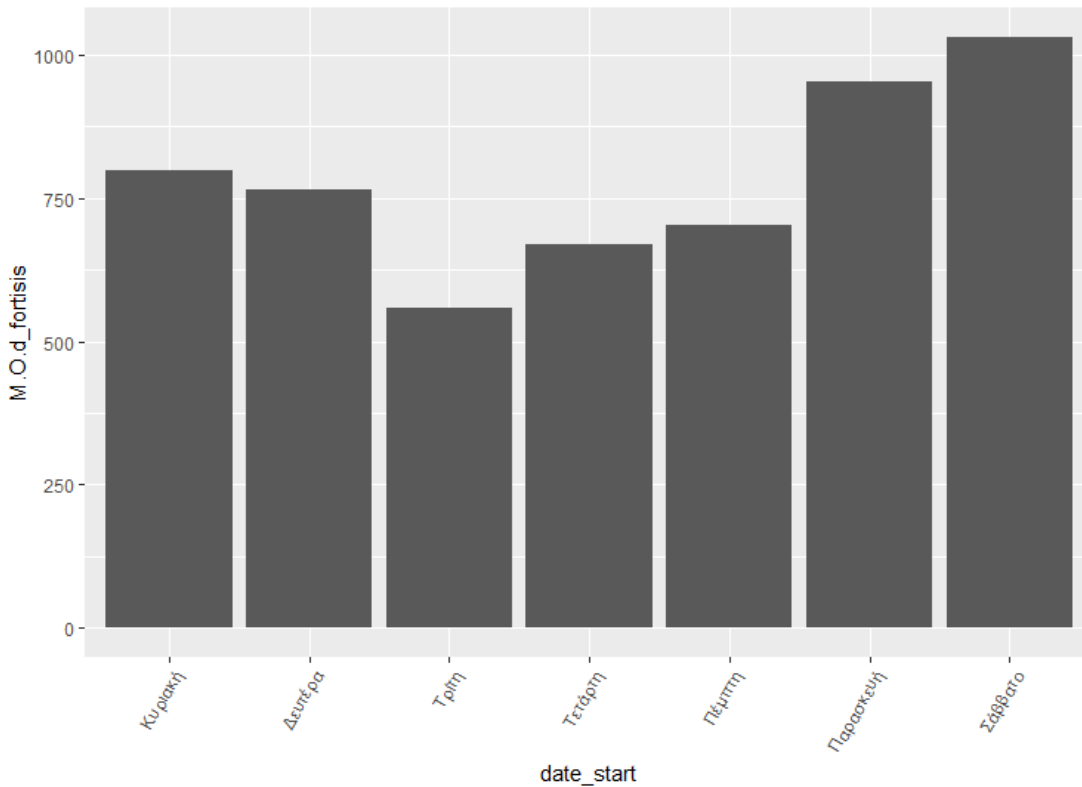
Heatmap

### 5.3 Ανάλυση Δεδομένων για Ελλάδα

Σε αντιστοιχία με τα προηγούμενα, για την ανάλυση των φορτίσεων της Ελλάδας επεξεργάζονται με παρόμοια διαδικασία στην R, δεδομένα συλλεγμένα από οικιακό φορτιστή στα Μελίσσια Αττικής. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο προκείμενο dataset, σε αντιδιαστολή με τα παραπάνω, η ανάλυση αφορά ένα μεμονωμένο σημείο φόρτισης με γνωστή και σταθερή τοποθεσία και όχι ένα σύνολο υποδομών με διαφορετικές ιδιότητες. Ακόμα, για αυτό το set δεδομένων γνωστό είναι ότι φορτίζει ένα plug-in υβριδικό όχημα. Τέλος οι μετρήσεις που έχουν καταγραφεί αλλά οι προς ανάλυση μεταβλητές είναι εμφανώς πιο περιορισμένες σε σχέση με τις αντίστοιχες της βάσης δεδομένων της Ουγγαρίας. Συνεπώς εκ των προτέρων, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι δεν μπορούν να προκύψουν ολοκληρωμένα συμπεράσματα για τη συμπεριφορά φόρτισης του οχήματος.

### 5.3.1 Διάγραμμα M.O.d fortisis – date\_start

Σε αυτό το διάγραμμα απεικονίζεται ο μέσος όρος διάρκειας φόρτισης συναρτήσει των ημερών της εβδομάδας. Αναλόγως την ημέρα έναρξης της φόρτισης, υπολογίζεται ο χρόνος σε λεπτά (duration.min) που διήρκεσε η “συνεδρία”.



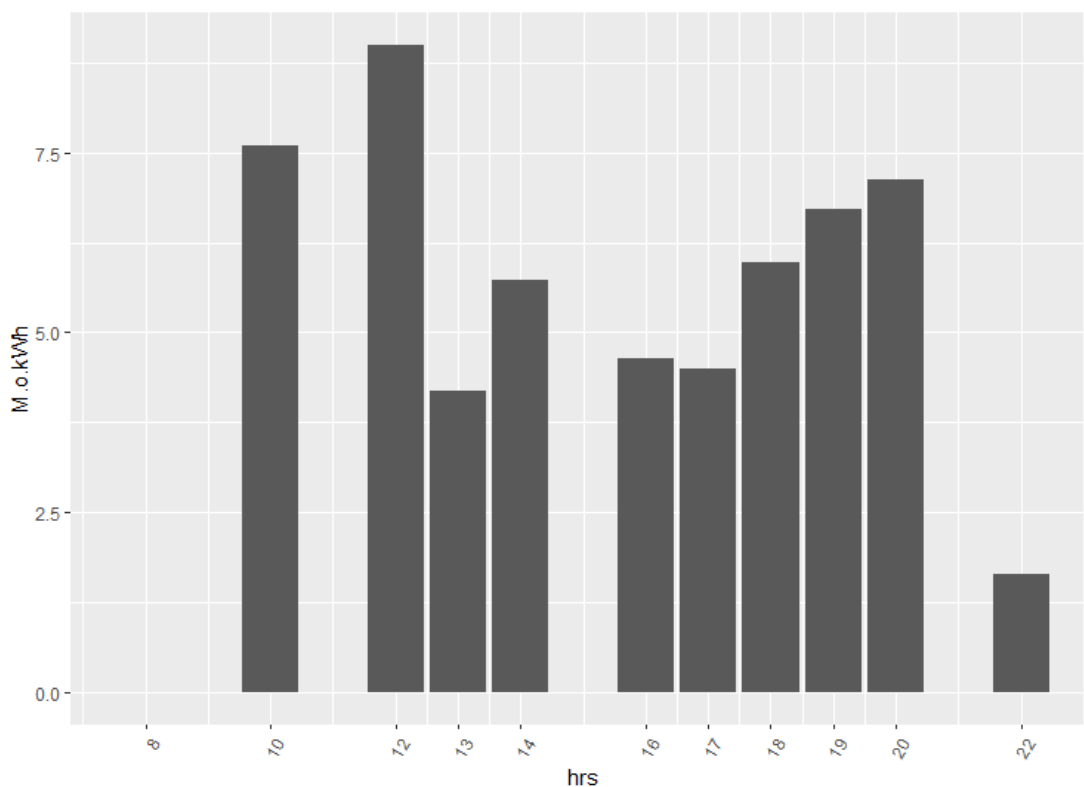
Διάγραμμα Διάρκειας Φόρτισης (min)

Παρατηρείται από το διάγραμμα ότι κατά τη διάρκεια της εβδομάδας ο ιδιοκτήτης φορτίζει σε σημαντικό βαθμό καθημερινά το όχημά του, καθώς δεν απαντώνται μεγάλες διαφορές στη διάρκεια της φόρτισης. Παρ' όλα αυτά το μέγιστο του μέσου όρου διάρκειας φόρτισης αντιστοιχεί στο Σάββατο και ισούται με 17 ώρες, ενώ αμέσως μετά ακολουθεί η Παρασκευή με 16 ώρες. Η τιμή του Σαββάτου είναι σχεδόν μιάμιση φορά μεγαλύτερη από τον μέσο όρο των συνολικών μέσων όρων του χρόνου κάθε φόρτισης (13 ώρες). Το γεγονός ότι οι χρονικά μεγαλύτερες φορτίσεις συμβαίνουν προς τις τελευταίες μέρες της εβδομάδας, πιθανώς οφείλεται στις μειωμένες υποχρεώσεις του ιδιοκτήτη οπότε και προγραμματίζει την πλήρη φόρτιση του οχήματός του.

### 5.3.2 Διάγραμμα M.O. Kwh – hrs

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο μέσος όρος της ενέργειας που δαπανήθηκε συναρτήσει της ώρας που άρχισε η φόρτιση. Η μεταβλητή της R που χρησιμοποιήθηκε ονομάστηκε hrs όπως ακριβώς και στο dataset της Ουγγαρίας. Διαπιστώνεται ότι ο μεγαλύτερος μέσος όρος kWh εμφανίζεται στις 12:00 το μεσημέρι και ισούται με 9 kWh και αποτελεί σχεδόν διπλάσια τιμή από τον μέσο όρο της συνολικά δαπανηθείσας ενέργειας του dataset, που είναι

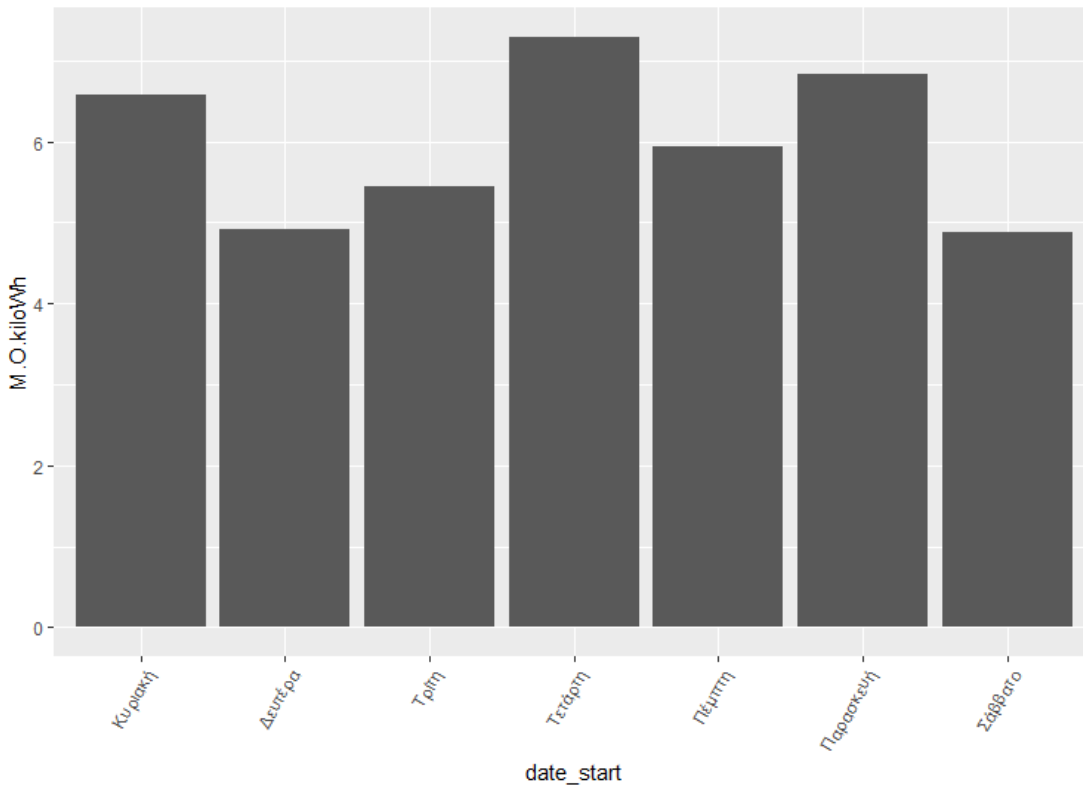
ίση με 5,18 kWh. Ακόμα, ενώ το διάγραμμα κυμαίνεται σε παραπλήσιες τιμές μεγάλη διαφορά παρουσιάζει η ώρα 22:00 οπότε και συμπεραίνεται ότι ο χρήστης δεν την προτιμά ίσως επειδή είναι αργά το βράδυ. Τέλος συνολικά το ποσό της ενέργειας ανεξαρτήτως ώρας είναι σχετικά χαμηλό μιας και όπως έχει ήδη αναφερθεί το όχημα που φορτίζει είναι plug-in υβριδικό.



Διάγραμμα Ενέργειας (kWh)

### **5.3.3 Διάγραμμα M.O. KiloWh – date start**

Σε αυτό, το τελευταίο διάγραμμα της ανάλυσης δεδομένων για την Ελλάδα παρουσιάζονται οι ήδη αναφερθείσες μεταβλητές της R: M.O. KiloWh και date start. Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, αυτές αντιστοιχούν στις kWh και στην ημέρα έναρξης της κάθε φόρτισης. Κατά τα γνωστά, συγκρίνοντας τις ημέρες μεταξύ τους προκύπτει ότι η Τετάρτη είναι η μέρα με τον υψηλότερο μέσο όρο ποσότητας ενέργειας και αυτός ισούται με 7,29 kWh. Να σημειωθεί ότι συνολικός μέσος όρος της ομαδοποίησης των kWh συναρτήσει των ημερών είναι 5,98 kWh, ποσό που δεν απέχει πολύ από το μέγιστο. Τέλος, έχει ενδιαφέρον ότι η σχέση μεταξύ της Τετάρτης και του Σαββάτου μπορεί να χαρακτηριστεί ως “αντιστρόφως ανάλογη” καθώς όταν η μία μέρα παρουσιάζει μέγιστο ως προς τις kWh της ενέργεια φόρτισης, η άλλη παρουσιάζει ελάχιστο ως προς τη διάρκεια φόρτισης.



Διάγραμμα Ενέργειας (kWh)

#### 5.4 Σχολιασμός της Ανάλυσης Δεδομένων και δημιουργία Μοντέλων Πρόβλεψης

Όπως έχει σημειωθεί, για μια ολοκληρωμένη έρευνα ανάλυσης δεδομένων η πληθώρα των στοιχείων είναι αναγκαία. Η ευρεία επεξεργασία του dataset στηρίζεται τόσο στην ύπαρξη πολλών μετρήσεων όσο και πολλών μεταβλητών. Συγκεκριμένα, για τις βάσεις δεδομένων των δύο χωρών, θα ήταν χρήσιμο να έχουμε περισσότερες ποσοτικές μεταβλητές όπως το ποσοστό της κινητικότητας στους δρόμους, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων και των σημείων φόρτισης της εκάστοτε περιοχής, ώστε να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο πρόβλεψης της διαθεσιμότητας, της ζήτησης ενέργειας και του αριθμού των επισκεπτών σε σταθμούς φόρτισης. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα μπορούσε να διεξαχθεί έρευνα για την πρόβλεψη της δημοτικότητας των σημείων φόρτισης αντίστοιχη με αυτή του Milan Straka et al., που δημοσιεύθηκε το 2020 και πραγματεύεται παρόμοια θεματολογία. Η τελευταία, χρησιμοποιώντας μαθηματικά μοντέλα παλινδρόμησης και μεθόδους ταξινόμησης, συσχετίζει τις απαιτήσεις των ηλεκτρικών οχημάτων, όπως προκύπτουν από τις κοινωνικές συνήθειες των ιδιοκτητών τους, με τις ενεργειακές τους απαιτήσεις και πως εν τέλει αυτές επηρεάζουν τη διαμόρφωση του ηλεκτρικού δικτύου. Τέλος, ακόμα μία προέκταση της εργασίας θα μπορούσε να είναι μια μελέτη αντίστοιχη με αυτή της έρευνας του Nait-Sidi-Moh et al., 2018 η οποία επίσης εξετάζει τα σημεία φόρτισης των EV και έχει στόχο την μείωση της μεγάλης αναμονής σε αυτά. Μέσω ενός αλγορίθμου πρόβλεψης, η έρευνα προβλέπει τον μέσο όρο του ρυθμού φόρτισης των EV με σκοπό την αναδρομολόγηση των οχημάτων στους κατάλληλους σταθμούς με λιγότερο χρόνο αναμονής και γρήγορη φόρτιση.

## 6 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας όσα έχουν ειπωθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, συνάγεται το συμπέρασμα ότι η ηλεκτροκίνηση είναι ένας σύγχρονος αναπτυσσόμενος κλάδος που ασκεί μεγάλη επιρροή στον τομέα των μεταφορών. Τα οφέλη της μετάβασης από τα οχήματα εσωτερικής καύσης στα ηλεκτρικά είναι πολλά και ποικίλα. Συνεπώς, η μελέτη των ηλεκτρικών οχημάτων (EV) αλλά και η μελέτη των υποδομών τους, είναι άξια προσοχής και γι' αυτό αποτέλεσε το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, τα βασικά σημεία της οποίας, αξίζουν να ανακεφαλαιωθούν.

Ο όρος “ηλεκτρικό όχημα” (Electrical Vehicle) αναφέρεται σε οποιοδήποτε όχημα χρησιμοποιεί ηλεκτροκινητήρες ως μέσο προώθησης. Οι κύριες κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων είναι οι εξής:

1. Ηλεκτρικό όχημα μπαταρίας (BEV): Ηλεκτρικός κινητήρας, Μπαταρίες
2. Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (HEV): Ηλεκτρικός και κινητήρας εσωτερικής καύσης, Μπαταρίες, Υπερπυκνωτές
3. Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV): Ηλεκτρικός και κινητήρας εσωτερικής καύσης, Μπαταρίες, Υπερπυκνωτές
4. Ηλεκτρικό όχημα κυψελών καυσίμου (FCEV): Ηλεκτρικός κινητήρας, Κυψέλες καυσίμου
5. Extended-Range Electric Vehicle (EREV): Ηλεκτρικός και κινητήρας εσωτερικής καύσης, Μπαταρίες, Υπερπυκνωτές

Αντίστοιχα, οι κύριες κατηγορίες των σημείων φόρτισης είναι οι:

1. Σταθμοί ημιταχείας φόρτισης που παρέχουν AC ρεύμα
2. Σταθμοί ταχείας φόρτισης που παρέχουν AC ρεύμα, εφόσον το επιτρέπει το όχημα
3. Σταθμοί ταχείας φόρτισης που παρέχουν DC ρεύμα

Η φόρτιση στους σταθμούς πραγματοποιείται με ζεύκτες που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ακόμα, η φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε οικιακά με εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού στην κατοικία, είτε σε δημόσιο χώρο επιλέγοντας ιδιωτικό ή δημόσιο πάροχο.

Όπως έχει αναφερθεί, στην Ελλάδα η χρήση και η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ευρώπης, αφού για το 2020 τα συνολικά ηλεκτρικά οχήματα ήταν 3.135 και τα σημεία φόρτισης, μόλις 334. Παρ' όλ' αυτά δίνονται σημαντικά κρατικά κίνητρα για την υποστήριξη της ηλεκτροκίνησης όπως χρηματικές επιδοτήσεις, δωρεάν στάθμευση και μηδενικά τέλη κυκλοφορίας. Για να γίνει καλύτερα αντιληπτή η εφαρμογή της ηλεκτροκίνησης, μέρος της εργασίας αποτέλεσε η έρευνα της αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην Ουγγαρία. Η Ουγγαρία είναι μια Ευρωπαϊκή χώρα παρόμοια με την Ελλάδα σε επίπεδο πληθυσμού και έκτασης και γι' αυτό αποτελεί ένα καλό μέτρο σύγκρισης. Έχει αναπτύξει περισσότερο την ηλεκτροκίνηση και μπορεί να “προσομοιώσει” την μελλοντική εικόνα της Ελλάδας. Συνεπώς, τα επόμενα χρόνια, αναμένουμε η ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων στη χώρα μας να ακολουθήσει μια ανοδική πορεία, και οι αριθμοί των EV και των σταθμών



φόρτισης να φτάσουν νούμερα, τουλάχιστον αντίστοιχα με αυτά που καταγράφηκαν στην Ουγγαρία το 2020. Συγκεκριμένα, περιμένουμε περίπου τετραπλάσια αύξηση των επιβατικών ηλεκτρικών οχημάτων αλλά και ανάλογη αύξηση των σταθμών φόρτισης. Ενδεικτικά, ο αριθμός μόνο των ταχυφορτιστών στην Ελλάδα μελλοντικά θα μπορούσε να πλησιάσει τον αντίστοιχο της Ουγγαρίας και από 81 που είναι τώρα, να τετραπλασιαστεί στους 300. Ακόμα, ακολουθώντας το μοντέλο προόδου της Ουγγαρίας προβλέπουμε για την Ελλάδα ότι στον τομέα των μεταφορών, τουλάχιστον μέχρι το 2030, θα έχουν εισχωρήσει σε ικανοποιητικό βαθμό και τα ηλεκτροκίνητα φορτηγά και λεωφορεία. Τέλος, αναμένουμε συνολικά μεγαλύτερη εξοικείωση με την ηλεκτροκίνηση που συνεπάγεται χαμηλότερα κόστη ηλεκτρικών οχημάτων και εγκατάσταση υποδομών φόρτισης σε πολυσύχναστα και πιο καθημερινής χρήσης σημεία.

Εν κατακλείδι, εκτός της βιβλιογραφικής έρευνας, αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε και η Ανάλυση Δεδομένων, με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα R, σχετικά με τα σημεία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων στις δύο προαναφερόμενες χώρες. Για την Ουγγαρία συλλέχθηκαν δεδομένα από δημόσια σημεία φόρτισης σε τοποθεσίες ξενοδοχείων, εστιατορίων και καταστημάτων, ενώ για την Ελλάδα μελετήθηκε η βάση δεδομένων ενός οικιακού φορτιστή στα Μελίσσια Αττικής. Χρησιμοποιώντας περιγραφική στατιστική με βασικό μέγεθος ανάλυσης τον μέσο όρο, εξήχθησαν συμπεράσματα για την διάρκεια, την ισχύ και την ενέργεια φόρτισης των σταθμών. Συγκρίνοντας τα δύο περιβάλλοντα των φορτίσεων, παρατηρήθηκε ότι στα δημόσια σημεία οι περισσότερες φορτίσεις πραγματοποιούνται τις καθημερινές και κατά μέσο όρο, για ολόκληρη την εβδομάδα, η διάρκειά τους κρατάει λιγότερο (περίπου 42 λεπτά) σε σχέση με τον οικιακό φορτιστή που παρουσιάζει μεγαλύτερο εβδομαδιαίο μέσο όρο (περίπου 13 ώρες) και το όχημα φορτίζει κυρίως το σαββατοκύριακο. Ακόμα, συμπεραίνεται ότι στους δημόσιους σταθμούς φόρτισης οι περισσότερες φορτίσεις είναι συγκεντρωμένες τις πρωινές ώρες καθώς τότε είναι μεγαλύτερη η μέση κατανάλωση ενέργειας (11 kWh). Αντίστοιχα στον ιδιωτικό σταθμό το μέγιστο ποσό μέσης ενέργειας (9 kWh) παρατηρείται το μεσημέρι. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι και για τα δύο περιβάλλοντα η μεγαλύτερη μέση κατανάλωση ενέργειας πραγματοποιείται την Τετάρτη. Αντιθέτως για την Δευτέρα και το Σάββατο τα αντίστοιχα ποσά κατανάλωσης είναι αντίστροφα. Πιο συγκεκριμένα, στα δημόσια σημεία οι παραπάνω μέρες παρουσιάζουν τις πιο υψηλές μέσες τιμές της εβδομάδας, ενώ στο ιδιωτικό τις πιο χαμηλές.

Επίσης, κατηγοριοποιώντας επιπλέον, ως προς την ιδιότητα της τοποθεσίας τους, τα δεδομένα φορτίσεων των δημόσιων σταθμών παρατηρήθηκε ότι τα ξενοδοχεία παρουσιάζουν τους υψηλότερους μέσους όρους σχετικά με τη ποσότητα ενέργειας (17 kWh) και τη διάρκεια φόρτισης (1,5 ώρες) και τα καταστήματα το μεγαλύτερο μέσο όρο ισχύος (περίπου 4 kW).

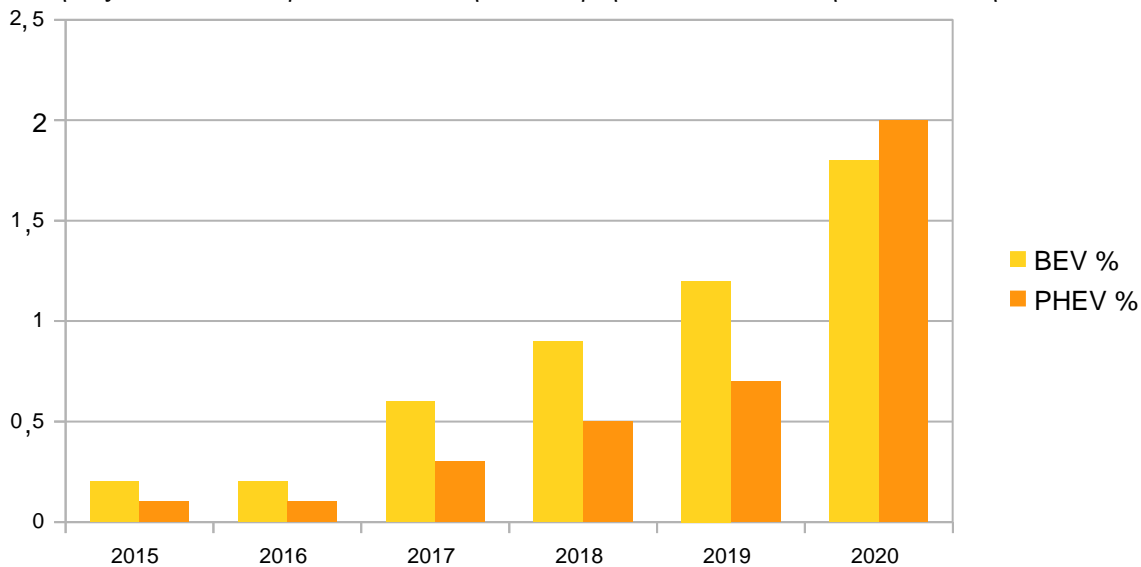
Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα, αντικείμενο περαιτέρω έρευνας θα μπορούσε να είναι η ανάπτυξη αλγορίθμου πρόβλεψης της ζήτησης σε διαφορετικούς σταθμούς φόρτισης ανάλογα με το αν είναι δημόσιοι ή ιδιωτικοί, ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη τα δεδομένα κίνησης των δρόμων καθώς και τον αριθμό των ηλεκτρικών οχημάτων στη συγκεκριμένη περιοχή.

## Παράρτημα: Επιπλέον Διαγράμματα για την Ουγγαρία

### **1. Καταχωρήσεις ηλεκτρικών οχημάτων και το μερίδιό τους στην αγορά**

#### **1.1 Μερίδιο νέων καταχωρήσεων BEV/PHEV 2020**

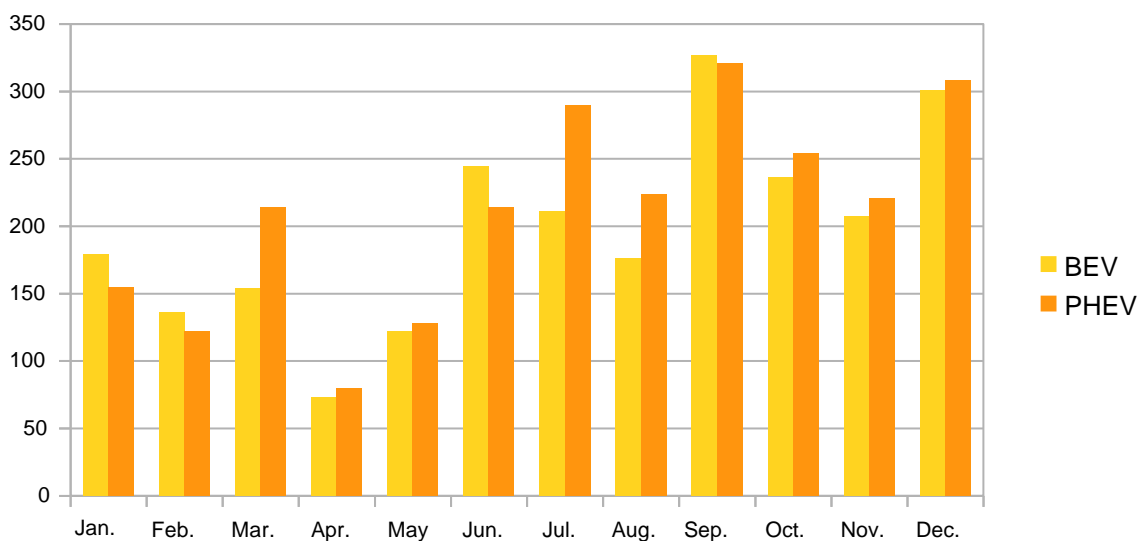
Πωλήσεις BEV/PHEV επιβατικών αυτοκινήτων συναρτήσει συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων



*Μέγιστο 2020: 1,8 % BEV, 2 % PHEV*

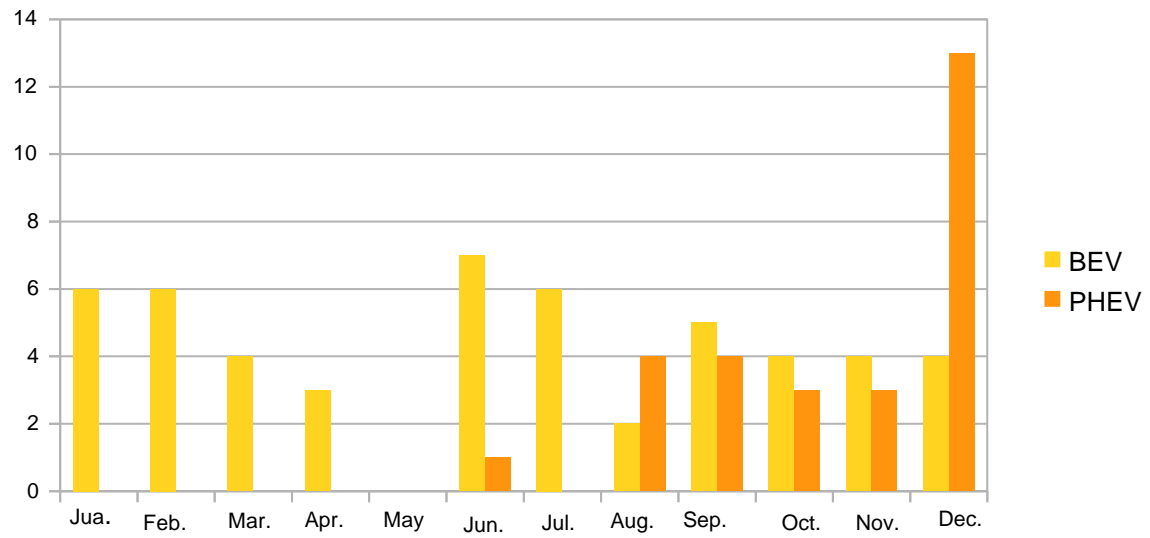
#### **1.2 Νέες καταχωρήσεις BEV και PHEV ανά μήνα 2020**

Αριθμός μηνιαίων πωλήσεων επιβατικών αυτοκινήτων BEV και PHEV



*Μέγιστο September: 327 BEV, 321 PHEV*

### 1.3 Νέες καταχωρήσεις BEV/PHEV ανά μήνα 2020

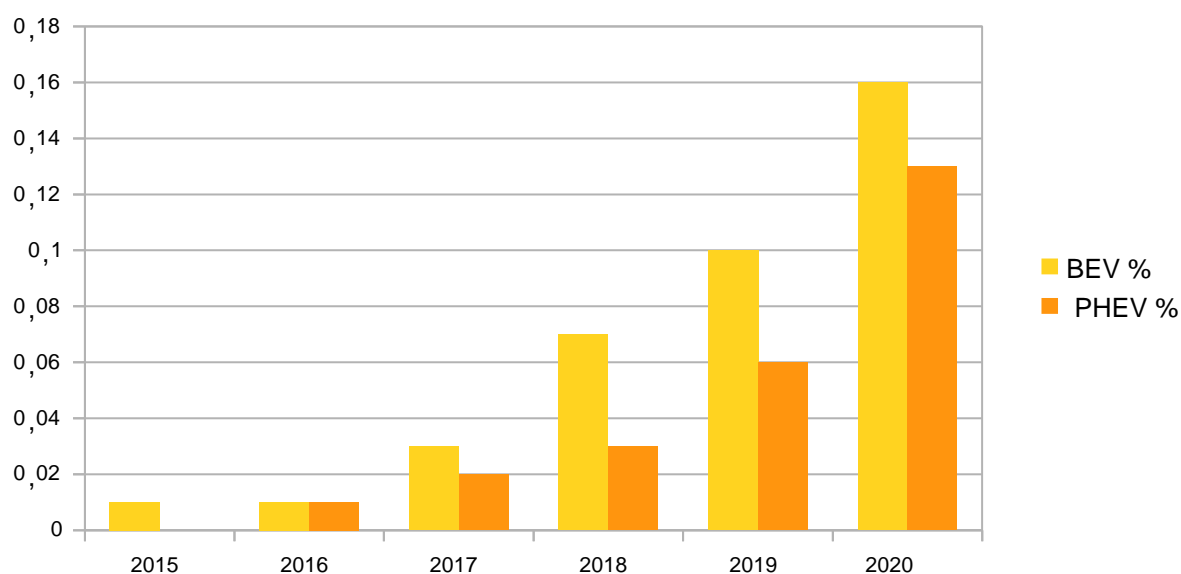


Αριθμός μηνιαίων πωλήσεων ελαφρών επαγγελματικών αυτοκινήτων BEV/PHEV

*Μέγιστο June: 7 BEV, Μέγιστο December: 13 PHEV*

#### **1.4 Ποσοστό BEV/PHEV επί των συνολικών οχημάτων 2020**

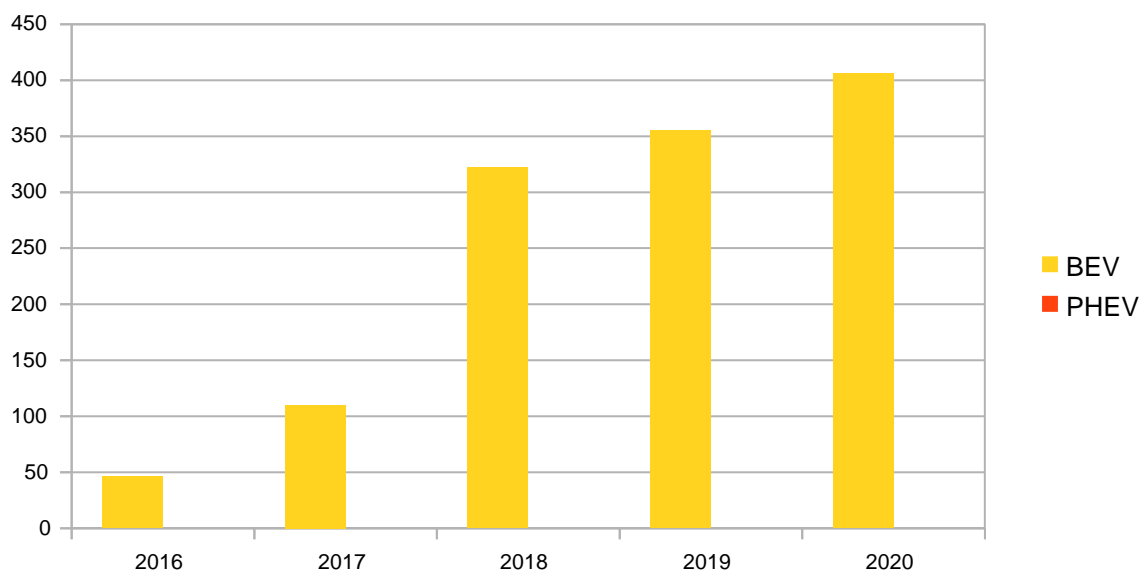
Ποσοστό επιβατικών οχημάτων BEV/PHEV στο σύνολο



*Μέγιστο 2020: 0,16 % BEV, 0,13 % PHEV*

#### **1.5 Πλήθος BEV/PHEV 2020**

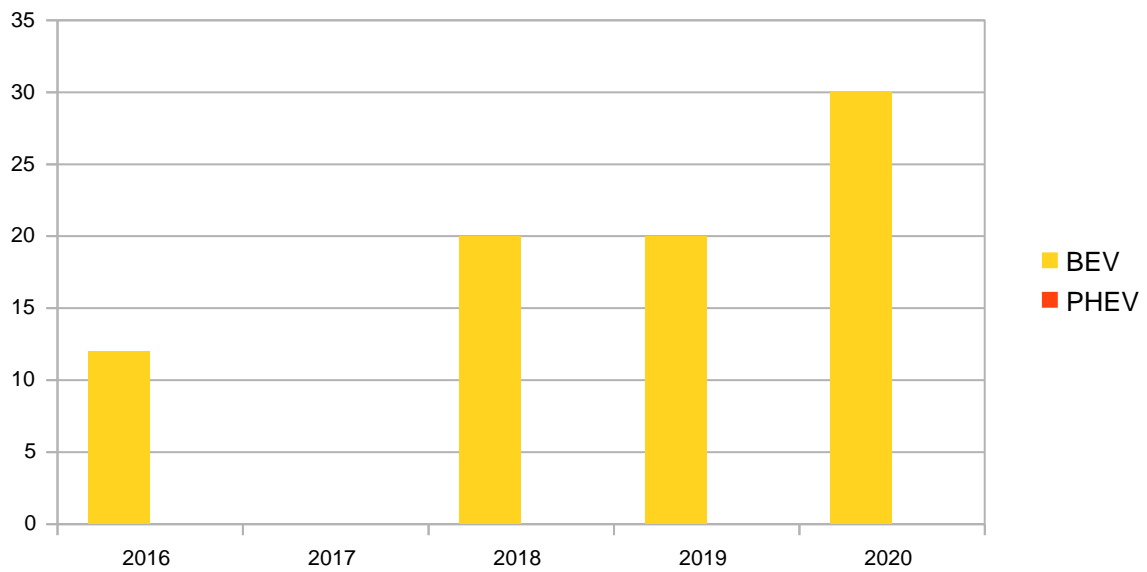
Συνολικός αριθμός ελαφρών επαγγελματικών BEV/PHEV οχημάτων



*Μέγιστο 2020: 406 BEV, Συνολικά: 0 PHEV*

### **1.6 Πλήθος BEV/PHEV 2020**

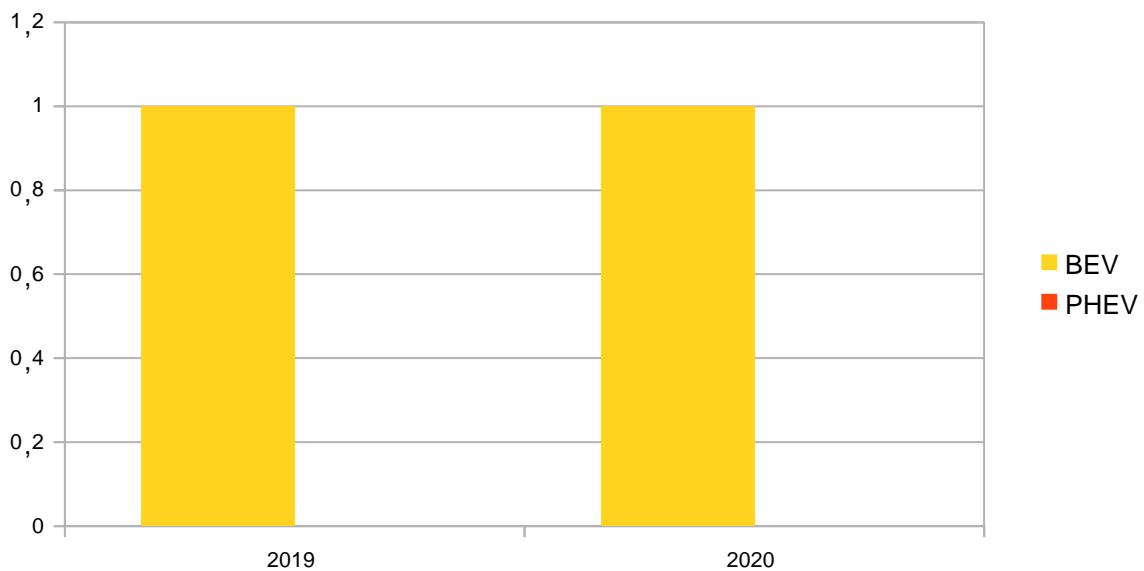
Συνολικός αριθμός λεωφορείων BEV/PHEV



*Μέγιστο 2020: 30 BEV, Συνολικά: 0 PHEV*

### **1.7 Πλήθος BEV/PHEV 2020**

Συνολικός αριθμός φορτηγών BEV/PHEV

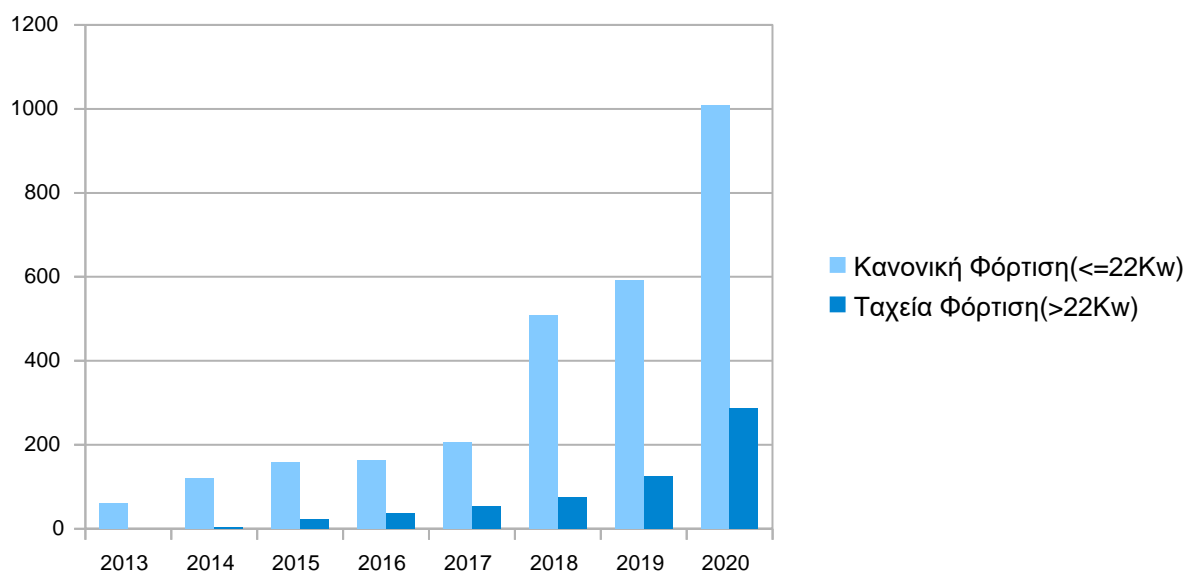


*Μέγιστο 2020: 1 BEV, Συνολικά: 0 PHEV*

## 2. Υποδομές εναλλακτικών καυσίμων: Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας

### 2.1 Σημεία υποδομών για κανονική και ταχεία φόρτιση 2020

Συνολικός αριθμός σημείων κανονικής και ταχείας φόρτισης



*Μέγιστο Κανονικής Φόρτισης: 1008 σημεία φόρτισης, Μέγιστο Ταχείας Φόρτισης: 287 σημεία φόρτισης*

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. J. Quirós-Tortós, L. F. Ochoa and B. Lees, "A statistical analysis of EV charging behavior in the UK," 2015 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM), Montevideo, Uruguay, 2015, pp. 445-449, doi: 10.1109/ISGT-LA.2015.7381196.
2. Yang, J., Wu, F., Yan, J., Lin, Y., Zhan, X., Chen, L., Liao, S., Xu, J. and Sun, Y., 2020. Charging demand analysis framework for electric vehicles considering the bounded rationality behavior of users. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 119, p.105952.
3. Jian, L., Yongqiang, Z. and Hyounghi, K., 2018. The potential and economics of EV smart charging: A case study in Shanghai. *Energy Policy*, 119, pp.206-214.
4. J. Quirós-Tortós, A. N. Espinosa, L. F. Ochoa and T. Butler, "Statistical Representation of EV Charging: Real Data Analysis and Applications," 2018 Power Systems Computation Conference (PSCC), Dublin, Ireland, 2018, pp. 1-7, doi: 10.23919/PSCC.2018.8442988.
5. Mies, J., Helmus, J. and van den Hoed, R., 2018. Estimating the Charging Profile of Individual Charge Sessions of Electric Vehicles in The Netherlands. *World Electric Vehicle Journal*, 9(2), p.17.
6. Sadeghianpourhamami, N., Refa, N., Strobbe, M. and Develder, C., 2018. Quantitative analysis of electric vehicle flexibility: A data-driven approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 95, pp.451-462.
7. Morrissey, P., Weldon, P. and O'Mahony, M., 2016. Future standard and fast charging infrastructure planning: An analysis of electric vehicle charging behaviour. *Energy Policy*, 89, pp.257-270.
8. Ge, X., Shi, L., Fu, Y., Muyeen, S., Zhang, Z. and He, H., 2020. Data-driven spatial-temporal prediction of electric vehicle load profile considering charging behavior. *Electric Power Systems Research*, 187, p.106469.
9. Ren, X., Zhang, H., Hu, R. and Qiu, Y., 2019. Location of electric vehicle charging stations: A perspective using the grey decision-making model. *Energy*, 173, pp.548-553.
10. Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M. and Hossain, E., 2017. A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development. *Energies*, 10(8), p.1217.
11. IEA. 2021. *Global EV Outlook 2020 – Analysis - IEA*.  
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>
12. Eaf.eu. 2021. *Home | EAFO*.  
<https://eaf.eu/>
13. Avere.org. 2021. *AVERE – The European Association for Electromobility*.  
<https://www.aver.org/>
14. Acea.be. 2021. *ACEA - European Automobile Manufacturers' Association*.  
<https://www.acea.be/>

15. ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο. 2021. *ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο – Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων*  
ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο. <https://www.heliev.gr/>
16. Gov.gr. 2021. *Φύλλα Εφημερίδας της Κυβέρνησης (ΦΕΚ) - Gov.gr.*  
<https://www.gov.gr/arxes/oloi-foreis/ethniko-tupographeio/phulla-ephemeridas-tes-kuberneses-phek>
17. Plugshare.com. 2021. `{{ ngMeta['og:title'] }}`.  
<https://www.plugshare.com/>
18. Fortizo.gr. 2021. *Fortizo.*  
<https://fortizo.gr/>
19. LeasePlan. 2021. *Fleet Management Company | Vehicle Fleet Leasing Solutions.*  
<https://www.leaseplan.com/en-us/>
20. RStudio.RStudio Team (2020). *RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston,*  
<http://www.rstudio.com/>
21. iec.ch. 2021. *Homepage | IEC.*  
<https://www.iec.ch/homepage>